



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Gefahrenprävention

Auf Basis der Vernehmlassung bei den Kantonen überarbeitete Version vom 15.01.2020

Minimale Standards Kantonale Risikoübersichten für gravitative Naturgefahren

Impressum

Spurgruppe zur Erarbeitung minimaler Standards Kantonaler Risikoübersichten für gravitative Naturgefahren:

Patrizia Köpfl	Bau und Umwelt, Wald und Naturgefahren, Kanton Glarus
Hubert Meusburger	Baudepartement, Amt für Wasser und Energie, Kanton St. Gallen
Christian Pfammatter	Amt für Wald KAWA, Abteilung Naturgefahren, Kanton Bern
Wanda Wicki	Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Gefahrenprävention
Roberto Loat	Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Gefahrenprävention
Gian Reto Bezzola	Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Gefahrenprävention



Inhalt

1	Ausgangslage	5
2	Ziel und Zweck	5
3	Minimale Standards für kantonale Risikoübersichten	7
3.1	Vorgehen und Produkte	7
3.2	Grundlagen.....	8
3.2.1	Gefahrengrundlagen	8
3.2.2	Nutzungsgrundlagen	9
3.3	Betroffenheit und Risiko	10
3.3.1	Betroffenheit	10
3.3.2	Risiko.....	12
3.4	Cockpit	13
4	Ergebnisse für den Bund	14
5	Datenmodell	14
6	Ausblick.....	14
7	Glossar.....	17
8	Referenzen.....	21

Anhang A Gefahrengrundlagen

Anhang B Nutzungsgrundlagen

Anhang C Betroffenheit

Anhang D Risiko Personen und Gebäude

1 Ausgangslage

Der risikoorientierte Umgang mit Naturgefahren stellt sicher, dass unterschiedliche Risiken miteinander verglichen werden können, überall vergleichbar mit ihnen umgegangen wird und dass die geschaffene Sicherheit auch langfristig erhalten bleibt. Entsprechend haben verschiedene Kantone und der Bund begonnen, die Gefahrengrundlagen in Wert zu setzen, indem sie – basierend darauf – Übersichten der Risiken aus Naturgefahren erarbeiten.

Die aktualisierte Strategie 2018 «Umgang mit Risiken aus Naturgefahren»¹ betont den risikoorientierten Umgang mit Naturgefahren, der sich auf umfassende Grundlagen wie Risikoübersichten und Gesamtplanungen stützt. Auch die EU fordert im Rahmen des Hochwasserrisikomanagements² von ihren Mitgliedstaaten nebst Hochwassergefahrenkarten auch Hochwasserrisikokarten sowie Hochwassermanagementpläne.

Die Aufgabe, nationale und kantonale Risikoübersichten und auch Gesamtplanungen zu erstellen, leitet sich aus dem Bundesratsbeschluss von 2016 zum Bericht «Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz»³ ab. Die Erarbeitung und periodische Aktualisierung kantonaler Risikoübersichten sowie die Erstellung kantonaler Gesamtplanungen nach einheitlichen Grundsätzen sollen deshalb gemäss dem Bundesratsbeschluss von 2017⁴ Bestandteil des revidierten Bundesgesetzes über den Wasserbau sein.

Kantonale Gesamtplanungen werden für die Hauptprozesse Wasser, Rutschung, Sturz und Lawine erstellt. Sie stützen sich unter anderem auf die nach einheitlichen Standards erarbeiteten Risikoübersichten, auf eine Einschätzung des Zustandes von Schutzmassnahmen sowie auf strategische Überlegungen betreffend Handlungsbedarf, Handlungsoptionen und Priorisierung von Massnahmen. Die zu erwartenden Ergebnisse der Gesamtplanung sind die Ausweisung der erforderlichen Ressourcen über einen längeren Zeithorizont und ein Masterplan inklusive Prioritäten.

Damit die Ergebnisse der kantonalen Risikoübersichten untereinander vergleichbar sind und auch national evaluiert und in Wert gesetzt werden können, bedarf es minimaler Standards. Vorschläge für diese Standards hat eine Spurgruppe erarbeitet, die aus Vertreterinnen und Vertretern der Kantone Bern, Glarus und St. Gallen sowie des Bundesamtes für Umwelt bestand. Bei den vorgeschlagenen Standards handelt es sich um minimale Vorgaben, welche bei der Erarbeitung von kantonalen Risikoübersichten zu berücksichtigen sind. Die minimalen Standards sind so gestaltet, dass sie sich optional erweitern lassen, entsprechend den jeweiligen Bedürfnissen der Kantone.

Die von der Spurgruppe erarbeiteten minimalen Standards wurden mit allen kantonalen Fachstellen im zweiten Halbjahr 2019 konsolidiert, damit beim Start der Vernehmlassung zur Revision des Wasserbaugesetzes bei allen Beteiligten ein gemeinsames Verständnis bezüglich kantonaler Risikoübersichten besteht.

2 Ziel und Zweck

Risikoübersichten sind eine Weiterentwicklung und Inwertsetzung der Gefahrengrundlagen. Die Basis der Risikoübersichten bildet der Verschnitt der Gefahrengrundlagen mit den Nutzungsgrundlagen. Daraus resultiert eine umfassende Übersicht der betroffenen Schutzgüter.

¹ Umgang mit Risiken aus Naturgefahren - Strategie 2018. Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT, Bern.
www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/Strategie2018/Strategie_de.pdf

² Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:de:PDF>

³ Bundesratsbeschluss vom 24.08.2016: Verabschiedung Bericht „Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz“ (Bericht in Erfüllung des Postulats 12.4271 Darbellay vom 14.12.2012)

⁴ Bundesratsbeschluss vom 16.06.2017: Beauftragung zur Erarbeitung einer Vernehmlassungsvorlage zu den vorgeschlagenen Rechtsanpassungen.

Risikoübersichten sind ein wichtiges Instrument für den Risikodialog. Deshalb sind einfach zu kommunizierende Kenngrößen zentral. Aussagen zur Betroffenheit erfüllen diese Anforderung in deutlich höherem Mass als Todesfallrisiken und jährliche Schadenerwartungswerte. Aus diesem Grund zeigen Risikoübersichten sowohl die Betroffenheit als auch das Risiko für ausgewählte Schutzgüter auf.

Risikoübersichten sind eine der Voraussetzungen, um im Rahmen der Gesamtplanung

- den Handlungsbedarf nachvollziehbar aufzuzeigen und zu begründen
- eine strategische Priorisierung vorzunehmen.

Zudem sind Risikoübersichten eine Grundlage, um

- den Risikodialog zu führen und die Verantwortungsträger zu sensibilisieren
- direkt einzelne Massnahmen zu planen (z.B. für Einsatzplanungen)
- die Risiken aus Naturgefahren mit anderen Risiken zu vergleichen

Risikoübersichten sind auf strategischer Ebene der erste Schritt im Integralen Risikomanagement (Abb. 1). Im strategischen Management entspricht die Risikoübersicht der Risikoanalyse auf Projektstufe.

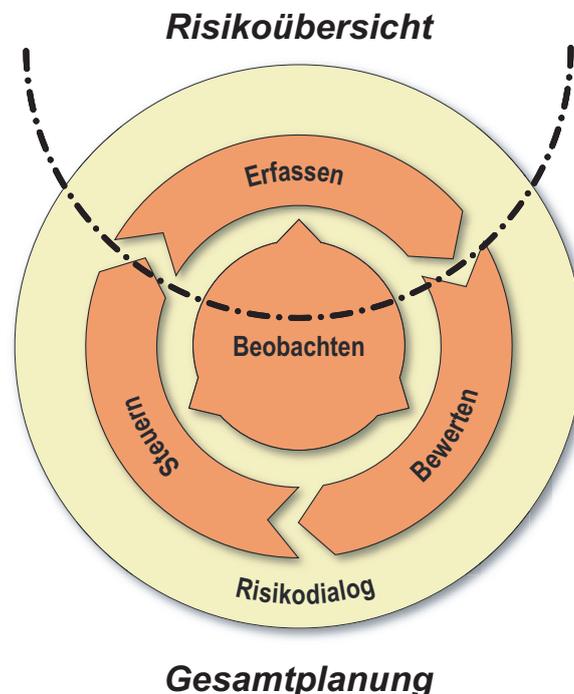


Abb. 1 Im Integralen Risikomanagement auf strategischer Ebene werden die Risiken mittels der Risikoübersicht erfasst. Die Bewertung und Steuerung der Risiken erfolgt im Rahmen der Gesamtplanung.

Das revidierte Wasserbaugesetz beauftragt die Kantone, kantonale Risikoübersichten zu erarbeiten und periodisch zu aktualisieren. Im vorliegenden Dokument, welches zeitlich parallel zur Gesetzesrevision erarbeitet wird, werden die minimalen Standards dazu beschrieben. Einheitliche Standards sind wichtig, um die kantonalen Risikoübersichten zusammenzuführen. Ergänzt mit den Informationen zu den Risiken für nationale Infrastrukturen, die z.B. durch das BABS, das ASTRA oder die SBB bereitgestellt werden, entsteht daraus die nationale Risikoübersicht. Dafür braucht der Bund entsprechende Informationen aus den kantonalen Risikoübersichten. Diese sind im Kapitel 4 aufgelistet.

3 Minimale Standards für kantonale Risikoübersichten

3.1 Vorgehen und Produkte

Risikoübersichten werden für die Hauptprozesse Wasser, Rutschung, Sturz und Lawine erstellt. Die Nomenklatur bezüglich Gefahrengrundlagen entspricht dem Datenmodell Gefahrenkartierung⁵.

Die Risikoübersicht umfasst gemäss Abb. 2:

- die **Grundlagen**
- die **Betroffenheit** für alle betrachteten Schutzgüter im Gefahrengebiet und im Gefahrenhinweisgebiet sowie das **Risiko** für ausgewählte Schutzgüter im Gefahrengebiet (individuelle Todesfallrisiken, monetarisierte Personen- und Gebäuderisiken)
- das **Cockpit** mit aggregierten Aussagen zur Betroffenheit bzw. zum Risiko

Gemäss den hier beschriebenen minimalen Standards werden die Betroffenheit und das Risiko bzw. das Cockpit pro Hauptprozess für jede Gemeinde sowie für den gesamten Kanton ausgewiesen bzw. dargestellt.

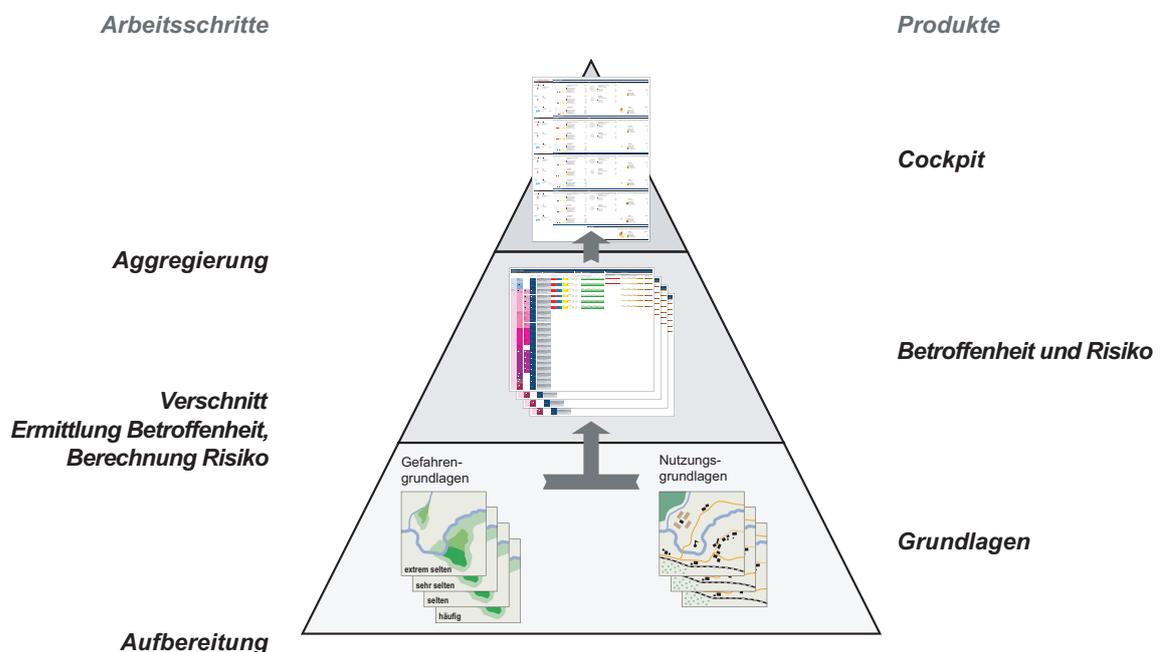


Abb. 2 Arbeitsschritte und Produkte kantonaler Risikoübersichten. Nach der Aufbereitung der Datensätze erfolgt der Verschnitt der Gefahren- und Nutzungsgrundlagen. Daraus wird die Betroffenheit ermittelt und die Risiken berechnet. Die aggregierten Resultate werden im Cockpit dargestellt.

Es steht den Kantonen frei, die nach minimalen Standards erarbeiteten Risikoübersichten entsprechend ihren spezifischen Bedürfnissen zu erweitern, beispielsweise indem sie die Betroffenheit zusätzlicher Schutzgüter gestützt auf eigene Datensätze ausweisen oder das Risiko für weitere Schutzgüter quantifizieren.

Im Folgenden werden die Elemente der kantonalen Risikoübersicht erläutert. Im Kapitel 4 sind die dem Bund zu liefernden Ergebnisse genannt. Kapitel 5 enthält einen Hinweis auf das Geodatenmodell für kantonale Risikoübersichten. Im Kapitel 6 sind mögliche Erweiterungen aufgelistet. Für die detaillierten Beschreibungen wird auf die Anhänge A bis D verwiesen.

⁵ Datenmodell Gefahrenkartierung, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2017, Bern.
www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/zustand/karten/geodatenmodelle.html

3.2 Grundlagen

Um die Betroffenheit bzw. die Risiken miteinander vergleichen zu können und um kantonale Risikoübersichten zu nationalen Gesamtsichten aggregieren zu können, müssen sich die Übersichten auf schweizweit verfügbare und homogen erhobene Daten stützen.

Die Risikoübersicht kann und soll nicht die detaillierte Betrachtung und Beurteilung ersetzen, welche in der konkreten Massnahmenplanung stattfinden muss. Deshalb wird eine gewisse Unschärfe in Kauf genommen. Zu den Aspekten, die in der Risikoübersicht unberücksichtigt bleiben, gehören:

- die Wirkung organisatorischer Massnahmen
- Objektschutzmassnahmen
- detaillierte Informationen bezüglich Bauweise der Gebäude (Verletzlichkeit)
- detaillierte Informationen zum Gebäudewert
- detaillierte Informationen bezüglich Präsenzwahrscheinlichkeit von Personen

Organisatorische Massnahmen bleiben unberücksichtigt, da sie bzw. ihre Wirkung in den Intensitäts- und Gefahrenkarten nicht enthalten sind. Für die übrigen Aspekte fehlen schweizweit homogene Daten.

Solche Daten fehlen beispielsweise auch für Touristen und Pendler. Aus diesem Grund fokussieren die minimalen Standards für kantonale Risikoübersichten bezüglich Personen auf die Wohnbevölkerung und die Beschäftigten.

3.2.1 Gefahregrundlagen

Die zu verwendenden Gefahregrundlagen müssen alle gravitativen Gefahrenprozesse (Wasser, Rutschung, Sturz, Lawine) abdecken und nach einheitlichen Methoden erarbeitet sein. Weiter gilt der Grundsatz, dass überall die jeweils qualitativ besten Daten zu verwenden sind. Diesem Ideal am nächsten kommen im detaillierten Gefahrenbeurteilungssperimeter die für verschiedene Gefahrenprozesse vorhandenen **Gefahrenkarten und Intensitätskarten**. Diese liegen gemäss dem verpflichtenden Teil des Datenmodells Gefahrenkartierung für die Hauptprozesse Wasser, Rutschung, Sturz und Lawine vor und können noch weiter nach Teilprozessen unterschieden sein (siehe Anhang A). Mit den Intensitätskarten können Risiken ermittelt werden.

In Gebieten für die keine detaillierte Gefahrenbeurteilung vorliegt, basieren die kantonalen Risikoübersichten auf **Gefahrenhinweiskarten**.

Falls keine Intensitätskarten vorhanden sind, werden nur die Gefahrenkarten verwendet. Falls keine Gefahrenhinweiskarten vorhanden sind, werden die Grundlagen Aquaprotect⁶ und SilvaProtect⁷ verwendet. Auf diese Alternativen wird im Anhang A weiter eingegangen.

Aufgrund seiner Bedeutung wird empfohlen, den Gefahrenprozess Oberflächenabfluss bei der Erarbeitung der Risikoübersichten ebenfalls zu berücksichtigen. Mit der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss⁸ steht seit 2018 eine nach einheitlicher Methode erarbeitete, schweizweit verfügbare Grundlage zur Verfügung.

⁶ Aquaprotect, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2008, Bern.

www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahregrundlagen/aquaprotect.html

⁷ SilvaProtect-CH, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013, Bern.

www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahregrundlagen/silvaprotect-ch.html

⁸ Gefährdungskarte Oberflächenabfluss, Bundesamt für Umwelt BAFU, Schweizerischer Versicherungsverband SVV, Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen VKG, 2018, Bern

<https://www.bafu.admin.ch/oberflaechenabfluss>

3.2.2 Nutzungsgrundlagen

Die Nutzungsgrundlagen müssen die betrachteten Schutzgüter möglichst umfassend abdecken. Die in der Risikoübersicht betrachteten Schutzgüter folgen der Systematik der PLANAT von 2013⁹. Berücksichtigt werden Schutzgüter aus den beiden Kategorien «Personen» und «Erhebliche Sachwerte» gemäss Abb. 3.

Die Risikoübersicht stützt sich auf die Betrachtung der Einzelobjekte (Schutzgüter). Im weiteren Verlauf werden die Informationen der einzelnen Objekte bis auf Stufe Gemeinde bzw. Kanton aggregiert. Bezüglich des Einzelobjekts werden die oben beschriebenen Unschärfen in Kauf genommen, die sich bei der Aggregation auf grössere räumliche Einheiten in der Regel ausgleichen.

Die Beschreibungen der zu verwendenden Nutzungsgrundlagen sowie ihrer Aufbereitung finden sich in Anhang B.

Kategorie	Schutzgut		Betroffenheit	Risiko individuell	Risiko kollektiv
Personen		Wohnbevölkerung	✓	✓	✓
		Beschäftigte	✓	✓	✓
Erhebliche Sachwerte		Gebäude	✓		✓
		Infrastruktur Strasse	✓		
		Infrastruktur Bahn	✓		
		Kulturgüter	✓		
		Bauzonen	✓		
		Lebensgrundlagen des Menschen - Boden	✓		
		Lebensgrundlagen des Menschen - Wasser: Grundwasserschutzgebiet	✓		
	Sonderobjekte	✓			

Abb. 3 Schutzgüter, für die gemäss den minimalen Standards die Betroffenheit bzw. das Risiko (individuell und/oder kollektiv) ermittelt wird.

Sonderobjekte können Güter und Dienstleistungen sein, welche konzentrierte Risiken darstellen. Sonderobjekte werden in kantonalen Risikoübersichten als offene Kategorie betrachtet. Dies bedeutet, dass keine Nutzungsgrundlagen als minimale Standards vorgegeben werden, da keine national verfügbaren und homogen erhobenen Datensätze vorliegen. Die Bedeutung von Sonderobjekten ist je nach Betrachtungsebene (Land, Region, Ort) unterschiedlich und muss deshalb für jede Stufe identifiziert werden. Art und mögliche Folgeschäden werden qualitativ beschrieben, wobei insbesondere den indirekten Folgen von Schadenereignissen spezielle Aufmerksamkeit geschenkt wird. Lebenswichtige Güter und Dienstleistungen werden vor allem durch Objekte sichergestellt, die sich auch im SKI-Inventar (Schutz Kritischer Infrastrukturen¹⁰). finden. Deshalb wird als Minimallösung empfohlen, den kantonalen Auszug aus dem SKI-Inventar zu verwenden.

⁹ Sicherheitsniveau für Naturgefahren. Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT, 2013, Bern.
www.planat.ch/de/infomaterial-detailansicht/datum/2017/02/23/sicherheitsniveau-fuer-naturgefahren-1/

¹⁰ Schutz Kritischer Infrastrukturen. Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Bern.
www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/ski.html

3.3 Betroffenheit und Risiko

Die Betroffenheit und das Risiko werden für den Kanton und pro Gemeinde ausgewiesen. Abb. 4 zeigt exemplarisch eine Übersicht der Betroffenheit und des Risikos für einen Hauptprozess.

Zur Ermittlung der **Betroffenheit** werden die Gefahrengrundlagen mit den Schutzgütern für jeden Hauptprozess gemäss Anhang C verschnitten.

Für alle Schutzgüter wird ausgewiesen, welche Anzahl bzw. Menge des jeweiligen Schutzguts in einem Gefahren- oder Gefahrenhinweisgebiet liegt.

Die Schutzgüter Wohnbevölkerung, Beschäftigte und Gebäude konzentrieren sich primär auf die Siedlungsgebiete, für die eine detaillierte Gefahrenbeurteilung vorliegt. Für diese Schutzgüter wird zusätzlich die betroffene Anzahl bzw. Gebäudefläche nach Gefahrenstufe ausgewiesen. Diese Informationen resultieren aus einem Verschnitt mit den Gefahrenkarten.

Für die Schutzgüter Wohnbevölkerung, Beschäftigte und Gebäude wird weiter auch die Betroffenheit nach Eintretenswahrscheinlichkeit und Intensität, d.h. die bei den einzelnen Grundscenarien jeweils betroffene Anzahl Personen bzw. Gebäudefläche ausgewiesen. Diese Informationen resultieren aus einem Verschnitt mit den Intensitätskarten und werden für die Berechnung des Risikos benötigt.

Eine Person oder ein Gebäude kann durch mehrere Grundscenarien betroffen sein. Die Betroffenheit durch die Grundscenarien der Gefahrenbeurteilung liefert somit oft Werte, die grösser sind als die Anzahl der betroffenen Personen oder Gebäudefläche innerhalb des Gefahrengebiets bzw. innerhalb der jeweiligen Gefahrenstufen.

Für die Schutzgüter Wohnbevölkerung, Beschäftigte und Gebäude wird das **Risiko** gemäss Anhang D berechnet. Das Risiko wird also nur für diejenigen Schutzgüter ermittelt, die sich grösstenteils auf die Siedlungsgebiete konzentrieren und für die auch Intensitätskarten vorliegen. Für die übrigen Schutzgüter werden nach minimalen Standards keine Risiken berechnet. Dies, weil wesentliche Teile dieser Schutzgüter (z.B. Strassen oder Bahnen) oft ausserhalb der Siedlungsgebiete liegen und somit die für die Berechnung der Risiken notwendigen Angaben wie Eintretenswahrscheinlichkeiten und Intensitäten nicht vorhanden sind. Verfügt aber ein Kanton über entsprechende Grundlagen, kann er – als kantonspezifische Erweiterung der minimalen Standards – die Risiken auch für weitere Schutzgüter berechnen.

3.3.1 Betroffenheit

Aus dem Verschnitt der **Gefahrenkarten** und **Gefahrenhinweiskarten** mit den Nutzungsgrundlagen resultiert für jeden Hauptprozess die Information, welche Anzahl (z.B. bei Personen oder Kulturgütern) bzw. Menge (z.B. Summe der Gebäudeflächen) eines Schutzguts

- betroffen ist,
- innerhalb des Gefahrengebiets betroffen ist,
- innerhalb des Gefahrenhinweisgebiets betroffen ist.

Ausgewiesen werden folgende Kenngrössen:

- Betroffenheit in Anzahl, m² oder m

Bei den Schutzgütern Wohnbevölkerung, Beschäftigte und Gebäude wird die Betroffenheit weiter nach Gefahrenstufe dargestellt.

Ausgewiesen werden folgende Kenngrössen:

- Betroffenheit in Anzahl oder m²

Hauptprozess Wasser		BETROFFENE (in Gefahren- und Gefahrenhinweisgebieten)										BETROFFENHEIT (durch Szenarien)						RSIKO individuell		RSIKO kollektiv	
SCHUTZGUT	Beschreibung	gesamt	pro Gebiet	pro Gefahrenstufe					nach Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität						Individuelles Totenrisiko		kollektives Risiko				
				schw	mittel	hoch	extrem	sehr-extrem	30-jährlich	100-jährlich	1000-jährlich	extrem	Anzahl Personen mit $r > 10^4$	Schadenssumme Aw, pro Grundzenario [CHF]	Risiko [CHF/a]						
Personen	Wohnbevölkerung (Anz.)	11542	2497	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023	1023			
	Beschäftigte (Anz.)	850	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181			
Ermittelte Sachwerte	Gebäude (Anz.)	137304	33712	33712	33712	33712	33712	33712	33712	33712	33712	33712	33712	33712	33712	33712	33712	33712			
	Kubm (Anz.)	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331	331			
Wasser	Wasser (Anz.)	10790	2702	2702	2702	2702	2702	2702	2702	2702	2702	2702	2702	2702	2702	2702	2702	2702			
	Kubm (Anz.)	12725	4381	4381	4381	4381	4381	4381	4381	4381	4381	4381	4381	4381	4381	4381	4381	4381			
Energie	Energie (Anz.)	49848	2484	2484	2484	2484	2484	2484	2484	2484	2484	2484	2484	2484	2484	2484	2484	2484			
	KWh (Anz.)	111110	2940	2940	2940	2940	2940	2940	2940	2940	2940	2940	2940	2940	2940	2940	2940	2940			
Umwelt	Umwelt (Anz.)	7650	1838	1838	1838	1838	1838	1838	1838	1838	1838	1838	1838	1838	1838	1838	1838	1838			
	Kubm (Anz.)	29733	9146	9146	9146	9146	9146	9146	9146	9146	9146	9146	9146	9146	9146	9146	9146	9146			
Sonstige	Sonstige (Anz.)	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	Kubm (Anz.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

Abb. 4 Darstellung der Betroffenheit und der Risiken, gezeigt am Beispiel des Hauptprozesses Wasser.

Aus dem Verschnitt der **Intensitätskarten** mit Schutzgütern Wohnbevölkerung, Beschäftigte und Gebäude resultiert für jeden Hauptprozess die Information, wie viele Personen bzw. welche Gebäudefläche

- bei welchem Grundzenario,
- durch welche Intensität,

betroffen sind bzw. ist.

Ausgewiesen werden folgende Kenngrößen:

- Betroffenheit in Anzahl oder m^2

Beim Verschnitt der Gefahren- und Nutzungsgrundlagen wird nach Möglichkeit nach Teilprozessen gemäss Datenmodell Gefahrenkartierung unterschieden. Bei der tabellarischen Darstellung der Betroffenheit und des Risikos gemäss Abb. 4 werden die Ergebnisse pro Hauptprozess zusammengefasst.

Die Information zur Betroffenheit kann bereits als Basis für weitere Schritte bei der Umsetzung des integralen Risikomanagements dienen. So können beispielsweise die Informationen direkt Grundlagen für die Planungen einzelner Akteure (z.B. für Notfallplanungen, risikobasierte Raumplanung) sein.

Das Vorgehen zur Ermittlung der Betroffenheit ist in Anhang C beschrieben.

3.3.2 Risiko

Für die Schutzgüter Wohnbevölkerung und Beschäftigte werden die individuellen Todesfallrisiken am jeweiligen Wohn- bzw. Arbeitsort ermittelt. Daraus werden weiter auch die monetären Personenrisiken berechnet. Für das Schutzgut Gebäude wird das Gebäuderisiko in Form jährlicher Schadenerwartungswerte berechnet.

Die Beschränkung der Risikoberechnung auf Personen und Gebäude begründet sich darin, dass der Quantifizierung detaillierte Gefahrenbeurteilungen zu Grunde liegen müssen. Die Intensitätskarten decken hauptsächlich die Siedlungsgebiete ab, in welchen sich diese Schutzgüter grossmehrheitlich befinden und enthalten die für die Risikoberechnung notwendigen Angaben bezüglich Intensitäten und Eintretenswahrscheinlichkeiten.

Personenrisiken

Das individuelle Todesfallrisiko wird pro Hauptprozess für Personen in Gebäuden (Wohnbevölkerung und Beschäftigte) berechnet. Dieser Wert wird verglichen mit dem von der PLANAT¹¹ für das angestrebte Sicherheitsniveau empfohlenen und in der Praxis etablierten Wert von 10^{-5} / Jahr. In der Übersicht ausgewiesen werden:

- die Anzahl der Wohnbevölkerung und die Anzahl der Beschäftigten, deren individuelles Todesfallrisiko grösser ist als 10^{-5} / Jahr.

Um die Personenrisiken mit den Gebäuderisiken vergleichen zu können, werden die Personenrisiken zusätzlich auch in monetärer Form ermittelt. Die Monetarisierung erfolgt mittels des Betrags, den die Gesellschaft zur Verhinderung eines statistischen Todesfalls aufzuwenden bereit ist.

Ausgewiesen werden:

- das Schadenausmass [CHF] für Wohnbevölkerung und Beschäftigte pro Grundscenario;
- das Risiko [CHF/a] für Wohnbevölkerung und Beschäftigte über alle Grundscenarien.

Die Personenrisiken werden sowohl für den gesamten Kanton als auch für jede einzelne Gemeinde ausgewiesen.

Das Vorgehen zur Berechnung der Personenrisiken ist in Anhang D beschrieben.

Gebäuderisiken

Die Gebäuderisiken werden pro Hauptprozess für die Gebäudekategorien entsprechend den Hauptnutzungen

- Wohngebäude
- Industrie-/Gewerbegebäude
- gemischt genutzte Gebäude
- übrige Gebäude

in monetärer Form ermittelt.

Ausgewiesen werden:

- das Schadenausmass [CHF] pro Gebäudekategorie und pro Grundscenario;
- das Risiko [CHF/a] pro Gebäudekategorie über alle Grundscenarien.

Die Gebäuderisiken werden sowohl für den gesamten Kanton als auch für jede einzelne Gemeinde ausgewiesen.

Das Vorgehen zur Berechnung der Gebäuderisiken ist in Anhang D beschrieben.

¹¹ Sicherheitsniveau für Naturgefahren - Materialien. Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT, 2015, Bern. www.planat.ch/de/infomaterial-detailansicht/datum/2017/02/23/sicherheitsniveau-fuer-naturgefahren-1/

3.4 Cockpit

Die letzte Aggregationsstufe der kantonalen Risikoübersicht umfasst den Zusammenschluss ausgewählter Ergebnisse für alle Hauptprozesse. Das Cockpit enthält gemäss Abb. 5 die grafische Darstellung sowie die wichtigsten Kenndaten bezüglich Betroffenheit und Risiko. Diese Darstellung erlaubt eine zusammenfassende Sicht über alle Hauptprozesse.

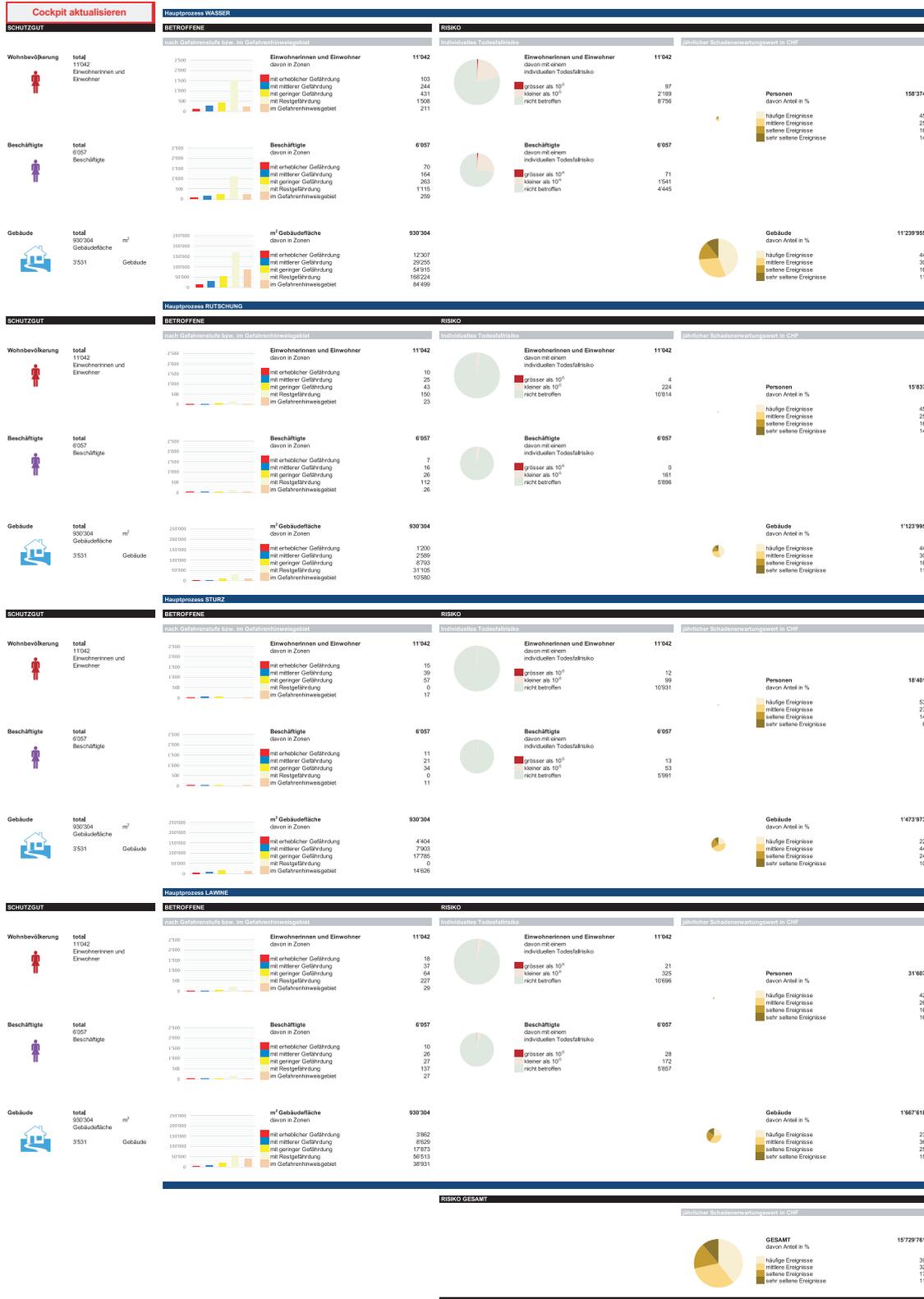


Abb. 5 Das Cockpit gemäss minimalen Standards, gezeigt am Beispiel für den gesamten Kanton.

Schutzgüter

Das Cockpit enthält die Angabe zur Gesamtzahl bzw. Gesamtmenge der Schutzgüter Wohnbevölkerung [Anzahl], Beschäftigte [Anzahl] und Gebäude [Gebäudefläche].

Betroffenheit nach Gefahrenstufe

Die Betroffenheit wird pro Schutzgut dargestellt. Ausgewiesen werden die Werte für die unterschiedlichen Gefahrenstufen (gelb-weiss gestreift, gelb, blau, rot) sowie das Gefahrenhinweisgebiet.

Individuelles Todesfallrisiko

Das individuelle Todesfallrisiko wird für die Wohnbevölkerung und die Beschäftigten dargestellt. Ausgewiesen wird jeweils die Anzahl Personen, deren individuelles Todesfallrisiko grösser ist als 10^{-5} / Jahr, die Anzahl der übrigen betroffenen Personen sowie der nicht betroffenen Personen.

Die Grösse der Darstellung ist proportional der Gesamtzahl der Wohnbevölkerung bzw. Gesamtzahl der Beschäftigten.

Monetäre Personen- und Gebäuderisiken

Die Risiken werden als jährlicher Schadenerwartungswert in CHF pro Jahr dargestellt. Ausgewiesen werden auch die Risikoanteile pro Grundszenario (häufig, mittel, selten, sehr selten).

Die Grösse der Darstellung ist proportional den jeweiligen Risikowerten für Personen und Gebäude.

4 Ergebnisse für den Bund

Für die Erstellung der nationalen Risikoübersicht liefern die Kantone dem Bund folgende Produkte:

- Darstellung der Betroffenheit und des Risikos für jeden Hauptprozess gemäss Abbildung 4 in Kapitel 3.3 für jede Gemeinde sowie für den gesamten Kanton.
- Cockpit gemäss Abbildung 5 in Kapitel 3.4 für jede Gemeinde sowie für den gesamten Kanton.

Die inhaltlich und formal harmonisierte Darstellung der Betroffenheit und des Risikos gemäss den Abbildungen 4 und 5 ermöglicht die Vergleichbarkeit zwischen den Kantonen sowie eine nationale Aggregation der kantonalen Übersichten.

5 Datenmodell

Das Geodatenmodell für Kantonale Risikoübersichten wird unter Federführung des BAFU im Verlauf des Jahres 2020 mit den kantonalen Fachstellen erarbeitet.

6 Ausblick

Bei der vorliegenden Dokumentation handelt es sich um eine erste Version der minimalen Standards. Bezüglich der Grundlagen gibt es absehbare Entwicklungen (neue Gefahreninformationen, detailliertere Nutzungsinformationen). Deshalb sind die Standards modular, anpassbar und erweiterbar gestaltet. Die nächsten anzustrebenden Weiterentwicklungen umfassen die standardmässige

- Integration Oberflächenabfluss,
- Differenzierung nach Prozessquellen,
- Berücksichtigung des Extremszenarios.

Berücksichtigung Prozess Oberflächenabfluss

Seit Juli 2018 liegt die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss vor. Mit dieser flächendeckenden und schweizweit einheitlich erarbeiteten Gefährdungskarte können Aussagen zur Betroffenheit der Schutzgüter gemacht werden. Es wird empfohlen, den Prozess Oberflächenabfluss zu berücksichtigen und die Betroffenheit für Oberflächenabfluss in einer eigenen Übersicht auszuweisen. Im Rahmen der Konsolidierung der vorliegenden Standards bestätigten etliche Kantone dieses Bedürfnis.

Prozessquellenspezifische Betrachtung

Die Umsetzbarkeit der vorliegenden Standards wurde im Rahmen eines Pilotprojekts geprüft und validiert. Im Pilot wurden zur Ermittlung der Risiken nebst den synoptischen Intensitätskarten auch die Intensitätskarten nach Prozessquellen verwendet. Ein Vergleich der Ergebnisse zeigt auf der Ebene Gemeinde relativ geringe Unterschiede. Die Risiken für Schutzgüter, welche von mehreren Prozessquellen desselben Teilprozesses betroffen sind, werden jedoch bei der Verwendung der synoptischen Intensitätskarten systematisch unterschätzt.

Verfügen die Kantone über Intensitätskarten nach Prozessquellen wird empfohlen, die Risiken gestützt auf diese zu ermitteln.

Berücksichtigung Extremszenario

Das Extremszenario ist wichtig für die Einsatzplanung. Zudem trägt es zum Gesamtrisiko bei. Deshalb ist es sinnvoll und nötig, das Extremszenario in der Risikoübersicht zu berücksichtigen. Dies setzt voraus, dass das Extremszenario im Rahmen der Gefahrenkartierung konsequent beurteilt wird.

7 Glossar

Begriff	Definition	Quelle
Betroffenheit	Eine Betroffenheit liegt vor, wenn ein Schutzgut in einem Gefahrengebiet oder Gefahrenhinweisgebiet eines Haupt- bzw. Teilprozesses liegt.	Eigene Definition (Spurgruppe Risikoübersichten)
Datenmodell	Datenbank- und systemunabhängige Beschreibung der Struktur und des Inhalts von Daten sowie ihrer Beziehungen untereinander. Ein konzeptionelles Datenmodell erleichtert somit den Datenaustausch. Das Datenmodell Gefahrenkartierung besteht aus zwei Anteilen: dem <i>minimalen</i> Datenmodell gemäss Geoinformationsgesetz und einem <i>erweiterten</i> Datenmodell, das nicht verpflichtend im Sinne des Gesetzes ist, das aber die heute bereits existierende Praxis abbildet oder einen normstiftenden Charakter für die Zukunft aufweist.	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)
Eintretenswahrscheinlichkeit (Jährlichkeit)	Mass für die erwartete Häufigkeit bzw. Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Ereignisses einer bestimmten Grösse. Bei Wassergefahren wird üblicherweise von der Jährlichkeit gesprochen, während bei Massenbewegungen der Begriff Eintretenswahrscheinlichkeit gängig ist. Die Information dahinter ist in beiden Fällen die gleiche.	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)
Gefahrengebiet	Aggregiertes Produkt der Gefahrenkartierung, das die gefährdeten Gebiete je Hauptprozess in vier verschiedenen Gefahrenstufen aufzeigt. Den Gefahrengebieten liegt eine detaillierte Gefahrenbeurteilung zu Grunde, welche im Allgemeinen auf Siedlungsgebiete und Verkehrswege beschränkt wird.	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)
Gefahrenhinweisgebiet	Gefahrenhinweisgebiete ergeben eine kantonsweite Übersicht je Hauptprozess (manchmal noch nach wenigen Teilprozessen untergliedert) über eine potenzielle Gefährdung; geringer Detaillierungsgrad.	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)
Gefahrenhinweiskarte	Produkt einer flächendeckend, d.h. für das gesamte Kantonsgebiet, durchgeführten groben Beurteilung zur potenziellen Gefährdung (ohne die Schwere der Gefährdung anzugeben).	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)
Gefahrenkartierung	Prozess zur Erstellung der Gefahrenkarten und aller ihrer nötigen Zwischenprodukte wie Kennwerte, Intensitäten etc.	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)
Gefahrenstufen	Gefahrengebiete sind einer bestimmten Gefahrenstufe zugeordnet. Diese werden in der Gefahrenkarte dargestellt. Die fünf Gefahrenstufen werden aus den Intensitäten und Eintretenswahrscheinlichkeiten ermittelt (keine, geringe, mittlere, erhebliche Gefährdung und Restgefährdung).	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)

Grundszenario	Beschreibung eines Ereignisses mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit, für welches die Gefahrensituation beurteilt werden soll. Es kann - insbesondere im Bereich Hochwasser - in weitere Teilszenarien unterteilt werden.	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)
Hauptprozess	Die Gefahrenkartierung bezieht sich auf die vier Hauptprozesse: Wasser, Rutschung, Sturz, Lawine.	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)
Hinweisprozess	Gefahrenprozess, für den eine Gefahrenbeurteilung mit geringerem Detaillierungsgrad vorliegt (Gefahrenbeurteilung auf Hinweisstufe).	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)
Intensitätskarte	<p>Aggregierungsstufe im Prozess der Gefahrenkartierung, bei welcher die Einwirkung eines Teilprozesses auf einen bestimmten Raum mittels Einteilung in drei Intensitätsstufen (schwach, mittel, stark) beschrieben wird. In den Intensitätskarten werden die Intensitäten kartographisch dargestellt.</p> <p><i>Synoptische Intensität</i> Intensität, die über alle bekannten Prozessquellen eines Haupt- oder Teilprozesses aggregiert ist.</p> <p><i>Prozessquellenspezifische Intensität bzw. Intensität pro Prozessquelle</i> Intensität für eine einzelne Prozessquelle eines bestimmten Teilprozesses. Bei Intensitäten pro Prozessquelle können neben dem Grundszenario zusätzlich noch verschiedene Teilszenarien eines Ereignisses betrachtet werden.</p>	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)
Prozessquelle	In einem bestimmten Raum kann die Gefährdung je Teilprozess von verschiedenen Quellen (Herkunftsräumen) stammen. Diese werden als Prozessquellen bezeichnet (z. B. verschiedene Bäche). Ihr Einwirkungsraum kann sich überlagern.	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)
Risiko	<p>Ausmass und Wahrscheinlichkeit möglicher Schäden. Charakteristische Kennwerte sind einerseits die Schadenhöhe bei gewissen Eintretenswahrscheinlichkeiten und andererseits der mittlere Schaden pro Jahr (jährlicher Schadenerwartungswert).</p> <p>Individuelles Risiko: Risiko, dem eine Einzelperson ausgesetzt ist.</p> <p>Kollektives Risiko: Risiko, dem eine Gemeinschaft als Ganzes ausgesetzt ist.</p>	ergänzt nach PLANAT 2013
Risikoanalyse, Risikoabschätzung	Verfahren, das dazu dient, ein Risiko hinsichtlich der Eintretenswahrscheinlichkeit und des Schadensausmasses zu charakterisieren und zu quantifizieren.	Wörterbuch Hochwasserschutz [527]

Risikoübersicht	Systematische Ermittlung der Betroffenheit und der Risiken aus gravitativen Naturgefahren, gestützt auf homogene und schweizweit verfügbare Gefahren- und Nutzungsgrundlagen. Die Risikoübersichten richten sich nach den minimalen Standards gemäss revidiertem Wasserbaugesetz.	Eigene Definition (Spurgruppe Risikoübersichten)
Schutzgut	Schutzgüter umfassen alle materiellen und immateriellen Werte, für die das Risiko auf ein akzeptables Mass zu begrenzen ist. In Anlehnung an das schweizerische Recht sowie die EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie sind für die öffentliche Hand die folgenden Kategorien von Schutzgütern wesentlich: <ul style="list-style-type: none"> • Personen • Erhebliche Sachwerte • Umwelt 	nach PLANAT 2013
Teilprozess	Unterscheidung eines Hauptprozesses nach Unterprozessen, Verfeinerung bzw. feinere Gliederung eines Hauptprozesses.	Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1)

8 Referenzen

Bundesamt für Umwelt BAFU (2017): Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1). Version 1.2: 23. Juni 2017

Bundesamt für Umwelt BAFU (2019): EconoMe - Wiki (Dokumentation EconoMe 5.0)
https://econome.ch/eco_work/eco_wiki_main.php (abgefragt, 23.12.2019)

Loat R., Meier E. (2003): Wörterbuch Hochwasserschutz. Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) (Hrsg.)

Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT (2013): Sicherheitsniveau für Naturgefahren.
www.planat.ch/de/infomaterial-detailansicht/datum/2017/02/23/sicherheitsniveau-fuer-naturgefahren-1

Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT (2015): Sicherheitsniveau für Naturgefahren – Materialien.
www.planat.ch/de/infomaterial-detailansicht/datum/2017/02/23/sicherheitsniveau-fuer-naturgefahren-1

Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT (2018): Umgang mit Risiken aus Naturgefahren. Strategie 2018.
www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/Strategie2018/Strategie_de.pdf



Anhang A

Minimale Standards Kantonale Risikoübersichten für gravitative Naturgefahren

GEFAHRENGRUNDLAGEN

A.1. Einleitung	3
A.2. Haupt- und Teilprozesse	3
A.3. Grundlagen und Alternativen	4



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU
Office fédéral de l'environnement OFEV
Ufficio federale dell'ambiente UFAM
Uffiz federal d'ambient UFAM

Geobasisdaten des Umweltrechts

Datenmodell Gefahrenkartierung

Identifikator 166.1

Version 1.2: 23. Juni 2017



A.1. Einleitung

Der Verschnitt der Gefahren- und Nutzungsgrundlagen bildet das Fundament der Risikoübersicht. Die Nomenklatur bezüglich Gefahrengrundlagen entspricht dem Datenmodell Gefahrenkartierung¹. Dieses ist in zwei Bereiche gegliedert:

- Minimales Datenmodell gemäss Art. 9 Geoinformationsverordnung, welches die für alle Kantone verbindlichen Bereiche abdeckt (obligatorischer Teil).
- Erweitertes Datenmodell, welches die übrigen Teile der Gefahrenkartierung abdeckt (fakultativer Teil)

Die vorgeschlagenen minimalen Standards für kantonale Risikoübersichten stützen sich ausserhalb der Gefahrengebiete auf Produkte, welche dem erweiterten Datenmodell zugeordnet sind. Verfügen die Kantone nicht über diese Produkte, werden in Kapitel A.3 Alternativen für diese Gefahrengrundlagen aufgezeigt.

A.2. Haupt- und Teilprozesse

Für die Erarbeitung der kantonalen Risikoübersichten gravitativer Naturgefahren nach minimalen Standards werden folgende Hauptprozesse bzw. Teilprozesse gemäss Datenmodell Gefahrenkartierung unterschieden:

Hauptprozess	Teilprozess
Wasser	Überschwemmung (inkl. Übersarung)
	Übermuring
	Ufererosion
Rutschung	permanente Rutschung
	plötzlicher Rutschprozess
Sturz	Stein- /Blockschlag
	Fels- /Bergsturz
	Eisschlag (inkl. Eissturz)
Einsturz/Absenkung	Einsturz
	Absenkung
Lawine	Fließlawine
	Staublawine
	Schneegleiten

Eisschlag sowie Einsturz/Absenkung sind Teil des Datenmodells Gefahrenkartierung. Sie werden bei der Risikoübersicht gemäss Minimalstandards jedoch nicht berücksichtigt, da diese Prozesse relativ selten und lokal eng begrenzt auftreten sowie bei der Gefahrenbeurteilung schweizweit uneinheitlich erfasst werden. Es steht den Kantonen aber frei, diese als kantonspezifische Erweiterung der minimalen Standards zu berücksichtigen.

¹ Datenmodell Gefahrenkartierung, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2017, Bern.
www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/zustand/karten/geodatenmodelle.html

Aufgrund seiner Bedeutung wird empfohlen, den Gefahrenprozess Oberflächenabfluss bei der Erarbeitung der Risikoübersichten ebenfalls zu berücksichtigen. Mit der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss² steht seit 2018 eine nach einheitlicher Methode erarbeitete, schweizweit verfügbare Grundlage zur Verfügung.

A.3. Grundlagen und Alternativen

Für die Erstellung der Risikoübersichten sind die jeweils qualitativ besten Gefahrengrundlagen zu verwenden.

Im Gefahrenggebiet bzw. im Gebiet mit einer detaillierten Gefahrenbeurteilung, basieren die kantonalen Risikoübersichten nach minimalen Standards auf den **Gefahrenkarten** und **Intensitätskarten**. Diese werden erstellt für Grundszenarien, welchen unterschiedliche Eintretenswahrscheinlichkeiten zugeordnet sind. Mit Intensitätskarten können Risiken ermittelt werden. Falls bei der Gefahrenbeurteilung nach Teilprozessen differenziert wurde, werden die Intensitätskarten nach Teilprozessen verwendet. Falls nicht nach Teilprozessen unterschieden wurde, werden die Intensitätskarten nach Hauptprozessen verwendet. Sind keine Intensitätskarten vorhanden, werden nur die verfügbaren Gefahrenkarten verwendet. In diesem Fall wird nur die Betroffenheit ausgewiesen.

Im Gefahrenhinweisgebiet bzw. im Gebiet ohne detaillierter Gefahrenbeurteilung, basieren die kantonalen Risikoübersichten nach minimalen Standards auf den **Gefahrenhinweiskarten**. Im Gefahrenhinweisgebiet wird grundsätzlich nur die Betroffenheit der Schutzgüter ausgewiesen, da die Gefahrengrundlagen nicht für Risikoanalysen geeignet sind.

Gefahrengrundlage zur Ermittlung der Betroffenheit	
Im Gefahrenggebiet	<p><i>Falls Gefahrenkarten und Intensitätskarten vorhanden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> > Gefahrenkarten nach Hauptprozess und > Intensitätskarten nach Teilprozessen oder > Intensitätskarten nach Hauptprozessen <p><i>Falls Intensitätskarten nicht vorhanden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> > Gefahrenkarten nach Hauptprozess
Im Gefahrenhinweisgebiet	<p><i>Falls Gefahrenhinweiskarten vorhanden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> > Gefahrenhinweiskarten <p><i>Falls Gefahrenhinweiskarten nicht vorhanden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> > für den <u>Hauptprozess Wasser</u>: Flutzonen Aquaprotect³ mit Wiederkehrdauer 500 Jahre > für die <u>übrigen Hauptprozesse</u>: Prozessflächen SilvaProtect-CH⁴

² Gefährdungskarte Oberflächenabfluss, Bundesamt für Umwelt BAFU, Schweizerischer Versicherungsverband SVV, Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen VKG, 2018, Bern
<https://www.bafu.admin.ch/oberflaechenabfluss>

³ Aquaprotect, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2008, Bern.
www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahrengrundlagen/aquaprotect.html

⁴ SilvaProtect-CH, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2013, Bern.
www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahrengrundlagen/silvaprotect-ch.html

Gefahrengrundlage zur Ermittlung des **Risikos**

Im Gefahrengebiet	> Intensitätskarten nach Teilprozessen oder > Intensitätskarten nach Hauptprozessen
Ausserhalb des Gefahrengebietes	Keine Quantifizierung der Risiken



Anhang B

Minimale Standards Kantonale Risikoübersichten für gravitative Naturgefahren

NUTZUNGSGRUNDLAGEN

B.1. Einleitung	3
B.2. Ausgangsdatensätze und Attribute für die betrachteten Schutzgüter	3
B.3. Erweiterter Gebäudedatensatz	7

Kategorie	Schutzgut		Betroffenheit	Risiko individuell	Risiko kollektiv
Personen		Wohnbevölkerung	✓	✓	✓
		Beschäftigte	✓	✓	✓
Erhebliche Sachwerte		Gebäude	✓		✓
		Infrastruktur Strasse	✓		
		Infrastruktur Bahn	✓		
		Kulturgüter	✓		
		Bauzonen	✓		
		Lebensgrundlagen des Menschen - Boden	✓		
		Lebensgrundlagen des Menschen - Wasser: Grundwasserschutzgebiet	✓		
		Sonderobjekte	✓		

B.1. Einleitung

Die Nutzungsgrundlagen müssen die betrachteten Schutzgüter möglichst umfassend abdecken. Die in der Risikoübersicht betrachteten Schutzgüter entsprechen der Systematik der PLANAT von 2013¹. Berücksichtigt werden Schutzgüter aus den beiden Kategorien «Personen» und «Erhebliche Sachwerte».

Zur Ermittlung von Betroffenheit und Risiko werden bezüglich der Nutzungen schweizweit homogen erhobene Datensätze verwendet.

Die Datensätze werden nach Möglichkeit in ihrer Ausgangsform verwendet.

Eine Ausnahme stellen Gebäude dar. Da sowohl der Sachwert als auch die Empfindlichkeit eines Gebäudes von dessen Art bzw. Nutzung abhängen, muss eine adäquate Differenzierung möglich sein. Da der Gebäudedatensatz swissTLM3D diesbezüglich – zumindest noch heute – zu wenig Informationen enthält, muss diese Differenzierung durch Überlagerung mit weiteren Datensätzen erfolgen. Ausgehend vom Datensatz swissTLM3D entsteht dadurch ein erweiterter Gebäudedatensatz, welcher zusätzliche Informationen enthält.

B.2. Ausgangsdatsätze und Attribute für die betrachteten Schutzgüter

Schutzgut	Wohnbevölkerung
Herausgeber	Bundesamt für Statistik BFS
Bezeichnung Datensatz	STATPOP (Haushaltsdatensatz)
Jahr	2017
Einheit	Anzahl Personen
Geometrietyp	Punkt (metergenau)
Attribute minimal	✓ countOfPersonTotal: Anzahl Personen (Total) = <i>ständige und nichtständige Wohnbevölkerung am Haupt- und Nebenwohnsitz</i>

Schutzgut	Beschäftigte
Herausgeber	Bundesamt für Statistik BFS
Bezeichnung Datensatz	Statistik der Unternehmensstruktur STATENT
Jahr	2016
Einheit	Anzahl Personen
Geometrietyp	Punkt (metergenau)
Attribute minimal	✓ EMPTOT: Anzahl Beschäftigte (Total) ✓ Attribut Sektor (Landwirtschaft, Innendienst, Aussendienst) als erweiterter Standard mitnehmen
Hinweis Bearbeitung	- Umgang mit NoLoc Daten: → NoLoc Daten <u>nicht</u> berücksichtigen. 3.24 % aller Beschäftigten sind nicht lokalisierbar und in Sammelhektaren im Gemeindezentrum erfasst. Dies kann unerwünschte Einflüsse in kleinräumigen Analysen zur Folge haben.

¹ Sicherheitsniveau für Naturgefahren. Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT, 2013, Bern.
www.planat.ch/de/infomaterial-detailansicht/datum/2017/02/23/sicherheitsniveau-fuer-naturgefahren-1/

Schutzgut	Gebäude
Herausgeber	Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Bezeichnung Datensatz	swissTLM3D Gebäude Footprint
Jahr	2017
Einheit	Gebäudefläche in m ²
Geometrietyp	Polygon
Attribute minimal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Shape_Area ✓ Ab 2019: FederalBuildingId: Eidg. Gebäudeidentifikator (EGID)
Hinweis Bearbeitung	Der Datensatz swissTLM3D Gebäude Footprint wird zu einem erweiterten Gebäudedatensatz aufbereitet (Bereinigung der Überlappung sowie Verschnitte mit weiteren Datensätzen, um für die bei der Risikoberechnung notwendigen Informationen bezüglich Gebäudeklassierungen nach Hauptnutzungen zu erhalten, siehe Ausführungen in Kap. B.3 zum erweiterten Gebäudedatensatz).

Schutzgut	Gebäude
Herausgeber	Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Bezeichnung Datensatz	swissBUILDINGS3D 2.0
Jahr	2016
Einheit	Gebäudehöhen (min und max) in m ü.M.
Geometrietyp	Bei ESRI FGDB und ESRI Shapefile sind es MultiPatches
Attribute minimal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ z-Koordinaten (min und max) ✓ Ab 2019: FederalBuildingId: Eidg. Gebäudeidentifikator (EGID)
Hinweis Bearbeitung	Die minimalen und maximalen z-Koordinatenwerte werden über eine räumliche Verbindung dem Datensatz swissTLM3D Gebäude Footprint übertragen. Bei mehreren Werten müssen diese gemittelt werden. Die Gebäudehöhe rechnet sich aus der Differenz aus der minimalen und der maximalen z-Koordinate. Als Grundrissfläche wird die Shape_Area des Datensatzes swissTLM3D Gebäude Footprint gewählt.

Schutzgut	Infrastruktur Strasse
Herausgeber	Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Bezeichnung Datensatz	swissTLM3D, Feature Class TLM_STRASSE
Jahr	2017
Einheit	Länge in Meter
Geometrietyp	line
Attribute minimal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Shape_Length ✓ Attributname EIGENTUEMER <ul style="list-style-type: none"> GDB-Code 100 Bund 200 Kanton 300 Gemeinde

Schutzgut	Infrastruktur Bahn
Herausgeber	Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Bezeichnung Datensatz	swissTLM3D, Feature Class TLM_EISENBAHN
Jahr	2017
Einheit	Länge in Meter
Geometriotyp	line
Attribute minimal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Shape_Length ✓ Attributname OBJEKTART <ul style="list-style-type: none"> GDB Code 0 Normalspur 2 Schmalspur 4 Schmalspur mit Normalspur

Schutzgut	Kulturgüter
Herausgeber	Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
Bezeichnung Datensatz	Schweizerisches Inventar der Kulturgüter von nationaler und regionaler Bedeutung
Jahr	2015
Einheit	Objekt
Geometriotyp	Punkt / Fläche
Attribute minimal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Objekt Nummer ✓ Kategorie A (Objekt von nationaler Bedeutung) ✓ Beschreibung (Name des Objektes)

Schutzgut	Bauzonen
Herausgeber	Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Bezeichnung Datensatz	Bauzonen Schweiz (harmonisiert)
Jahr	2015
Einheit	Bauzonenfläche in m ²
Geometriotyp	Polygon
Attribute minimal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Shape_Area ✓ Code HN (Hauptnutzung 9 Kategorien)

Schutzgut	Lebensgrundlage des Menschen - Boden (offene Kategorie)
Herausgeber	
Bezeichnung Datensatz	
Jahr	
Einheit	
Geometriotyp	
Attribute minimal	
Hinweis Bearbeitung	Kantonale Risikoübersichten haben eine <i>offene</i> Kategorie Boden. Offene Kategorie bedeutet, dass keine Nutzungsgrundlagen als minimale Standard vorgegeben werden, da keine national verfügbaren und homogen erhobenen Datensätze vorliegen. Es wird empfohlen, das Schutzgut zu berücksichtigen und kantonal verfügbare Nutzungsgrundlagen zu verwenden, z.B. Datensätze zu intensiv genutzten Landwirtschaftsflächen und Rebbergen.

Schutzgut	Lebensgrundlage des Menschen - Wasser
Herausgeber	Bundesamt für Umwelt BAFU (von den Kantonen erstellt, nachgeführt)
Bezeichnung Datensatz	Grundwasserschutzzonen
Jahr	2015
Einheit	Schutzzone in m ²
Geometriotyp	Polygon
Attribute minimal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ S1 Grundwasserschutzzone = Fassungsbereich, unmittelbare Umgebung (10m) einer Grundwasserfassung bzw. einer Anlage zur Grundwasseranreicherung ✓ S2 Grundwasserschutzzone = Engere Schutzzone, damit das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten nahe von Grundwasserfassungen und -anreicherungsanlagen nicht verunreinigt wird bzw. bei Grundwasserleiter keine Krankheitserreger ins GW gelangen
Hinweis Bearbeitung	Schweizweit harmonisierter Datensatz, kann deshalb stellenweise von den originalen kantonalen Daten abweichen, letzter Zusammenschluss vom BAFU 2015 zu nationalem Datensatz. Nachher via kantonale Geodienste.

Schutzgut	Sonderobjekt (offene Kategorie)
Herausgeber	
Bezeichnung Datensatz	
Qualitative Beschreibung	<p>Definition:</p> <p>Sonderobjekte (Güter und Dienstleistungen) stellen konzentrierte Risiken dar. Die Bedeutung von Sonderobjekten ist je nach Betrachtungsebene (Land, Region, Ort) unterschiedlich und muss deshalb für jede Stufe identifiziert werden. Art, Typ und mögliche Konsequenzen werden qualitativ beschrieben, wobei insbesondere den indirekten Folgen von Schadenereignissen spezielle Aufmerksamkeit geschenkt wird. Lebenswichtige Güter und Dienstleistungen werden vor allem durch Objekte sichergestellt, die sich auch im SKI-Inventar (Schutz Kritischer Infrastrukturen) finden.</p> <p>Zu Sonderobjekten gehören Gebäude, Anlagen oder Einrichtungen,</p> <ul style="list-style-type: none"> • in denen sich viele in ihrer Beweglichkeit beschränkte oder schwer zu evakuierende Personen aufhalten (z.B. Spitäler, Schulen, Heime, Gefängnisse, ...) • in denen sich Einrichtungen mit der Funktion der Personenrettung befinden (Feuerwehr, Einsatzzentrale, ...) • in denen sich Einrichtungen mit einer essentiell wichtigen und versorgungsrelevanten Funktion befinden (Trinkwasser, Strom, Gas, Kläranlage, ...) • an denen grosse umweltrelevante Folgeschäden auftreten können (z.B. Störfallbetriebe oder Lager von gefährlichen Stoffen) • bei denen bereits bei Ereignissen mit geringer Intensität sehr grosse finanzielle Schäden zu erwarten sind (z.B. Telefonzentralen, Kläranlagen)
Hinweis Bearbeitung	Kantonale Risikoübersichten haben eine <i>offene</i> Kategorie Sonderobjekte. Offene Kategorie bedeutet, dass keine Nutzungsgrundlagen als minimale Standard vorgegeben werden, da keine national verfügbaren und homogen erhobenen Datensätze vorliegen. Es wird empfohlen, das Schutzgut zu berücksichtigen und kantonal verfügbare Nutzungsgrundlagen zu verwenden, z.B. der kantonale Auszug aus dem SKI-Inventar (Schutz kritischer Infrastrukturen). Dieser kann von den kantonalen Fachstellen beim Bundesamt für Bevölkerungsschutz bestellt werden.

B.3. Erweiterter Gebäudedatensatz

Zur Ermittlung von Betroffenheit und Risiko darf der Gebäudedatensatz keine überlappenden Grundrissflächen enthalten. Da der swissTLM3D Datensatz überlappende Grundrisse aufweist, bedingt dies eine entsprechende Bereinigung.

Für die Unterscheidung der verschiedenen Gebäudekategorien sowie für die Ermittlung der Gebäudewerte müssen auch die Volumina der Gebäude bekannt sein. Dies bedingt die Kenntnis der Gebäudehöhen.

Diese Anforderungen können erreicht werden, indem im swissTLM3D Datensatz zunächst überlappende Gebäudegrundrisse bereinigt und der Gebäudedatensatz anschliessend gemäss Abb. B.1 mit Informationen aus folgenden Datensätzen kombiniert wird:

- 3D-Gebäude: swissBUILDINGS3D (Vereinfachte 3D-Gebäude der Schweiz)
- Wohnbevölkerung: STATPOP (Haushaltdatensatz)
- Beschäftigte: STATENT (Statistik der Unternehmensstruktur)
- Bauzonen: Bauzonen Schweiz (harmonisiert)

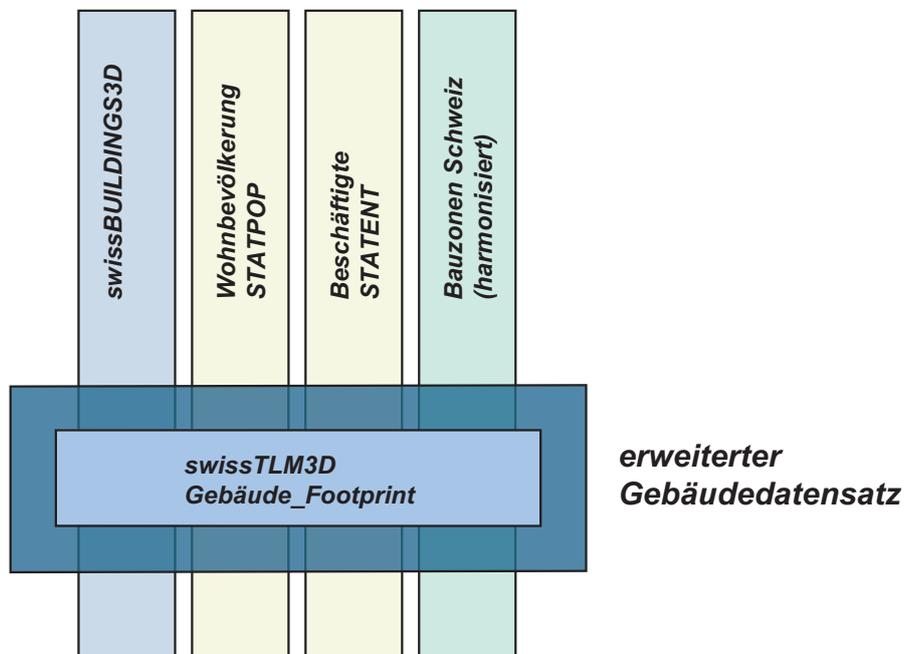


Abb. B.1 Aufbereitung des erweiterten Gebäudedatensatzes durch Kombination des swissTLM3D Datensatzes mit weiteren Datensätzen.

Aus dieser Kombination resultiert – ausgehend vom Datensatz swissTLM3D Gebäude Footprint – ein **erweiterter Gebäudedatensatz**.

Dieser enthält **überschneidungsfreie Gebäudegrundrisse** (Gebäudepolygone) und somit auch die Grundrissflächen aller im Datensatz enthaltenen Gebäude.

An jeden Gebäudegrundriss sind gemäss Tab. B.1 folgende **zusätzliche Informationen** gekoppelt:

- **Nutzung** des Gebäudes, unterschieden nach Wohngebäude, Industrie- / Gewerbegebäude, Gebäude mit gemischter Nutzung, übrige Gebäude
- **Anzahl Wohneinheiten** (bei Wohngebäuden und Gebäuden mit gemischter Nutzung)
- **Differenzierung der übrigen Gebäude** nach unbewohnten Nebengebäuden bzw. unbewohnten Landwirtschaftsgebäuden aufgrund ihrer Lage innerhalb bzw. ausserhalb der Bauzone

- mittlere Gebäudehöhe und somit auch das **Gebäudevolumen** (Grundrissfläche x mittlere Gebäudehöhe) aller im Datensatz enthaltenen Gebäude
- zugeordnete **Objektart gemäss EconoMe** sowie entsprechende **EconoMe ID**

Tab. B.1 Zusatzinformationen im erweiterten Gebäudedatensatz.

Kategorie gemäss Nutzung	Zusatzinformation	zugeordnete Objektart gemäss EconoMe	EconoMe ID
Wohngebäude	Anzahl Wohneinheiten	Einfamilienhaus (1 Wohneinheit)	1
	Gebäudevolumen	Mehrfamilienhaus (mehr als 1 Wohneinheit)	87
Industrie- / Gewerbegebäude	Gebäudevolumen	Industrie- / Gewerbegebäude	6
Gebäude mit gemischter Nutzung	Anzahl Wohneinheiten	Einfamilienhaus (1 Wohneinheit)	1
	Gebäudevolumen	Mehrfamilienhaus (mehr als 1 Wohneinheit)	87
übrige Gebäude	unbewohnte Nebengebäude (innerhalb Bauzone)	Garage (Parkeinheit inkl. Fahrhabe) (Gebäudevolumen $\leq 100 \text{ m}^3$)	4
		Industrie- / Gewerbegebäude (Gebäudevolumen $> 100 \text{ m}^3$)	6
	unbewohntes Landwirtschaftsgebäude (ausserhalb Bauzone)	Schuppen / Remise (Gebäudevolumen $\leq 100 \text{ m}^3$)	3
		Stall (mit Viehbestand) (Gebäudevolumen $> 100 \text{ m}^3$)	2

Erläuterungen zu den einzelnen Elementen des erweiterten Gebäudedatensatzes

- **überschneidungsfreie Gebäudegrundrisse**

Zur Bereinigung der sich im swissTLM3D überlappenden Gebäudegrundrisse werden solche in einem geographischen Informationssystem gemäss Abb. B.2 zusammengeführt (dissolve, ohne Multipart-Features zu erstellen).

- **mittlere Gebäudehöhe**

Die Ermittlung der Gebäudehöhe erfolgt mit Hilfe des 3D Gebäudedatensatzes swissBUILDINGS3D von swisstopo (Abb. B.2). Aus diesem werden für die Teilgrundrisse eines Gebäudes die maximale und die minimale z-Koordinate extrahiert. Bei zusammengeführten Grundrissen werden die maximalen und minimalen z-Koordinaten über den zusammengeführten Grundriss gemittelt. Die Differenz der maximalen und minimalen z-Koordinaten bzw. der gemittelten maximalen und minimalen z-Koordinaten entspricht der mittleren Gebäudehöhe.

Es ist sinnvoll, bei diesem Arbeitsschritt die Information zum Gebäudevolumen (Grundrissfläche und Gebäudehöhe, bzw. Produkt daraus) dem Objekt zuzuordnen, da sie später für die Berechnung des Gebäudewertes benötigt wird (siehe Anhang D, Kap. D.3.2).

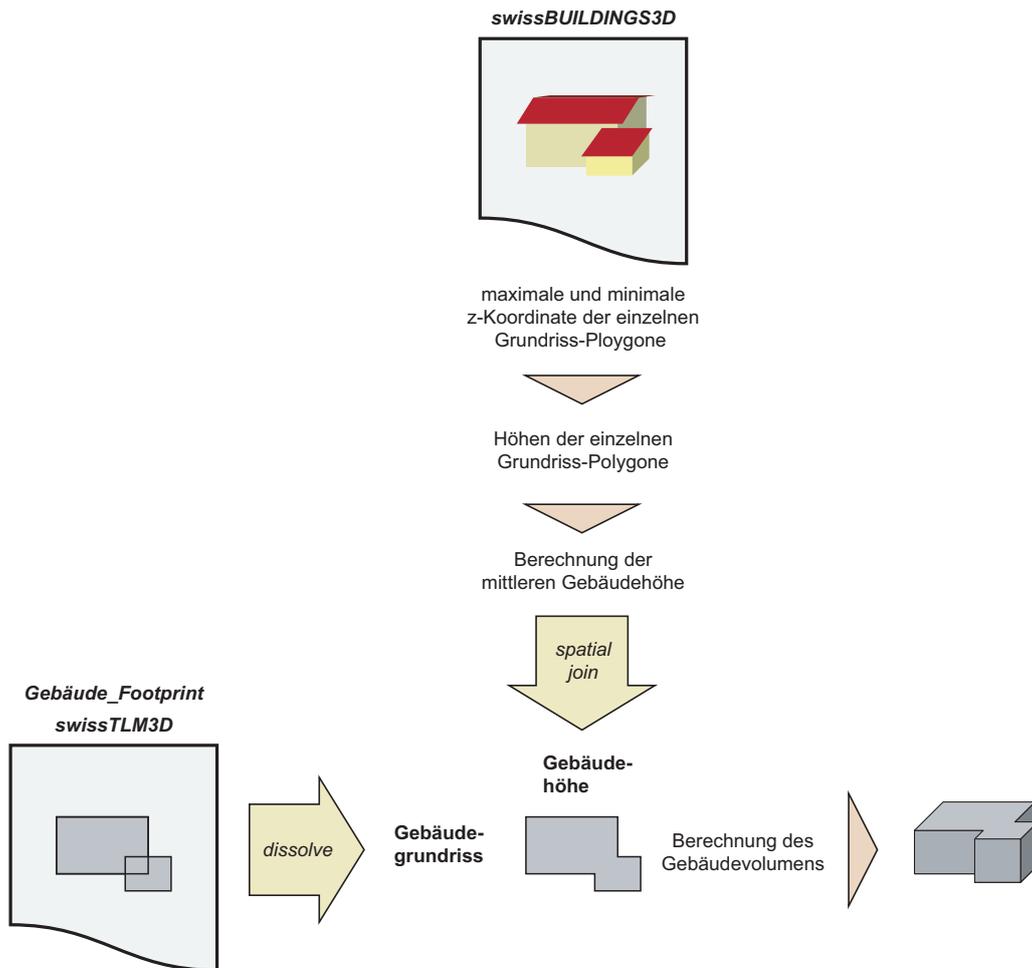


Abb. B.2 Bereinigung von überlappenden Teilgrundrissen und Ermittlung der mittleren Gebäudehöhe als Basis für die Berechnung des Gebäudevolumens.

- **Nutzung**

Die Unterscheidung bezüglich Nutzung beruht auf der Überlagerung des bezüglich Überlappungen bereinigten Datensatzes swissTLM3D Gebäude Footprint mit den Datensätzen STATPOP und STATENT. Es lassen sich gemäss Abb. B.3 damit Gebäude mit folgenden Nutzungen unterscheiden:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| Wohngebäude | Gebäudegrundrisse, auf welchen einer oder mehrere STATPOP-Datenpunkte liegen |
| Industrie- / Gewerbegebäude | Gebäudegrundrisse, auf welchen einer oder mehrere STATENT- Datenpunkte liegen |
| Gebäude mit gemischter Nutzung | Gebäudegrundrisse, auf welchen einer oder mehrere STATPOP- Datenpunkte und einer oder mehrere STATENT-Punkte liegen |
| übrige Gebäude | Gebäudegrundrisse, auf welchen keine STATPOP- Datenpunkte und keine STATENT- Datenpunkte liegen |

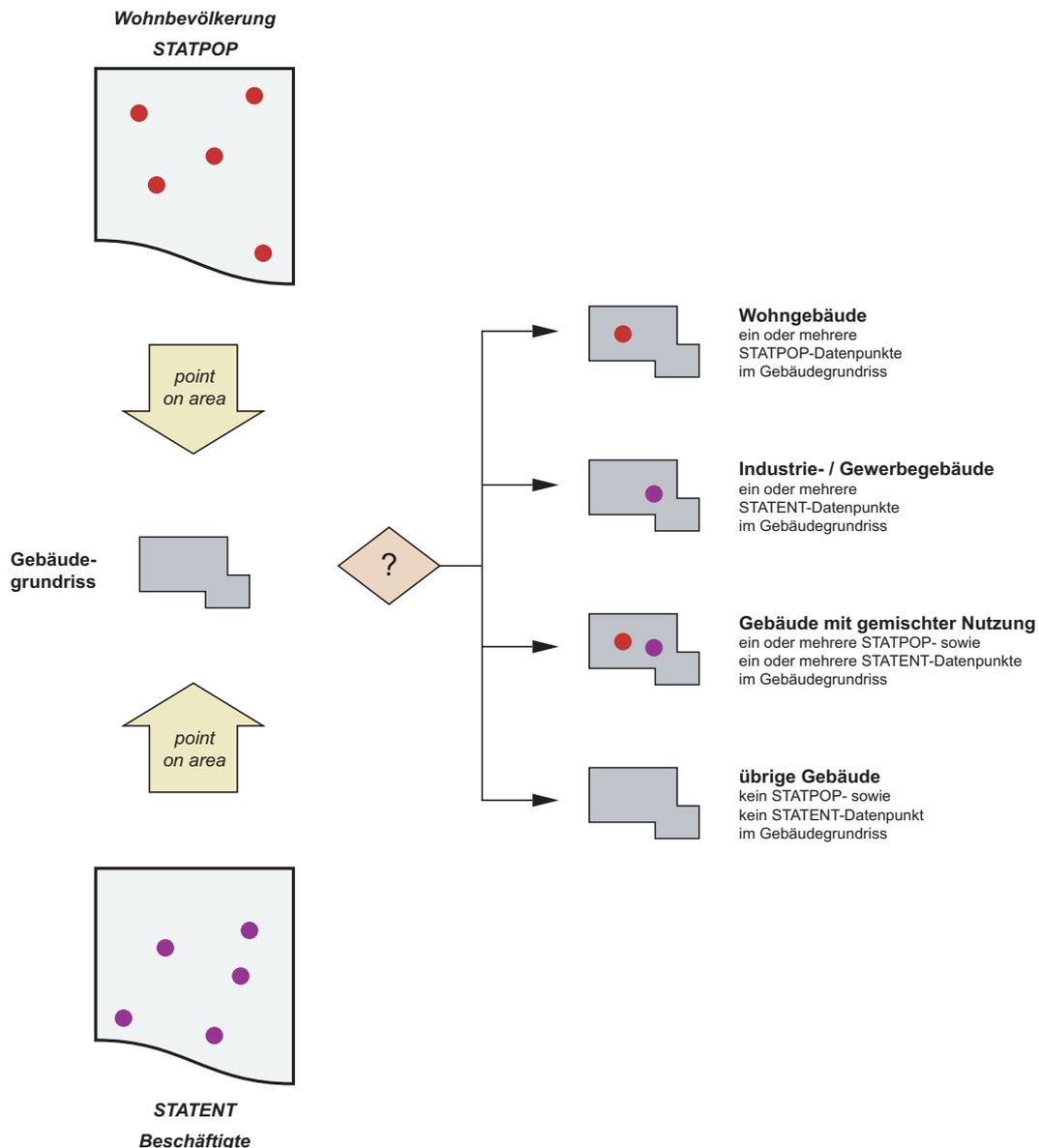


Abb. B.3 Unterscheidung der Gebäude nach Nutzung durch Überlagerung des bezüglich Überlappungen bereinigten Datensatzes swissTLM3D Gebäude Footprint mit den Personen-Datensätzen STATPOP (Haus-halt-datensatz) und STATENT (Statistik der Unternehmensstruktur).

- **Objektart gemäss EconoMe, EconoMe ID**

Insbesondere die Kategorie «übrige Gebäude» enthält Bauten mit sehr unterschiedlichen Werten und Empfindlichkeiten. Deshalb ist bei dieser Kategorie eine weitergehende Differenzierung notwendig. Die Daten erlauben zudem auch in der Kategorie «Wohngebäude» eine Differenzierung nach Ein- und Mehrfamilienhäusern.

Abb. B.4 zeigt die Differenzierung für Wohngebäude, Industrie- / Gewerbegebäude sowie gemischt genutzte Gebäude sowie deren Zuordnung zu einzelnen EconoMe-Objektarten (EconoMe ID).

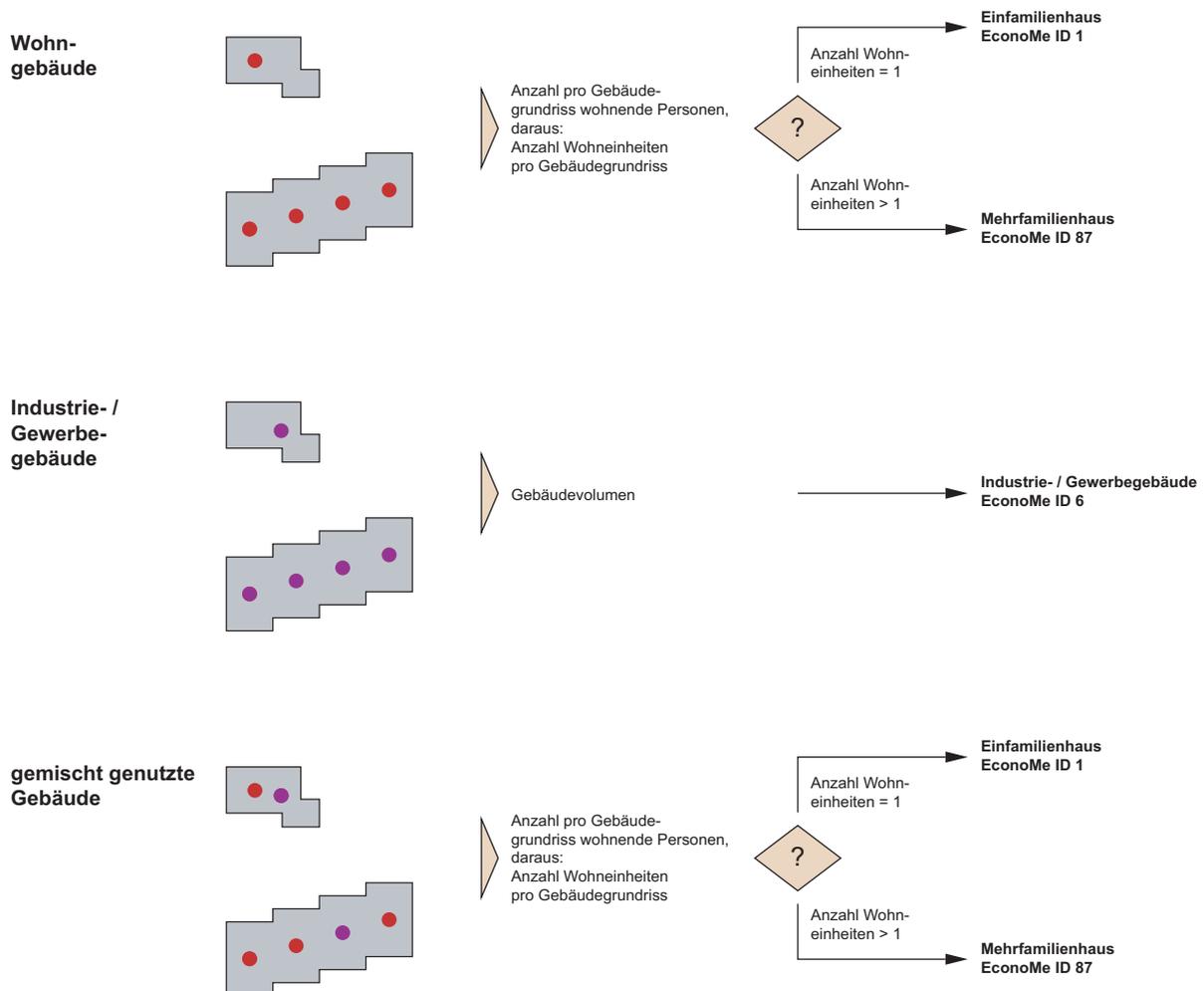


Abb. B.4 Weitergehende Differenzierung sowie Zuordnung zu einzelnen EconoMe-Objektarten (EconoMe ID) für Wohngebäude, Industrie- / Gewerbegebäude sowie gemischt genutzte Gebäude.

Wohngebäude

Anhand der innerhalb eines Gebäudegrundrisses liegenden STATPOP-Datenpunkte wird die Gesamtzahl N_{tot} der im entsprechenden Gebäude wohnenden Personen ermittelt. Aus N_{tot} und der statistischen mittleren Belegung pro Wohneinheit resultiert die Anzahl Wohneinheiten. Für die statistische mittlere Belegung pro Wohneinheit wird aktuell in EconoMe ein Wert von 2.24 Personen / Wohneinheit verwendet.

Für $N_{tot} \leq 2$ ist die Anzahl Wohneinheiten gleich 1. Für $N_{tot} \geq 3$ wird der Wert des Quotienten $N_{tot}/2.24$ auf die nächste ganze Zahl abgerundet, d.h.

für $x \leq \frac{N_{tot}}{2.24} < x + 1$ ist die Anzahl Wohneinheiten = x .

Ausgehend von der Anzahl Wohneinheiten werden die Gebäude folgenden EconoMe-Objektarten zugeordnet:

- Anzahl Wohneinheiten = 1: Einfamilienhaus, EconoMe ID 1
- Anzahl Wohneinheiten ≥ 2 : Mehrfamilienhaus, EconoMe ID 87

Es ist sinnvoll, bei diesem Arbeitsschritt die Information über die Anzahl Wohneinheiten (x) dem Objekt zuzuordnen, da sie später für die Berechnung des Gebäudewertes benötigt wird (siehe Anhang D, Kap. D.3.2).

Industrie- / Gewerbegebäude

Gebäude dieser Kategorie werden nicht weiter differenziert, sie werden folgender EconoMe-Objektart zugeordnet: Industrie- / Gewerbegebäude, EconoMe ID 6

gemischt genutzte Gebäude

Gemischt genutzte Gebäude werden als Wohngebäude betrachtet. Aus den innerhalb des Grundrisses wohnenden Personen ergibt sich – wie bei Wohngebäuden – die Anzahl Wohneinheiten. Gestützt auf die Anzahl Wohneinheiten werden die Gebäude folgenden EconoMe-Objektarten zugeordnet:

- Anzahl Wohneinheiten = 1: Einfamilienhaus, EconoMe ID 1
- Anzahl Wohneinheiten \geq 2: Mehrfamilienhaus, EconoMe ID 87

übrige Gebäude

Bei übrigen Gebäuden wird gemäss Abb. B.5 unterschieden, ob

- sie **innerhalb der Bauzone** liegen und **unbewohnte Nebengebäude** sind, oder
- sie **ausserhalb der Bauzone** liegen und **unbewohnte Landwirtschaftsgebäude** sind.

Anhand des Gebäudevolumens wird weiter differenziert nach:

- **unbewohntes Nebengebäude** mit einem Gebäudevolumen $\leq 100 \text{ m}^3$
Zuordnung zur EconoMe-Objektart: Garage (Parkeinheit inkl. Fahrhabe), EconoMe ID 4
- **unbewohntes Nebengebäude** mit einem Gebäudevolumen $> 100 \text{ m}^3$
Zuordnung zur EconoMe-Objektart: Industrie- / Gewerbegebäude, EconoMe ID 6
- **unbewohntes Landwirtschaftsgebäude** mit einem Gebäudevolumen $\leq 100 \text{ m}^3$
Zuordnung zur EconoMe-Objektart: Schuppen / Remise, EconoMe ID 3
- **unbewohntes Landwirtschaftsgebäude** mit einem Gebäudevolumen $> 100 \text{ m}^3$
Zuordnung zur EconoMe-Objektart: Stall (mit Viehbestand), EconoMe ID 2

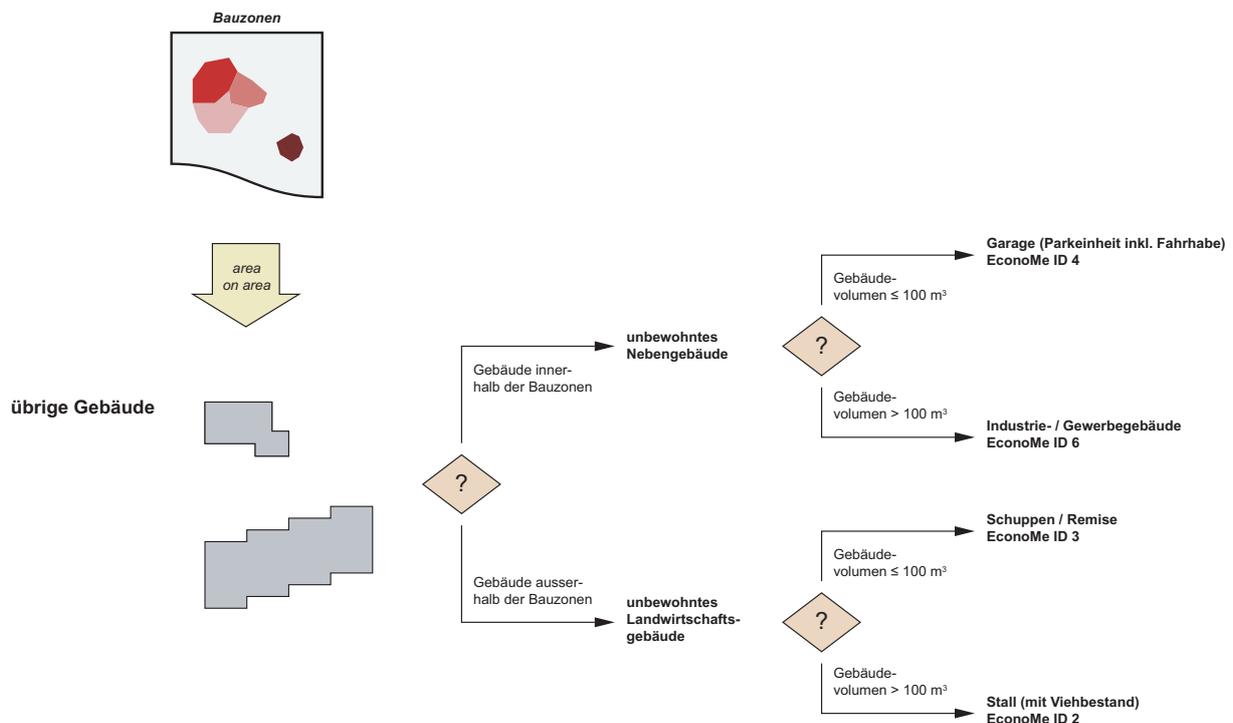


Abb. B.5 Weitergehende Differenzierung sowie Zuordnung zu einzelnen EconoMe-Objektarten (EconoMe ID) für übrige Gebäude.



Anhang C

Minimale Standards Kantonale Risikoübersichten für gravitative Naturgefahren

BETROFFENHEIT

C.1	Einleitung	3
C.2	Betroffenheit Schutzgüter	4
C.2.1	Personen	4
C.2.2	Gebäude.....	5
C.2.3	Infrastruktur - Strasse.....	6
C.2.4	Infrastruktur - Bahn.....	6
C.2.5	Kulturgüter.....	7
C.2.6	Bauzonen	7
C.2.7	Lebensgrundlagen - Boden	8
C.2.8	Lebensgrundlagen - Wasser	8
C.2.9	Sonderobjekte	9

Kategorie	Schutzgut		Betroffenheit	Risiko individuell	Risiko kollektiv
Personen		Wohnbevölkerung	✓	✓	✓
		Beschäftigte	✓	✓	✓
Erhebliche Sachwerte		Gebäude	✓		✓
		Infrastruktur Strasse	✓		
		Infrastruktur Bahn	✓		
		Kulturgüter	✓		
		Bauzonen	✓		
		Lebensgrundlagen des Menschen - Boden	✓		
		Lebensgrundlagen des Menschen - Wasser: Grundwasserschutzgebiet	✓		
		Sonderobjekte	✓		

C.1 Einleitung

Die Ermittlung der Betroffenheit und der Risiken erfolgt durch Überlagerung der Gefahren- und Nutzungsgrundlagen. Für die Ermittlung der Betroffenheit, wie auch zur Berechnung der Risiken, ist bei verschiedenen Schutzgütern eine Differenzierung nach Unterkategorien erforderlich.

Anhang C beschreibt das Vorgehen zur Ermittlung der Betroffenheit der einzelnen Schutzgüter.

Die **Betroffenheit** wird ausgewiesen

- **innerhalb der Gefahrengebiete**, d.h. in den Gebieten, für die detaillierte Gefahrenbeurteilung vorliegt
und
- **innerhalb der Gefahrenhinweisgebiete**, d.h. in den Gebieten, für die Gefahrenbeurteilung auf Hinweisstufe vorliegt.

Zur Ermittlung der Betroffenheit werden die Datensätze für die einzelnen Schutzgüter verschnitten mit folgenden Gefahrengrundlagen:

- den **Gefahrenkarten**
- den **Gefahrenhinweiskarten**
- den **Intensitätskarten**

Die Betroffenheit eines Schutzguts wird wie folgt aggregiert:

- pro Gemeinde;
- über den gesamten Kanton.

Gemäss Abb. C.1 wird die Betroffenheit pro Hauptprozess ausgewiesen. Dabei wird unterschieden nach Betroffenheit pro Gebiet (Betroffenheit im Gefahrengebiet bzw. im Gefahrenhinweisgebiet).

Innerhalb der **Gefahrenhinweisgebiete** wird ausgewiesen:

- die Anzahl bzw. Menge des jeweils betroffenen Schutzguts.

Dabei erfolgt keine weitere Unterscheidung.

Innerhalb der **Gefahrengebiete** wird ausgewiesen:

- die Anzahl bzw. Menge des jeweils betroffenen Schutzguts.

Für die Schutzgüter Personen (Wohnbevölkerung, Beschäftigte) und Gebäude wird weiter unterschieden:

- beim Verschnitt mit den Gefahrenkarten:
nach Betroffenheit pro Gefahrenstufe (gelb-weiss gestreift, gelb, blau, rot);
- beim Verschnitt mit den Intensitätskarten:
nach Betroffenheit pro Grundszenario, d.h. nach Eintretenswahrscheinlichkeit (1/30, 1/100, 1/300 sowie Extremereignis) und Intensität (schwach, mittel, stark).

Beim Verschnitt der Gefahren- und Nutzungsgrundlagen wird nach Möglichkeit nach Teilprozessen gemäss Datenmodell Gefahrenkartierung unterschieden. Bei der tabellarischen Darstellung der Betroffenheit und der Risiken gemäss Abb. C.1 werden die Ergebnisse pro Hauptprozess zusammengefasst.

Die Betroffenheit wird ermittelt für Personen in fixen Objekten (Gebäuden), d.h. für Personen am Wohnort bzw. am Arbeitsort.

Wohnbevölkerung

Der Verschnitt mit den Gefahrengrundlagen erfolgt mit dem Ausgangsdatensatz STATPOP (Haushaltsdatensatz) des Bundesamtes für Statistik BFS für die Daten mit dem Attribut countOfPersonTotal. Der Datensatz STATPOP enthält punktförmige Daten (Punkt-Daten).

Aus dem Verschnitt resultiert für jeden Punkt bzw. für die darin zusammengefassten Personen die Betroffenheit, welche gemäss Abb. C.1 ausgewertet und dargestellt wird.

Die Betroffenheit wird als **Anzahl Personen** ausgewiesen.

Beschäftigte

Der Verschnitt mit den Gefahrengrundlagen erfolgt mit dem Ausgangsdatensatz STATENT (Statistik der Unternehmensstruktur) des Bundesamtes für Statistik BFS für die Daten mit dem Attribut EMP-TOT. Der Datensatz STATENT enthält punktförmige Daten (Punkt-Daten).

Aus dem Verschnitt resultiert für jeden Punkt bzw. für die darin zusammengefassten Personen die Betroffenheit, welche gemäss Abb. C.1 ausgewertet und dargestellt wird.

Die Betroffenheit wird in **Anzahl Personen** ausgewiesen.

C.2.2 Gebäude

Der Verschnitt mit den Gefahrengrundlagen erfolgt mit dem erweiterten Gebäudedatensatz. Dieser in Anhang B näher beschriebene Datensatz enthält die Polygone der bezüglich Überlappungen bereinigten Gebäudegrundrisse sowie weitere Informationen wie die mittlere Gebäudehöhe oder Angaben zur Nutzung bzw. der Objektart.

Aus dem Verschnitt resultiert für jedes im erweiterten Gebäudedatensatz enthaltene Gebäude die Betroffenheit.

Diese wird als **Quadratmeter Gebäudefläche** und als **Anzahl Gebäude** ausgewiesen.

Bei der Auswertung und Darstellung der Betroffenheit wird gemäss Abb. C.1 unterschieden nach:

- Wohngebäude;
- Industrie- / Gewerbegebäude;
- Gebäude mit gemischter Nutzung;
- übrige Gebäude.

Als Besonderheiten bei Gebäuden ist zu beachten (Abb. C.2):

- Ein Gebäude ist dann betroffen, wenn sich das Polygon des Gebäudegrundrisses und das Polygon eines Gefahrengebiets bzw. Gefahrenhinweisgebiets überlappen.
- Ist die Überlappung des Gebäudegrundrisses und des Polygons eines Gefahrengebiets bzw. Gefahrenhinweisgebiets nicht vollständig, wird der gesamte Gebäudegrundriss als betroffen betrachtet.
- Sollte ein Gebäude bei einem Grundscenario durch zwei unterschiedliche Intensitäten betroffen sein, ist die höhere Intensität massgebend.

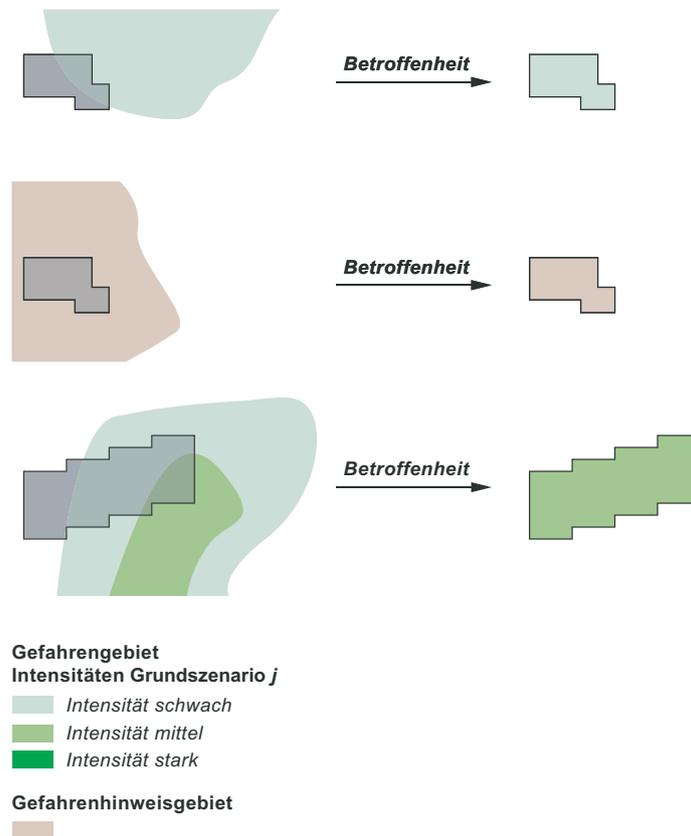


Abb. C.2 Zur Definition der Betroffenheit eines Gebäudes.

C.2.3 Infrastruktur - Strasse

Der Verschnitt mit den Gefahrengrundlagen erfolgt mit dem Ausgangsdatensatz swissTLM3D für die Feature Class TLM_STRASSE. Dieser enthält lineare Daten (Verkehrsachsen).

Aus dem Verschnitt resultiert für jede Achse die betroffene Länge. Diese wird als **Meter Verkehrsachse** ausgewiesen.

Bei der Auswertung und Darstellung wird gemäss Abb. C.1 unterschieden nach:

- Eigentümer Bund
- Eigentümer Kanton
- Eigentümer Gemeinde

Als Besonderheiten bei Strassen ist zu beachten:

- Die Daten zur Betroffenheit von Nationalstrassen (Eigentümer Bund) sind nicht durch die Kantone zu erheben; sie werden vom Bund bereitgestellt.

C.2.4 Infrastruktur - Bahn

Der Verschnitt mit den Gefahrengrundlagen erfolgt mit dem Ausgangsdatensatz swissTLM3D für die Feature Class TLM_EISENBAHN. Dieser enthält lineare Daten (Spurlinien).

Aus dem Verschnitt resultiert für jede Spur die betroffene Länge. Diese wird als **Meter Spurlinie** ausgewiesen.

Bei der Auswertung und Darstellung wird gemäss Abb. C.1 unterschieden nach:

- Normalspur
- Schmalspur
- Schmalspur mit Normalspur

C.2.5 Kulturgüter

Der Verschnitt mit den Gefahrengrundlagen erfolgt mit dem Ausgangsdatensatz «Schweizerisches Inventar der Kulturgüter von nationaler und regionaler Bedeutung» des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz. Der Datensatz enthält punktförmige Daten (Punkt-Daten).

Berücksichtigt werden die Kulturgüter der Kategorie A gemäss KGS-Inventar (d.h. für Kulturgüter von nationaler Bedeutung). Weiter ist auch zu ermitteln, ob Kulturgüterschutzräume und Sammlungsdeposits betroffen sind. Diese Daten sind teilweise nicht für die Öffentlichkeit bestimmt und daher nicht im Datensatz enthalten.

Aus dem Verschnitt resultiert die betroffene **Anzahl Kulturgüter**, welche gemäss Abb. C.1 ausgewertet und dargestellt wird.

C.2.6 Bauzonen

Der Verschnitt mit den Gefahrengrundlagen erfolgt mit dem Ausgangsdatensatz «Bauzonen Schweiz (harmonisiert)» des Bundesamtes für Raumentwicklung ARE. Dieser enthält flächenförmige Daten (Bauzonenflächen).

Aus dem Verschnitt resultiert die betroffene Fläche Bauzone der jeweiligen Bauzone.

Diese wird als **Quadratmeter Bauzonenfläche** ausgewiesen.

Bei der Auswertung und Darstellung wird nach den Hauptkategorien gemäss Tab. C.1 unterschieden.

Tab. C.1 Zusammenfassung der 9 Bauzonenkategorien zu 4 Hauptkategorien für die Auswertung und Darstellung.

Hauptkategorie zur Darstellung der Betroffenheit	Zugeordnete Bauzonenkategorie
Wohnen	Wohnzone
Arbeiten	Arbeitszone
Gemischt	Mischzone
	Zentrumszone
Übrige	Zonen für öffentliche Nutzung
	Eingeschränkte Bauzonen
	Tourismus- und Freizeitzone
	Verkehrszonen innerhalb der Bauzonen
	Weitere Bauzonen

Als Besonderheiten bei Bauzonen ist zu beachten (Abb. C.3):

- Eine Bauzone ist dann betroffen, wenn sich das Polygon der Bauzonenfläche und das Polygon eines Gefahrengebiets bzw. Gefahrenhinweisgebiets überlappen.
- Ist die Überlappung der Bauzonenfläche und des Polygons eines Gefahrengebiets bzw. Gefahrenhinweisgebiets nicht vollständig, wird nur die entsprechende Teilfläche als betroffen betrachtet.
- Ist eine Bauzone durch verschiedene Intensitäten betroffen, werden die durch die jeweilige Intensität betroffenen Flächen ausgewiesen.

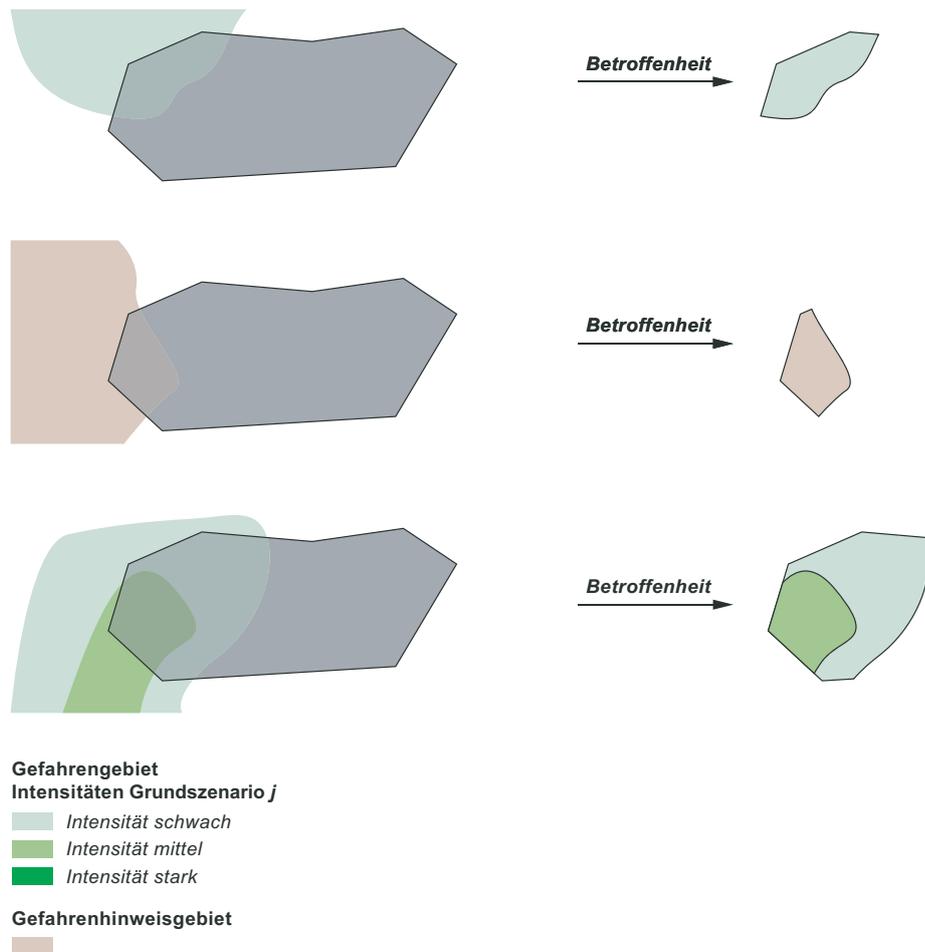


Abb. C.3 Zur Definition der Betroffenheit einer Bauzone. Das gleiche Vorgehen gilt auch für die Betroffenheit einer Grundwasserschutzzone (Kap.C.2.8).

C.2.7 Lebensgrundlagen - Boden

Da aktuell keine national verfügbaren und homogen erhobenen Datensätze verfügbar sind, wird das Schutzgut Boden als offene Kategorie geführt. Die Spurgruppe empfiehlt das Schutzgut zu berücksichtigen und hierfür kantonal verfügbare Nutzungsgrundlagen zu verwenden.

C.2.8 Lebensgrundlagen - Wasser

Der Verschnitt mit den Gefahrengrundlagen erfolgt mit dem Ausgangsdatsatz «Grundwasserschutz-zonen» des Bundesamtes für Umwelt BAFU. Dieser enthält flächenförmige Daten (Grundwasser-schutzzone).

Aus dem Verschnitt resultiert für jede Grundwasserschutzzone die betroffene Fläche. Diese wird er-mittelt für den Fassungs-bereich des Grundwassers (S1) sowie deren engere Schutzzone (S2) und wird als **Quadratmeter Schutzzone** ausgewiesen.

Bei der Auswertung und Darstellung werden gemäss Abb. C.1 die Betroffenheit der Zonen S1 und S2 zusammengefasst.

Ist eine Schutzzone nur teilweise betroffen, gelten die gleichen Grundsätze, wie sie in Kap. C.2.6 und in Abb. C.3 für Bauzonen beschrieben sind.

C.2.9 Sonderobjekte

Aktuell sind keine homogen erhobenen Datensätze für alle Arten von Sonderobjekten verfügbar. Deshalb und weil insbesondere die Bedeutung von Objekten je nach Betrachtungs- und Verantwortungsebene sehr unterschiedlich sein kann, wird das Schutzgut Sonderobjekte als offene Kategorie geführt (vgl. hierzu auch die Ausführungen im Hauptdokument, Kapitel 3.2.2). Es wird empfohlen, als Minimallösung den kantonalen Auszug aus dem SKI-Inventar (Schutz Kritischer Infrastrukturen) zu verwenden¹.

Sonderobjekte können sowohl Punktobjekte, Linienobjekte oder Flächenobjekte sein.

Die betroffenen Sonderobjekte werden aufgelistet. Die **Liste** enthält eine Beschreibung der Art und Bedeutung der Objekte (abhängig von der Betrachtungsebene) sowie der möglichen Folgeschäden.

Bei der Auflistung betroffener Objekte aus dem Inventar der kritischen Infrastrukturen sind zwingend die Vorgaben des Informationsschutzes zu berücksichtigen. Insbesondere ist zu verhindern, dass Dritten eine Identifikation dieser Objekte möglich ist. So ist auf die Nennung von konkreten Objektbezeichnungen (insb. Firmennamen) zwingend zu verzichten. Stattdessen ist die Objektnummer gemäss SKI-Inventar zu verwenden. Dabei ist folgende Bezeichnung zu verwenden: «Kritisches Infrastruktur-Objekt XXX-XX-XXX».

¹ In der Regel können diese Auszüge via kantonalem Amt für Bevölkerungsschutz oder kantonalem Führungsorgan angefragt werden. Sofern die Kantone mit dem Informationssystem des Bundesamts für Bevölkerungsschutz (BABS) arbeiten, können die Auszüge in einem für GIS-Anwendungen geeigneten Format bezogen werden. Für weitere Informationen zu SKI: www.infraprotection.ch.



Anhang D

Minimale Standards Kantonale Risikoübersichten für gravitative Naturgefahren

RISIKO PERSONEN UND GEBÄUDE

D.1	Einleitung	3
D.2	Personenrisiken	3
D.2.1	Datengrundlage und Verschnitt	3
D.2.2	Individuelle Todesfallwahrscheinlichkeit	4
D.2.3	Durchschnittliches individuelles Todesfallrisiko	7
D.2.4	Monetarisierete Personenrisiken	8
D.3	Gebäuderisiken	9
D.3.1	Datengrundlage und Verschnitt	9
D.3.2	Schadenausmass	10
D.3.3	Gebäuderisiko	13
D.4	Beispiele	14
D.4.1	Beispiel individuelles Todesfallrisiko	14
D.4.2	Beispiel monetarisierete Personenrisiken	16
D.4.3	Beispiel Gebäuderisiken	19
D.5	Berücksichtigung des Extremszenarios bei der Risikoberechnung	22
D.5.1	Prozessspezifische Besonderheiten	22
D.5.2	Beispiel Gebäuderisiken ohne Berücksichtigung des Extremszenarios	22
D.6	Referenzen	25

Kategorie	Schutzgut		Betroffenheit	Risiko individuell	Risiko kollektiv
Personen		Wohnbevölkerung	✓	✓	✓
		Beschäftigte	✓	✓	✓
Erhebliche Sachwerte		Gebäude	✓		✓
		Infrastruktur Strasse	✓		
		Infrastruktur Bahn	✓		
		Kulturgüter	✓		
		Bauzonen	✓		
		Lebensgrundlagen des Menschen - Boden	✓		
		Lebensgrundlagen des Menschen - Wasser: Grundwasserschutzgebiet	✓		
		Sonderobjekte	✓		

D.1 Einleitung

Die Ermittlung der Risiken erfolgt durch die Überlagerung der Gefahren- und Nutzungsgrundlagen und somit auf der Basis der Betroffenheit. Berechnet werden individuelle und kollektive Risiken für Personen in Gebäuden (Wohnbevölkerung, Beschäftigte) sowie kollektive Risiken für Gebäude. Die Beschränkung der Risikoberechnung auf diese Schutzgüter begründet sich darin, dass der Quantifizierung detaillierte Gefahrenbeurteilungen zu Grunde liegen müssen. Die Berechnung der Risiken stützt sich deshalb auf die Intensitätskarten. Diese decken hauptsächlich die Siedlungsgebiete ab, in welchen sich diese Schutzgüter grossmehrheitlich befinden und enthalten die für die Risikoberechnung notwendigen Angaben bezüglich Intensitäten und Eintretenswahrscheinlichkeiten.

Bei der Berechnung der Risiken wird nach Möglichkeit nach den jeweiligen Teilprozessen gemäss Datenmodell Gefahrenkartierung unterschieden. Bei der tabellarischen Darstellung der Betroffenheit und der Risiken sowie im Cockpit werden die Risiken pro Hauptprozess zusammengefasst.

Anhang D beschreibt das Vorgehen zur Ermittlung

- der individuellen Personenrisiken (Personen in Gebäuden)
- des kollektiven Personenrisikos (Personen in Gebäuden)
- des kollektiven Gebäuderisikos

Die Berechnung der Risiken lehnt sich – soweit dies auf Stufe einer Risikoübersicht adäquat ist – an die Ansätze und Werte des Berechnungstools EconoMe (BAFU 2019) an. Wo nicht anders vermerkt werden die Werte von EconoMe 5.0 verwendet.

D.2 Personenrisiken

D.2.1 Datengrundlage und Verschnitt

Die **Personenrisiken** werden **innerhalb der Gefahrengebiete** quantifiziert, d.h. in den Gebieten, für die eine detaillierte Gefahrenbeurteilung vorliegt.

Personenrisiken werden ermittelt **für Personen in fixen Objekten** (Gebäuden), d.h. für

- Wohnbevölkerung (Personen am Wohnort)
- Beschäftigte (Personen am Arbeitsort)

Die Betrachtung stützt sich bezüglich des Schutzguts Personen auf folgende **Ausgangsdatensätze**

- Wohnbevölkerung: STATPOP (Haushaltdatensatz)
- Beschäftigte: STATENT (Statistik der Unternehmensstruktur)

Die Datensätze STATPOP und STATENT enthalten als (metergenaue) Punktinformation die Anzahl an einem bestimmten Ort im Raum (d.h. in einem bestimmten Gebäude) wohnenden bzw. arbeitenden Personen.

Der Verschnitt der Datensätze STATPOP und STATENT mit den Intensitätskarten (Abb. D.1) liefert pro Hauptprozess die Information

welche Personen

- durch welchen Teilprozess
- bei welchen Grundszenarien, d.h. mit welchen Eintretenswahrscheinlichkeiten
- durch welche Intensitäten

betroffen sind.

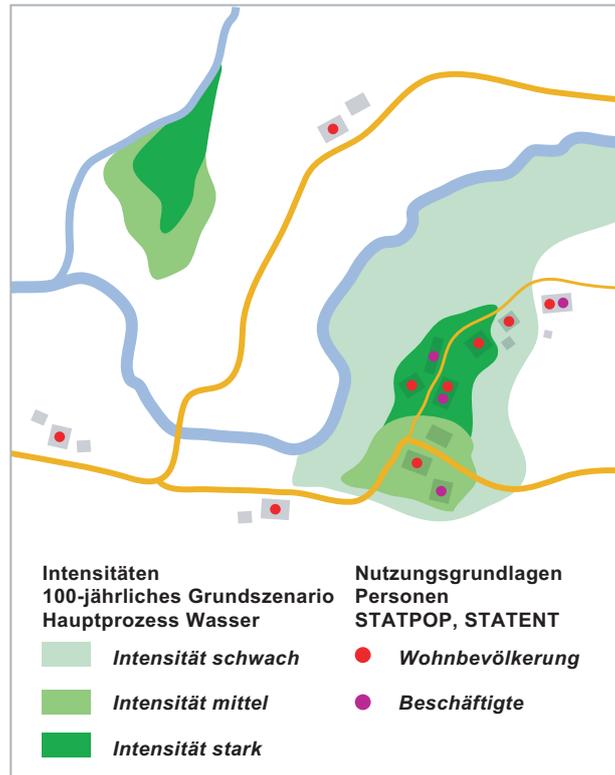


Abb. D.1 Verschnitt der Datensätze STATPOP und STATENT mit der Intensitätskarte, gezeigt am Beispiel des Hauptprozesses Wasser für das 100-jährliche Grundszenario.

D.2.2 Individuelle Todesfallwahrscheinlichkeit

Unter Vernachlässigung der Wirkung allfälliger Objektschutzmassnahmen ist die **individuelle Todesfallwahrscheinlichkeit** einer Person im fixen Objekt (Gebäude) beim Grundszenario j gemäss Eco-
noMe:

$$p_{PG,j} = p_{rA,j} \cdot \lambda_{G,j} \cdot p_{pr} \quad (1)$$

mit j Index für das jeweilige Grundszenario gemäss Tab. D.1.

Tab. D.1 In der Gefahrenbeurteilung üblicherweise berücksichtigte Grundszenarien mit den entsprechenden, für die Ermittlung der Risiken zugeordneten Eintretenswahrscheinlichkeiten.

Grundszenario	Index j	Eintretenswahrscheinlichkeit P_j
30-jährlich	30	1/30 = 0.0333
100-jährlich	100	1/100 = 0.0100
300-jährlich	300	1/300 = 0.0033
extrem	1'000	1/1'000 = 0.0010

In Gleichung (1) bezeichnen

$p_{rA,j}$	räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit am Ort in Szenario j	[-]
$\lambda_{G,j}$	Letalität Personen im fixen Objekt (Gebäude)	[-]
p_{pr}	Präsenzwahrscheinlichkeit einer Person im fixen Objekt (Gebäude)	[-]

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit $p_{rA,j}$

Die Berechnung der Todesfallwahrscheinlichkeiten einer Person für die verschiedenen Grundscenarien j stützt sich auf die Werte gemäss Tab. D.2. Diese sind gegenüber den in EconoMe gebräuchlichen Werten vereinfacht, indem bei den einzelnen Teilprozessen für alle Grundscenarien j jeweils ein einheitlicher Wert verwendet wird.

Tab. D.2 Werte für die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit, unterschieden nach Haupt- bzw. Teilprozess; Prozessbezeichnungen gemäss Datenmodell Gefahrenkartierung (BAFU, 2017).

Hauptprozess	Teilprozess	$p_{rA,j}$ für alle Grundscenarien j
Wasser	Überschwemmung (inkl. Übersarung)	1.00
	Übermürung	0.75
	Ufererosion	0.50
Rutschung	permanente Rutschung	1.00
	plötzlicher Rutschprozess	0.10
Sturz	Stein- / Blocksclilag	0.03
	Fels- / Bergsturz	0.80
	Eissclilag (inkl. Eissturz)	
Einsturz/Absenkung	Einsturz	
	Absenkung	
Lawine	Fliesslawine	0.75
	Staublawine	0.75
	Sclineegleiten	0.75

Bemerkungen zu den empfohlenen Werten für die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit

- Im Gegensatz zur detaillierteren Betrachtung im Rahmen der Massnahmenplanung – wird bei der Risikoübersicht vereinfachend bei den einzelnen Teilprozessen für alle Grundscenarien j ein einheitlicher Wert für die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit verwendet.
- Aufgrund der Erfahrungen bei bisherigen Risikoübersichten wird für plötzliche Rutschprozesse ein Wert empfohlen, der im Vergleich zu dem in EconoMe verwendeten Wert etwas tiefer angesetzt ist.
- Eissclilag sowie Einsturz/Absenkung sind nicht Teil der Risikoübersicht gemäss Minimalstandards, da diese Prozesse relativ selten und lokal eng begrenzt auftreten sowie bei der Gefahrenbeurteilung schweizweit uneinheitlich erfasst werden.
- Anders als im Datenmodell Gefahrenkartierung (BAFU, 2017) wird in EconoMe bei Lawinen nicht weiter nach Teilprozessen unterschieden, weshalb bei Lawinen für alle Teilprozesse der selbe Wert für $p_{rA,j}$ empfohlen wird.

Letalität $\lambda_{G,j}$

Die Berechnung der Todesfallwahrscheinlichkeiten einer Person für die verschiedenen Grundscenarien j stützt sich auf die Letalitätswerte gemäss EconoMe. Diese unterscheiden sich grundsätzlich nach Objektart (Art des Gebäudes), Gefahrenprozess und Intensität. Im Rahmen der Risikoübersichten wird gemäss Abb. D.2 vorgegangen.

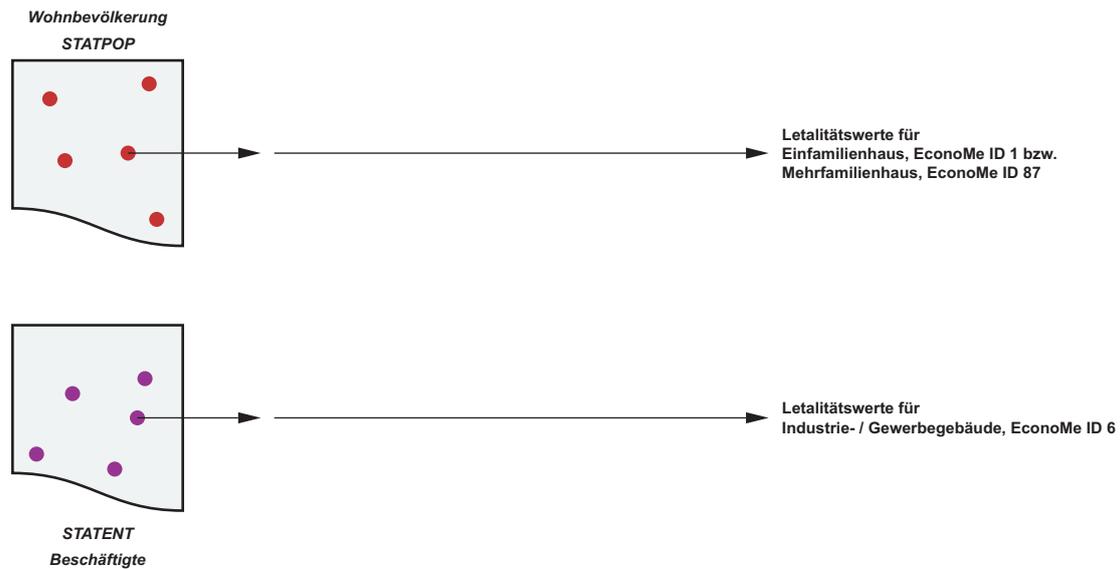


Abb. D.2 Ermittlung der zur Berechnung der Personenrisiken notwendigen Letalitätswerte.

Mit der Version 5 von EconoMe wurden die Letalitätswerte für verschiedene Arten von Gebäuden vereinheitlicht. Dies ermöglicht es gemäss Abb. D.2, den einzelnen Punkten der Ausgangsdatensätze direkt Letalitätswerte zuzuordnen.

Wohnbevölkerung

Der Anzahl der in einem Datenpunkt des STATPOP-Datensatzes zusammengefassten Personen n_G (Attribut: *countOfPersonTotal*) werden die Letalitätswerte gemäss Tab. D.3 zugeordnet.

Beschäftigte

Der Anzahl der in einem Datenpunkt des STATENT-Datensatzes zusammengefassten Personen n_G (Attribut: *EMTOT*) werden die Letalitätswerte gemäss Tab. D.3 zugeordnet.

Bemerkungen zu den empfohlenen Letalitätswerten

Die für die Ermittlung der Risikoübersichten empfohlenen Letalitätswerte lehnen sich möglichst an die aktuell in EconoMe verwendeten Werte an. Allerdings unterscheiden sich die im Datenmodell Gefahrenkartierung bzw. in EconoMe verwendeten Klassierungen bezüglich der Prozesse bzw. Teilprozesse. Dies bedingt folgende Anpassungen:

- Die Letalitätswerte für «Überschwemmung statisch» und «Überschwemmung dynamisch» gemäss EconoMe unterscheiden sich stark. Dies rechtfertigt grundsätzlich eine Unterscheidung, bedingt jedoch das Vorhandensein entsprechender Kennwerte wie Überschwemmungstiefe, Fließgeschwindigkeit oder spezifischer Abfluss. Diese wiederum sind Teil des erweiterten Datenmodells Gefahrenkartierung und es kann deshalb nicht davon ausgegangen werden, dass diese in allen Kantonen und flächendeckend verfügbar sind. Wo sie vorhanden sind, können sie zur Unterscheidung der Prozesse herbeigezogen werden.
Liegen keine Kennwerte vor, kann – sofern bei der Gefahrenbeurteilung nach Prozessquellen unterschieden wurde – in Überflutungsgebieten an Seen von «Überschwemmung statisch», in Überflutungsgebieten an Fließgewässern von «Überschwemmung dynamisch» ausgegangen werden. Falls keine Unterscheidung möglich ist, werden – im Sinn einer konservativen Abschätzung – zur Ermittlung der Personenrisiken die Letalitätswerte für «Überflutung dynamisch» verwendet.
- EconoMe differenziert bei Lawinen nicht nach Teilprozessen. Deshalb werden bei Lawinen für alle Teilprozesse jeweils die gleichen Empfindlichkeitswerte verwendet. Es wird empfohlen, bei Lawinen für schwache und mittlere Intensitäten gemäss Tab. D.3 die Letalitätswerte des Prozesses Murgang zu verwenden.

Tab. D.3 Letalitätswerte für Personen in der **Wohninheit Einfamilienhaus** (EconoMe ID 1), in der **Wohnheit Mehrfamilienhaus** (EconoMe ID 87) und in **Industrie- / Gewerbegebäuden** (EconoMe ID 6).

Teilprozess	Prozess	Letalität		
		Intensität		
gemäss Datenmodell	gemäss EconoMe	schwach	mittel	stark
Überschwemmung (inkl. Übersarung)	Überschwemmung statisch	0	$3 \cdot 10^{-5}$	$20 \cdot 10^{-5}$
	Überschwemmung dynamisch	0	$20 \cdot 10^{-5}$	$1'000 \cdot 10^{-5}$
Übermuring	Murgang / Wasser aus Murgang	0	$500 \cdot 10^{-5}$	$6'000 \cdot 10^{-5}$
Ufererosion	Seitenerosion	0	$500 \cdot 10^{-5}$	$6'000 \cdot 10^{-5}$
permanente Rutschung	Rutschung permanent	0	0	0
plötzlicher Rutschprozess	Hangmure / Rutschung spontan	0	$200 \cdot 10^{-5}$	$5'000 \cdot 10^{-5}$
Stein- / Blockschlag	Stein-Blockschlag	0	$20 \cdot 10^{-5}$	$6'000 \cdot 10^{-5}$
Fels- / Bergsturz	Felssturz	0	0	$50'000 \cdot 10^{-5}$
Fließlawine	Lawine	0	$500 \cdot 10^{-5}$	$30'000 \cdot 10^{-5}$
Staublawine				
Schneegleiten				

Präsenzwahrscheinlichkeit p_{pr}

Bezüglich der Präsenzwahrscheinlichkeiten wird für Risikoübersichten vereinfachend von festen Werten ausgegangen.

Wohnbevölkerung

$$p_{pr} = 0.8$$

Dieser Wert entspricht der konservativen Annahme, dass eine Person an 5 Tagen der Woche jeweils rund 16 Stunden sowie am Wochenende während 2 Tagen jeweils 24 Stunden am Wohnort anwesend ist.

Beschäftigte

$$p_{pr} = 0.3$$

Dieser Wert entspricht der Annahme, dass eine berufstätige Person während 5 Tagen pro Woche jeweils rund 8-10 Stunden am Arbeitsort verbringt.

D.2.3 Durchschnittliches individuelles Todesfallrisiko

Das **durchschnittliche individuelle Todesfallrisiko** einer Person im fixen Objekt (Gebäude) über alle Grundscenarien ist

$$r = \sum_j p_j \cdot p_{PG,j} = \sum_j p_j \cdot p_{rA,j} \cdot \lambda_{G,j} \cdot p_{pr} \quad (2)$$

Ein Beispiel zur Berechnung des individuellen Todesfallrisikos findet sich in Kap. D.4.1.

D.2.4 Monetarisierte Personenrisiken

Um Gebäuderisiken mit Personenrisiken vergleichen zu können, werden die Personenrisiken zusätzlich auch in monetärer Form dargestellt. Die Monetarisierung erfolgt mittels der *Value of Statistical Life* (VOSL), welche als Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung für die Verminderung des Unfall- und Gesundheitsrisikos zu verstehen ist. Dieser Wert wird auch als Grenzkosten *GK* bezeichnet. Analog zu EconoMe wird auch für die Risikoübersichten von einem Wert von 6.6 Mio. CHF pro verhindertes Todesopfer ausgegangen.

Unter Vernachlässigung der Wirkung allfälliger Objektschutzmassnahmen ist die **wahrscheinliche Anzahl Todesopfer** an einem bestimmten Punkt im Raum beim Grundszenario *j* gemäss EconoMe:

$$AW_{PG,j} = p_{rA,j} \cdot \lambda_{G,j} \cdot n_G \cdot p_{pr} \quad (3)$$

mit *j* Index für das jeweilige Grundszenario gemäss Tab. D.1.

In Gleichung (3) bezeichnen

$p_{rA,j}$	räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit am Ort in Szenario <i>j</i>	[-]
$\lambda_{G,j}$	Letalität Personen im fixen Objekt (Gebäude)	[-]
n_G	Anzahl durchschnittlich anwesender Personen im fixen Objekt (Gebäude)	[Personen]
p_{pr}	Präsenzwahrscheinlichkeit der Personen im fixen Objekt (Gebäude)	[-]

Die Werte für die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit $p_{rA,j}$, die Letalität $\lambda_{G,j}$ und die Präsenzwahrscheinlichkeit p_{pr} werden gemäss Kap. D.2.2 ermittelt.

Die Anzahl Personen n_G an einem bestimmten Punkt im Raum entspricht der Anzahl Personen, die im betreffenden Datenpunkt des STATPOT- bzw. STATENT-Datensatzes enthalten sind.

Für das Grundszenario *j* ergibt sich innerhalb eines bestimmten Perimeters die **gesamte wahrscheinliche Anzahl Todesopfer** aus der Summation der gemäss Gleichung (3) berechneten Einzelwerte über alle Gebäude zu

$$AW_{PG,tot,j} = \sum_{\text{Gebäude}} AW_{PG,j} \quad (4)$$

Das **wahrscheinliche monetarisierte Schadenausmass** für das Grundszenario *j* ergibt sich durch Multiplikation der gesamten wahrscheinlichen Anzahl Todesopfer mit den Grenzkosten *GK* zu

$$AW_{P,j} = GK \cdot AW_{PG,tot,j} \quad (5)$$

Die **monetarisierten Personenrisiken** (Personen in Gebäuden) berechnet sich schliesslich zu

$$R_P = \sum_j p_j \cdot AW_{P,j} \quad (6)$$

Ein Beispiel zur Berechnung der monetarisierten Personenrisiken findet sich in Kap. D.4.2.

D.3 Gebäuderisiken

D.3.1 Datengrundlage und Verschnitt

Die **Gebäuderisiken** werden *innerhalb der Gefahrengebiete* quantifiziert, d.h. in den Gebieten, für die eine detaillierte Gefahrenbeurteilung vorliegt.

Die Gebäuderisiken werden mit Hilfe des **erweiterten Gebäudedatensatzes** (vgl. Anhang B) ermittelt. Der erweiterte Gebäudedatensatz stützt sich auf den Datensatz swissTLM3D der swisstopo und umfasst alle darin enthaltenen Gebäude.

Der erweiterte Gebäudedatensatz enthält **überschneidungsfreie Gebäudegrundrisse** (Gebäudepolygone) und somit auch die Grundrissflächen aller im Datensatz enthaltenen Gebäude. An jeden Gebäudegrundriss sind zudem folgende zusätzliche Informationen gekoppelt:

- **mittlere Gebäudehöhe** und somit auch das Gebäudevolumen (Grundrissfläche x mittlere Gebäudehöhe) aller im Datensatz enthaltenen Gebäude
- **Nutzung** des Gebäudes, unterschieden nach Wohngebäude, Industrie- / Gewerbegebäude, Gebäude mit gemischter Nutzung, übrige Gebäude
- zugeordnete **Objektart gemäss EconoMe** sowie entsprechende **EconoMe ID**

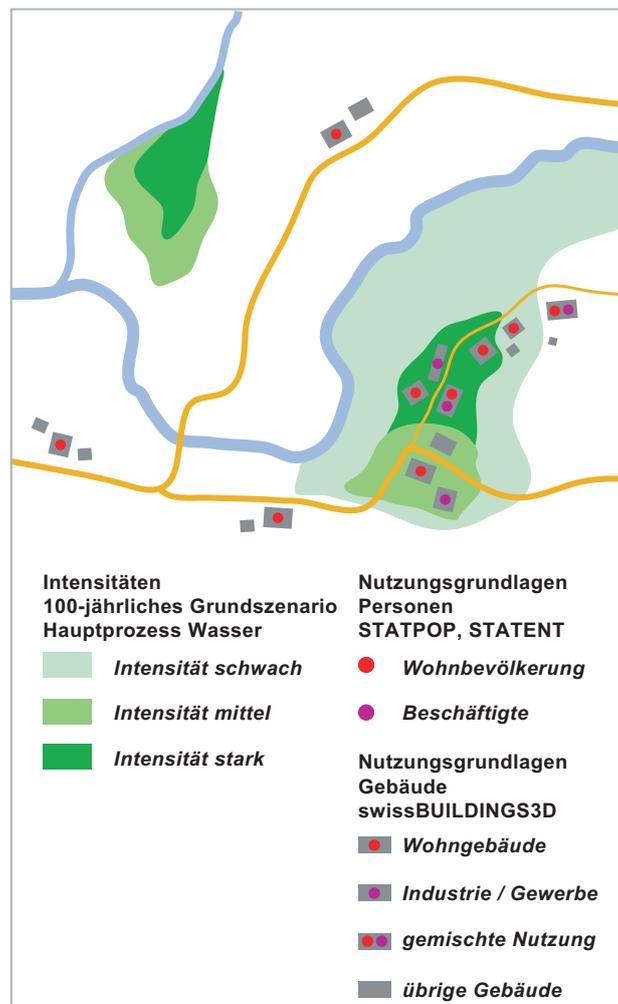


Abb. D.3 Verschnitt des erweiterten Gebäudedatensatzes mit der Intensitätskarte, gezeigt am Beispiel des Hauptprozesses Wasser für das 100-jährliche Grundszenario.

Der Verschnitt des erweiterten Gebäudedatensatzes mit den **Intensitätskarten** (Abb. D.3) liefert pro Hauptprozess die Information

welche Gebäude

- durch welchen Teilprozess
- bei welchen Grundszenarien, d.h. mit welchen Eintretenswahrscheinlichkeiten
- durch welche Intensitäten

betroffen sind.

D.3.2 Schadenausmass

Unter Vernachlässigung der Wirkung allfälliger Objektschutzmassnahmen ist der **wahrscheinliche Sachschaden** an einem Gebäude beim Grundszenario j gemäss EconoMe:

$$Aw_{G,j} = p_{rA,j} \cdot SE_{G,j} \cdot W_G \quad (7)$$

mit j Index für das jeweilige Grundszenario gemäss Tab. D.1.

In Gleichung (7) bezeichnen

$p_{rA,j}$	räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit am Ort in Szenario j	[-]
$SE_{G,j}$	Schadenempfindlichkeit des Gebäudes	[-]
W_G	Sachwert des Gebäudes	[CHF]

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit $p_{rA,j}$

Die Berechnung des wahrscheinlichen Sachschadens an einem Gebäude für die verschiedenen Grundszenarien j stützt sich auf die Werte gemäss Tab. D.2.

Schadenempfindlichkeit $SE_{G,j}$

Die Berechnung des wahrscheinlichen Sachschadens an einem Gebäude für die verschiedenen Grundszenarien j stützt sich auf die Empfindlichkeitswerte gemäss EconoMe. Diese unterscheiden sich je nach Objektart (Art des Gebäudes), Prozess und Intensität. Die Zuordnung der Empfindlichkeitswerte anhand der EconoMe-Objektarten ist aus Tab. D.4 bis D.8 ersichtlich.

Bemerkungen zu den empfohlenen Empfindlichkeitswerten

Die für die Ermittlung der Risikoübersichten empfohlenen Empfindlichkeitswerte orientieren sich an den in EconoMe verwendeten Werten. Allerdings unterscheiden sich die im Datenmodell Gefahrenkartierung bzw. in EconoMe verwendeten Klassierungen bezüglich der Prozesse bzw. Teilprozesse. Dies bedingt folgende Anpassungen:

- Die Empfindlichkeitswerte für «Überschwemmung statisch» und «Überschwemmung dynamisch» gemäss EconoMe unterscheiden sich. Dies rechtfertigt grundsätzlich eine Unterscheidung, bedingt jedoch das Vorhandensein von Kennwerten wie Überschwemmungstiefe, Fliessgeschwindigkeit oder spezifischer Abfluss. Diese wiederum sind Teil des erweiterten Datenmodells Gefahrenkartierung und es kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass diese in allen Kantonen und flächendeckend verfügbar sind. Wo sie vorhanden sind, können sie zur Unterscheidung der Prozesse herbeigezogen werden.
Liegen keine Kennwerte vor, kann – sofern bei der Gefahrenbeurteilung nach Prozessquellen unterschieden wurde – in Überflutungsgebieten an Seen von «Überschwemmung statisch», in Überflutungsgebieten an Fliessgewässern von «Überschwemmung dynamisch» ausgegangen werden. Falls keine Unterscheidung möglich ist, werden – im Sinn einer konservativen Abschätzung – zur Ermittlung der Gebäuderisiken die Empfindlichkeitswerte für «Überschwemmung dynamisch» verwendet.
- EconoMe differenziert bei Lawinen nicht nach Teilprozessen. Deshalb werden bei Lawinen für alle Teilprozesse jeweils die gleichen Empfindlichkeitswerte verwendet.

Tab. D.4 Schadenempfindlichkeit für die Objektart **Einfamilienhaus** (EconoMe ID 1) und die Objektart **Mehrfamilienhaus** (EconoMe ID 87).

Teilprozess gemäss Datenmodell	Prozess gemäss EconoMe	Schadenempfindlichkeit		
		Intensität		
		schwach	mittel	stark
Überschwemmung (inkl. Übersarung)	Überschwemmung statisch	0.1	0.3	0.4
	Überschwemmung dynamisch	0.1	0.3	0.5
Übermürung	Murgang / Wasser aus Murgang	0.1	0.3	0.6
Ufererosion	Seitenerosion	0.05	0.3	1
permanente Rutschung	Rutschung permanent	0.001	0.3	0.8
plötzlicher Rutschprozess	Hangmure / Rutschung spontan	0.05	0.3	0.5
Stein- / Blockschlag	Stein-Blockschlag	0.01	0.1	0.3
Fels- / Bergsturz	Felssturz	0	0	1
Fliesslawine	Lawine	0.03	0.4	0.8
Staublawine				
Schneegleiten				

Tab. D.5 Schadenempfindlichkeit für die Objektart **Industrie- / Gewerbegebäude** (EconoMe ID 6).

Teilprozess gemäss Datenmodell	Prozess gemäss EconoMe	Schadenempfindlichkeit		
		Intensität		
		schwach	mittel	stark
Überschwemmung (inkl. Übersarung)	Überschwemmung statisch	0.1	0.3	0.4
	Überschwemmung dynamisch	0.1	0.3	0.5
Übermürung	Murgang / Wasser aus Murgang	0.1	0.3	0.6
Ufererosion	Seitenerosion	0.05	0.3	1
permanente Rutschung	Rutschung permanent	0.01	0.3	0.8
plötzlicher Rutschprozess	Hangmure / Rutschung spontan	0.05	0.3	0.5
Stein- / Blockschlag	Stein-Blockschlag	0.01	0.1	0.3
Fels- / Bergsturz	Felssturz	0	0	1
Fliesslawine	Lawine	0.03	0.4	0.8
Staublawine				
Schneegleiten				

Tab. D.6 Schadenempfindlichkeit für die Objektart **Garage (Parkeinheit inkl. Fahrhabe)** (EconoMe ID 4).

Teilprozess gemäss Datenmodell	Prozess gemäss EconoMe	Schadenempfindlichkeit		
		Intensität		
		schwach	mittel	stark
Überschwemmung (inkl. Übersarung)	Überschwemmung statisch	0.1	0.3	0.4
	Überschwemmung dynamisch	0.1	0.3	0.5
Übermürung	Murgang / Wasser aus Murgang	0.1	0.3	0.6
Ufererosion	Seitenerosion	0.7	1	1
permanente Rutschung	Rutschung permanent	0.001	0.3	0.8
plötzlicher Rutschprozess	Hangmure / Rutschung spontan	0.05	0.3	0.5
Stein- / Blockschlag	Stein-Blockschlag	0.01	0.1	0.3
Fels- / Bergsturz	Felssturz	0	0	1
Fliesslawine	Lawine	0.03	0.4	0.8
Staublawine				
Schneegleiten				

Tab. D.7 Schadenempfindlichkeit für die Objektart **Schuppen / Remise** (EconoMe ID 3).

Teilprozess gemäss Datenmodell	Prozess gemäss EconoMe	Schadenempfindlichkeit		
		Intensität		
		schwach	mittel	stark
Überschwemmung (inkl. Übersarung)	Überschwemmung statisch	0.1	0.3	0.4
	Überschwemmung dynamisch	0.1	0.3	0.8
Übermuring	Murgang / Wasser aus Murgang	0.1	0.5	1
Ufererosion	Seitenerosion	0.7	1	1
permanente Rutschung	Rutschung permanent	0.001	0.3	0.8
plötzlicher Rutschprozess	Hangmure / Rutschung spontan	0.05	0.5	1
Stein- / Blockschlag	Stein-Blockschlag	0.01	0.8	0.9
Fels- / Bergsturz	Felssturz	0	0	1
Fliesslawine	Lawine	0.03	1	1
Staublawine				
Schneegleiten				

Tab. D.8 Schadenempfindlichkeit für die Objektart **Stall (mit Viehbestand)** (EconoMe ID 2).

Teilprozess gemäss Datenmodell	Prozess gemäss EconoMe	Schadenempfindlichkeit		
		Intensität		
		schwach	mittel	stark
Überschwemmung (inkl. Übersarung)	Überschwemmung statisch	0.1	0.3	0.4
	Überschwemmung dynamisch	0.1	0.3	0.5
Übermuring	Murgang / Wasser aus Murgang	0.1	0.3	1
Ufererosion	Seitenerosion	0.1	1	1
permanente Rutschung	Rutschung permanent	0.001	0.3	0.8
plötzlicher Rutschprozess	Hangmure / Rutschung spontan	0.05	0.3	0.5
Stein- / Blockschlag	Stein-Blockschlag	0.01	0.3	0.6
Fels- / Bergsturz	Felssturz	0	0	1
Fliesslawine	Lawine	0.03	0.5	1
Staublawine				
Schneegleiten				

Sachwert W_G

Die Ermittlung des Gebäudewerts berücksichtigt die in Anhang B, Kap. B.3 beschriebene Differenzierung bezüglich Objektart und stützt sich auf die Einheitspreise nach EconoMe. Die Sachwerte für die einzelnen Objektarten berechnen sich wie folgt:

Wohngebäude

- **Einfamilienhaus** (Anzahl Wohneinheiten = 1), EconoMe ID 1:
Sachwert = CHF 650'000.
- **Mehrfamilienhaus** (Anzahl Wohneinheiten ≥ 2), EconoMe ID 87:
Sachwert = Anzahl Wohneinheiten x CHF 550'000 pro Wohneinheit

Industrie- / Gewerbegebäude

EconoMe ID 6:
Sachwert = Gebäudevolumen x 280 CHF/m³

gemischt genutzte Gebäude

- **1 Wohneinheit**, EconoMe ID 1:
Sachwert = CHF 650'000.
- **2 und mehr Wohneinheiten**, EconoMe ID 87:
Sachwert = Anzahl Wohneinheiten x CHF 550'000 pro Wohneinheit

übrige Gebäude

- **Garage** (Parkeinheit inkl. Fahrhabe), EconoMe ID 4:
In EconoMe ist für Garagen ein Einheitspreis pro Parkeinheit hinterlegt. Unter der Annahme, dass eine Garage typischerweise Abmessungen von 3 m x 5 m x 3 m und somit eine Parkeinheit ein Volumen von rund 45 m³ aufweist, berechnet sich der Sachwert für diese Gebäudeart:
Sachwert = (Gebäudevolumen / 45 m³ pro Parkeinheit) x 60'000 CHF pro Parkeinheit
- **Industrie- / Gewerbegebäude**, EconoMe ID 6:
Sachwert = Gebäudevolumen x 280 CHF/m³
- **Schuppen / Remise**, EconoMe ID 3:
Sachwert = Gebäudevolumen x 80 CHF/m³
- **Stall** (mit Viehbestand), EconoMe ID 2:
Sachwert = Gebäudevolumen x 180 CHF/m³

D.3.3 Gebäuderisiko

Für das Grundscenario j ergibt sich innerhalb eines bestimmten Perimeters der **gesamte wahrscheinliche Gebäudeschaden** aus der Summation der gemäss Gleichung (7) berechneten Einzelschäden über alle Gebäude zu

$$AW_{G,tot,j} = \sum_{\text{Gebäude}} AW_{G,j} \quad (8)$$

Das **Gebäuderisiko** (jährlicher Schadenerwartungswert der Gebäudeschäden) innerhalb eines bestimmten Perimeters berechnet sich zu

$$R_G = \sum_j p_j \cdot AW_{G,tot,j} \quad (9)$$

Die Gleichungen (8) und (9) entsprechen dem Vorgehen, bei dem für den betrachteten Perimeter zunächst für jedes Grundscenario der wahrscheinliche Gesamtschaden und daraus der Schadenerwartungswert für alle betroffenen Gebäude ermittelt wird.

Alternativ dazu kann aber auch zunächst der Schadenerwartungswert für das Einzelgebäude i

$$R_{G,i} = \sum_j p_j \cdot AW_{G,j} \quad (10)$$

und daraus das Gebäuderisiko (jährlicher Schadenerwartungswert der Gebäudeschäden) innerhalb eines bestimmten Perimeters ermittelt werden.

$$R_G = \sum_{\text{Gebäude}} R_{G,i} \quad (11)$$

Ein Beispiel zur Berechnung der Gebäuderisiken findet sich in Kap. D.4.3.

D.4 Beispiele

D.4.1 Beispiel individuelles Todesfallrisiko

Betrachtet sei eine Person, die an ihrem Wohnort in einem **Einfamilienhaus** durch den **Teilprozess Überschwemmung inkl. Übersarung** (Prozess «Überschwemmung dynamisch» gemäss EconoMe) wie folgt betroffen ist:

Grundszenario j	Betroffenheit durch Intensität
30-jährlich	schwach
100-jährlich	mittel
300-jährlich	mittel
extrem	stark

Die **individuelle Todesfallwahrscheinlichkeit** $p_{PG,j}$ der betrachteten Person für die einzelnen Grundszenarien j (Abb. D.4) berechnet sich wie folgt:

Grundszenario j	$p_{rA,j}$ [-]	$\lambda_{G,j}$ [-]	p_{pr} [-]	$p_{PG,j}$ [-]
30-jährlich	1.0	0	0.8	0
100-jährlich	1.0	$20 \cdot 10^{-5}$	0.8	$16 \cdot 10^{-5}$
300-jährlich	1.0	$20 \cdot 10^{-5}$	0.8	$16 \cdot 10^{-5}$
extrem	1.0	$1'000 \cdot 10^{-5}$	0.8	$800 \cdot 10^{-5}$

Das **durchschnittliche individuelle Todesfallrisiko** r der betrachteten Person ergibt sich schliesslich zu:

Grundszenario j	P_j [1 / Jahr]	p_j [1 / Jahr]	$p_j \cdot p_{PG,j}$ [1 / Jahr]
30-jährlich	0.0333	0.0233	0
100-jährlich	0.0100	0.0067	$0.11 \cdot 10^{-5}$
300-jährlich	0.0033	0.0023	$0.04 \cdot 10^{-5}$
extrem	0.0010	0.0010	$0.80 \cdot 10^{-5}$

$$r = \boxed{0.94 \cdot 10^{-5}}$$

Im gezeigten Beispiel ist – aufgrund des sehr hohen Letalitätswerts für starke Intensitäten – der Risikoanteil des Grundszenarios «extrem» (Grundszenario, bei dem das Wohngebäude der Person durch starke Intensität betroffen ist) entscheidend.

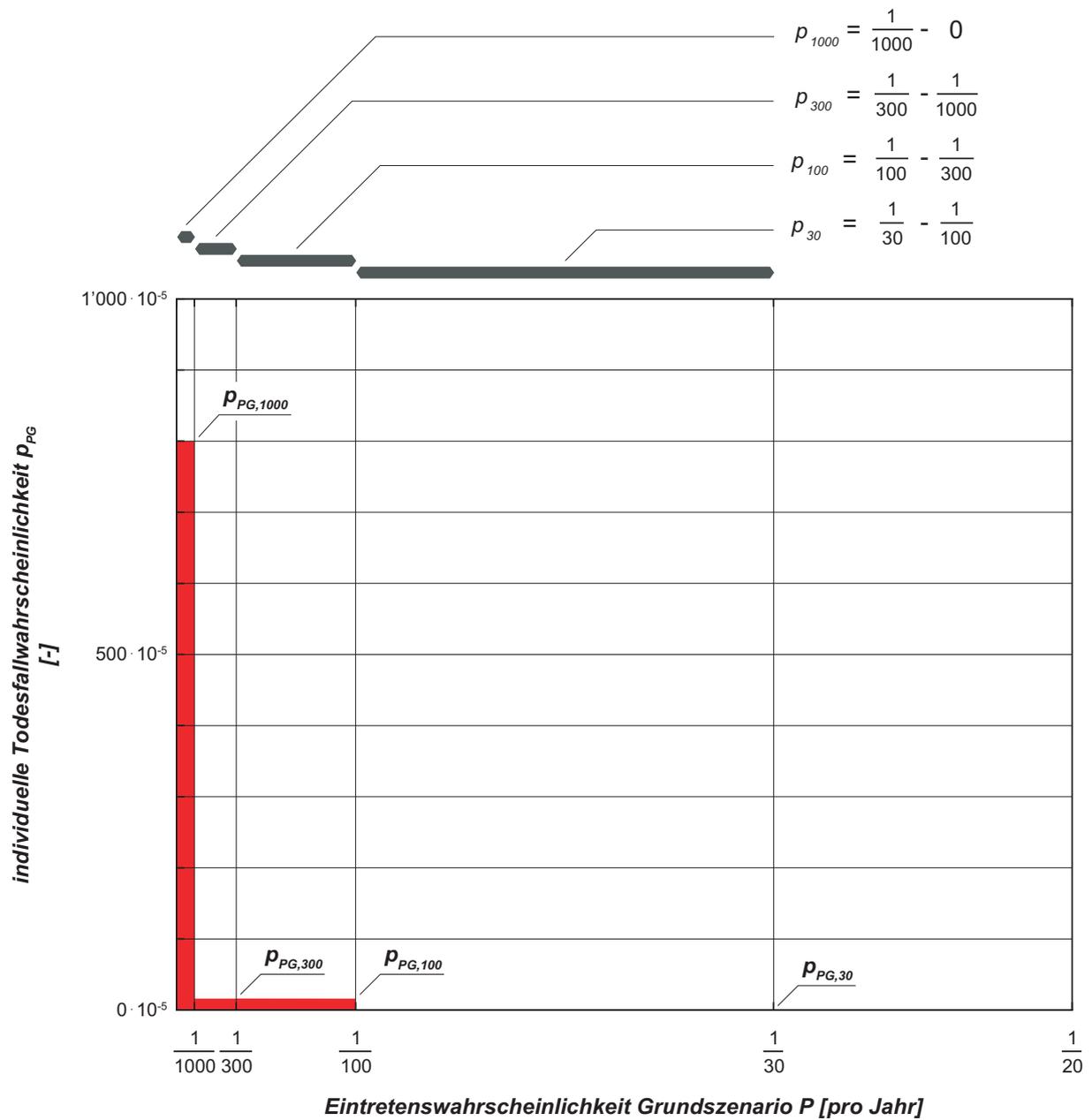


Abb. D.4 Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramm für die im Beispiel betrachtete Person. Das Ausmass für die verschiedenen Grundszenarien entspricht der individuellen Todesfallwahrscheinlichkeit der betreffenden Person. Die Fläche unter der resultierenden Kurve entspricht dem individuellen Todesfallrisiko. Diese Fläche wird – analog dem Vorgehen in EconoMe – als Treppenfunktion angenähert (rot). Die Abszisse ist so skaliert, dass die Teilflächen proportional den jeweiligen Risikoanteilen sind.

D.4.2 Beispiel monetarisierte Personenrisiken

Betrachtet wird ein Perimeter, der durch den **Teilprozess Überschwemmung inkl. Übersarung** (Prozess «Überschwemmung dynamisch» gemäss EconoMe) betroffen ist.

In diesem Perimeter liegen

- 2 Datenpunkte des STATPOP-Datensatzes (Wohnbevölkerung) sowie
- 1 Datenpunkt des STATENT-Datensatzes (Beschäftigte)

Datenpunkt 1 STATPOP, Anzahl = 3

Es handelt sich um 3 Personen der Wohnbevölkerung an ihrem Wohnort (in einem Wohngebäude)
3 Personen entsprechen 1 Wohneinheit

Diesen 3 Personen werden somit die Letalitätswerte für folgende Gebäudeart zugeordnet:

> Einfamilienhaus (EconoMe ID 1)

Die Präsenzwahrscheinlichkeit beträgt 0.8

Datenpunkt 2 STATPOP, Anzahl = 7

Es handelt sich um 7 Personen der Wohnbevölkerung an ihrem Wohnort (in einem Wohngebäude)
7 Personen entsprechen 3 Wohneinheiten

Diesen 7 Personen werden die Letalitätswerte für folgende Gebäudeart zugeordnet:

> Mehrfamilienhaus (EconoMe ID 87)

Die Präsenzwahrscheinlichkeit beträgt 0.8

Datenpunkt 3 STATENT, Anzahl = 23

Es handelt sich um 23 Beschäftigte an ihrem Arbeitsort (in einem Industrie- / Gewerbegebäude)

Diesen 23 Personen werden die Letalitätswerte für folgende Gebäudeart zugeordnet:

> Industrie- / Gewerbegebäude (EconoMe ID 6)

Die Präsenzwahrscheinlichkeit beträgt 0.3

Gemäss dem Verschnitt der Personendatensätze mit den Gefahrengrundlagen sind die 3 Datenpunkte bei den verschiedenen Grundscenarien durch folgende Intensitäten betroffen:

Grundscenario j	Betroffenheit durch Intensität		
	Datenpunkt 1	Datenpunkt 2	Datenpunkt 3
30-jährlich	schwach	-	-
100-jährlich	mittel	schwach	-
300-jährlich	mittel	schwach	mittel
extrem	stark	mittel	stark

Die wahrscheinliche Anzahl Todesopfer $Aw_{PG,j}$ an einem bestimmten Punkt im Raum pro Grundszenario j beträgt für die verschiedenen Datenpunkte:

Datenpunkt 1

Grundszenario j	$p_{rA,j}$ [-]	$\lambda_{G,j}$ [-]	n_G [Personen]	p_{pr} [-]	$Aw_{PG,j}$ [Personen]
30-jährlich	1.0	0	3	0.8	0
100-jährlich	1.0	$20 \cdot 10^{-5}$	3	0.8	0.00048
300-jährlich	1.0	$20 \cdot 10^{-5}$	3	0.8	0.00048
extrem	1.0	$1'000 \cdot 10^{-5}$	3	0.8	0.02400

Datenpunkt 2

Grundszenario j	$p_{rA,j}$ [-]	$\lambda_{G,j}$ [-]	n_G [Personen]	p_{pr} [-]	$Aw_{PG,j}$ [Personen]
30-jährlich	-	-	-	-	-
100-jährlich	1.0	0	7	0.8	0
300-jährlich	1.0	0	7	0.8	0
extrem	1.0	$20 \cdot 10^{-5}$	7	0.8	0.00112

Datenpunkt 3

Grundszenario j	$p_{rA,j}$ [-]	$\lambda_{G,j}$ [-]	n_G [Personen]	p_{pr} [-]	$Aw_{PG,j}$ [Personen]
30-jährlich	-	-	-	-	-
100-jährlich	-	-	-	-	-
300-jährlich	1.0	$20 \cdot 10^{-5}$	23	0.3	0.00138
extrem	1.0	$1'000 \cdot 10^{-5}$	23	0.3	0.06900

Die Summation über die 3 Datenpunkte liefert die **gesamte wahrscheinliche Anzahl Todesopfer** pro Grundszenario $Aw_{PG,tot,j}$, woraus durch Multiplikation mit den Grenzkosten GK das **wahrscheinliche monetarisierte Schadenausmass für Personen** $Aw_{P,j}$ pro Grundszenario j resultiert (Abb. D.5).

Grundszenario j	$Aw_{PG,tot,j}$ [Personen]	Grenzkosten GK [CHF / Person]	$Aw_{P,j}$ [CHF]
30-jährlich	0	6'600'000	0
100-jährlich	0.00048	6'600'000	3'168
300-jährlich	0.00186	6'600'000	12'276
extrem	0.09412	6'600'000	621'192

Das **monetarisierte Personenrisiko** R_P im betrachteten Perimeter ergibt sich schliesslich zu:

Grundszenario j	P_j [1 / Jahr]	p_j [1 / Jahr]	$p_j \cdot Aw_{P,j}$ [CHF / Jahr]
30-jährlich	0.0333	0.0233	0
100-jährlich	0.0100	0.0067	21
300-jährlich	0.0033	0.0023	29
extrem	0.0010	0.0010	621
R_P			671

Im gezeigten Beispiel ist – aufgrund des sehr hohen Letalitätswerts für starke Intensitäten – der Risikoanteil des Grundszenarios «extrem» (Grundszenario, bei dem primär das stark belegte Industrie- / Gewerbegebäude zum Risiko beiträgt) entscheidend.

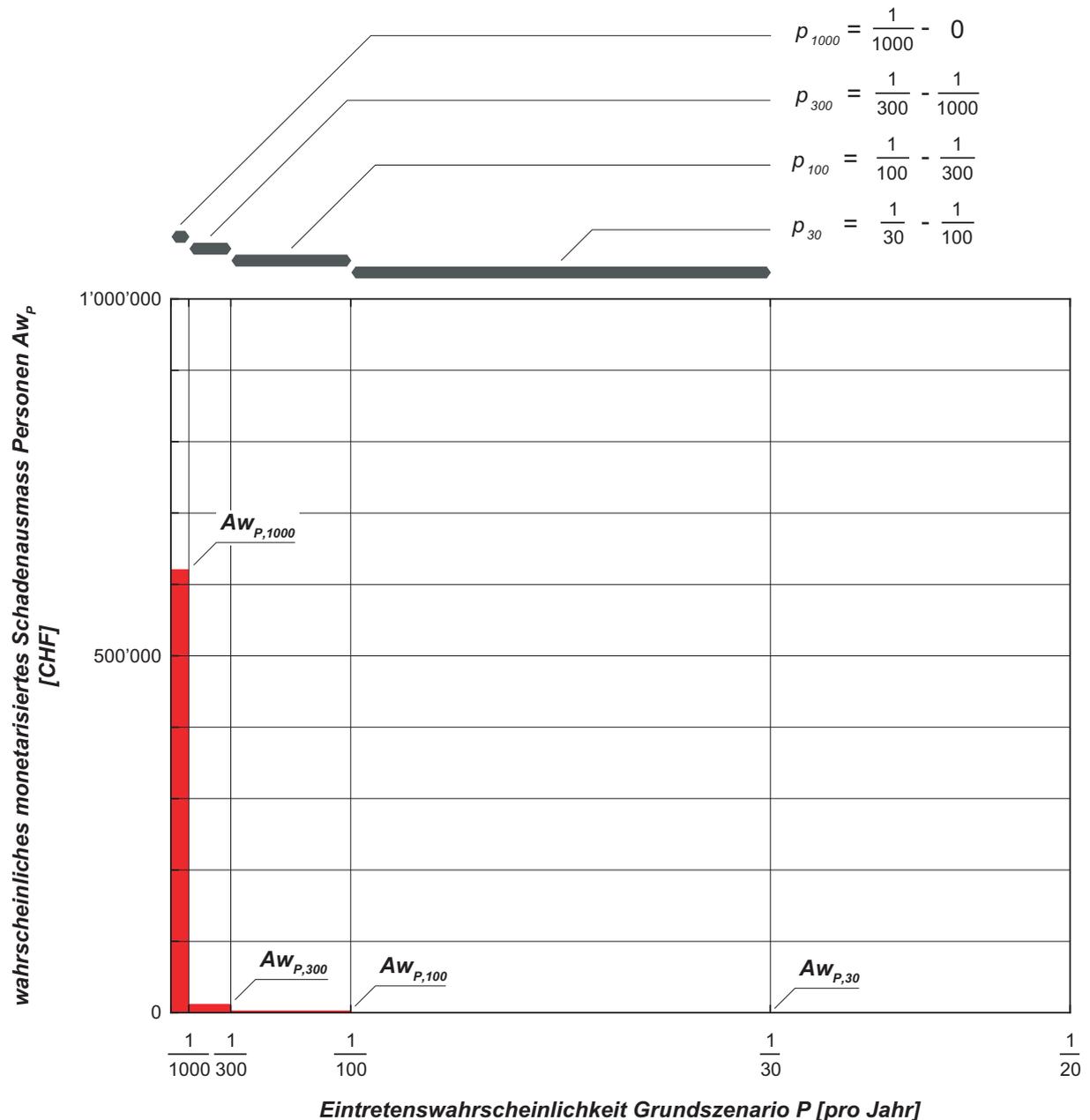


Abb. D.5 Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramm für die im Beispiel betrachteten Personen. Das Ausmass für die verschiedenen Grundszenarien entspricht dem wahrscheinlichen monetarisierten Schadenausmass für Personen. Die Fläche unter der resultierenden Kurve entspricht dem monetarisierten Personenrisiko (jährlicher Schadenerwartungswert). Diese Fläche wird – analog dem Vorgehen in EconoMe – als Treppenfunktion angenähert (rot). Die Abszisse ist so skaliert, dass die Teilflächen proportional den jeweiligen Risikoanteilen sind.

D.4.3 Beispiel Gebäuderisiken

Betrachtet wird ein Perimeter, der durch den **Teilprozess Überschwemmung inkl. Übersarung** (Prozess «Überschwemmung dynamisch» gemäss EconoMe) betroffen ist.

In diesem Perimeter befinden sich 3 Gebäude:

- **Gebäude 1 - Einfamilienhaus**
mit einem Sachwert von CHF 650'000
Sachwert und Schadenempfindlichkeit für diese Gebäude richten sich nach der Objektart:
> Einfamilienhaus (EconoMe ID 1)
- **Gebäude 2 - Mehrfamilienhaus** mit 4 Wohneinheiten
mit einem Sachwert von CHF 2'200'000 (4 x CHF 550'000 pro Wohneinheit)
Sachwert und Schadenempfindlichkeit für diese Gebäude richten sich nach der Objektart:
> Mehrfamilienhaus (EconoMe ID 87)
- **Gebäude 3 - Industrie- / Gewerbegebäude** mit einem Gebäudevolumen von 320 m³
mit einem Sachwert von CHF 89'600 (320 m³ x CHF 280 pro m³)
Sachwert und Schadenempfindlichkeit für diese Gebäude richten sich nach der Objektart:
> Industrie-/Gewerbegebäude (EconoMe ID 6)

Gemäss dem Verschnitt der Gebäudedatensätze mit den Gefahrengrundlagen sind die 3 Gebäude bei den verschiedenen Grundszenarien durch folgende Intensitäten betroffen:

Grundszenario <i>j</i>	Betroffenheit durch Intensität		
	Gebäude 1	Gebäude 2	Gebäude 3
30-jährlich	schwach	-	-
100-jährlich	mittel	schwach	-
300-jährlich	mittel	schwach	mittel
extrem	stark	mittel	stark

Das wahrscheinliche Schadenausmass $Aw_{G,j}$ pro Grundszenario *j* und Gebäude beträgt für die verschiedenen Gebäude:

Gebäude 1 – Einfamilienhaus

Grundszenario <i>j</i>	$p_{rA,j}$ [-]	$SE_{G,j}$ [-]	$Aw_{G,j}$ [CHF]
30-jährlich	1.0	0.1	65'000
100-jährlich	1.0	0.3	195'000
300-jährlich	1.0	0.3	195'000
extrem	1.0	0.5	325'000

Gebäude 2 - Mehrfamilienhaus

Grundszenario <i>j</i>	$p_{rA,j}$ [-]	$SE_{G,j}$ [-]	$Aw_{G,j}$ [CHF]
30-jährlich	-	-	-
100-jährlich	1.0	0.1	220'000
300-jährlich	1.0	0.1	220'000
extrem	1.0	0.3	660'000

Gebäude 3 – Industrie- / Gewerbegebäude

Grundszenario j	$p_{rA,j}$ [-]	$SE_{G,j}$ [-]	$Aw_{G,j}$ [CHF]
30-jährlich	-	-	-
100-jährlich	-	-	-
300-jährlich	1.0	0.3	26'880
extrem	1.0	0.5	44'800

Die Summation über die 3 Gebäude liefert den **gesamten wahrscheinlichen Gebäudeschaden** $Aw_{G,tot,j}$ pro Grundszenario j (Abb. D.6).

Grundszenario j	$Aw_{G,tot,j}$ [CHF]
30-jährlich	65'000
100-jährlich	415'000
300-jährlich	441'880
extrem	1'029'800

Das **Gebäuderisiko** R_G im betrachteten Perimeter ergibt sich schliesslich zu:

Grundszenario j	P_j [1 / Jahr]	p_j [1 / Jahr]	$p_j \cdot Aw_{G,tot,j}$ [CHF / Jahr]
30-jährlich	0.0333	0.0233	1'517
100-jährlich	0.0100	0.0067	2'767
300-jährlich	0.0033	0.0023	1'031
extrem	0.0010	0.0010	1'030
R_G			6'345

Im gezeigten Beispiel hat der Wahrscheinlichkeitsbereich unter 1/300 einen Anteil von fast 70 % am Gesamtrisiko.

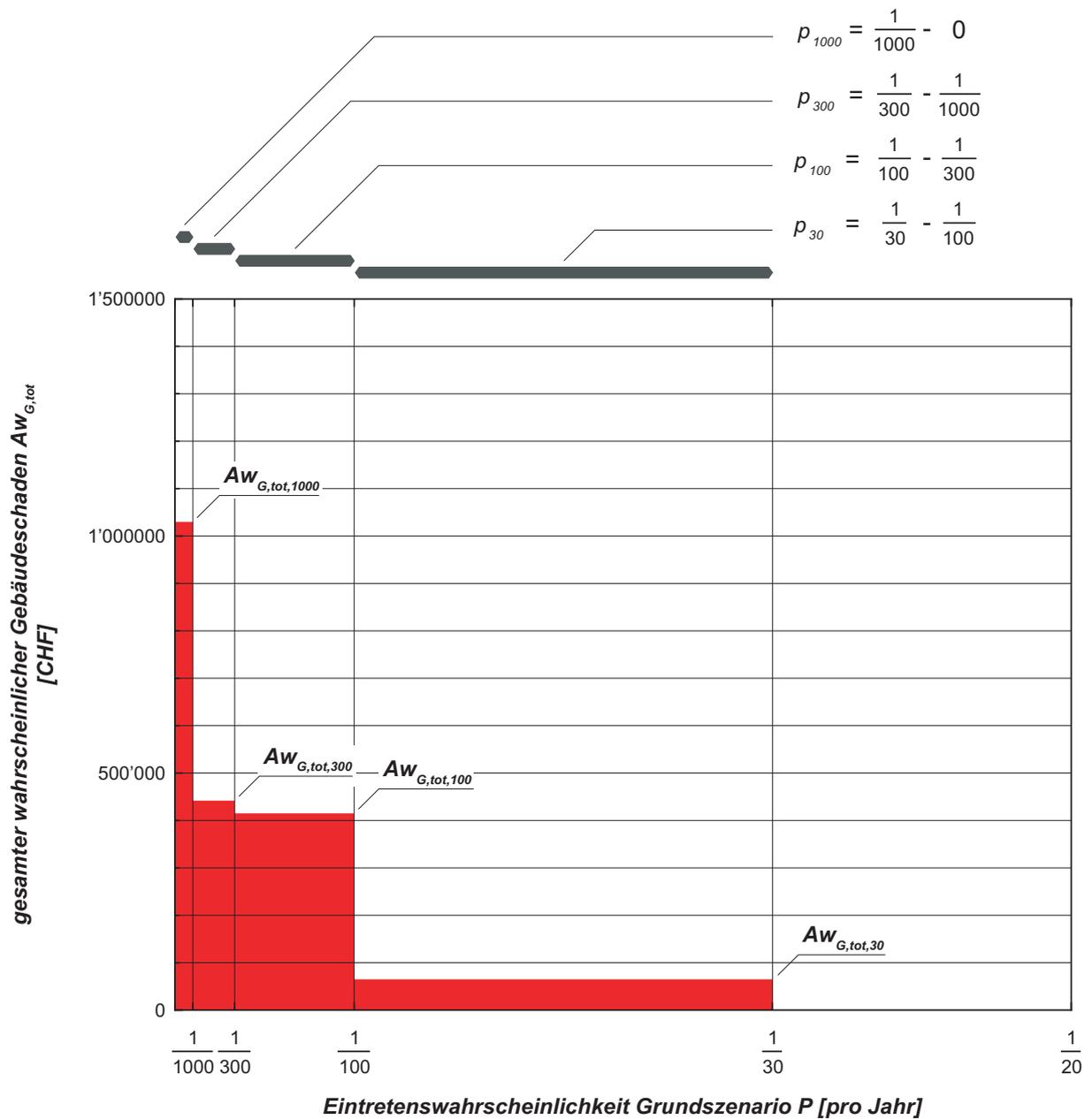


Abb. D.6 Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramm für die im Beispiel betrachteten Gebäude. Das Ausmass für die verschiedenen Grundszenarien entspricht den gesamten wahrscheinlichen Gebäudeschäden. Die Fläche unter der resultierenden Kurve entspricht dem monetarisierten Gebäuderisiko (jährlicher Schadenerwartungswert). Diese Fläche wird – analog dem Vorgehen in EconoMe – als Treppenfunktion angenähert (rot). Die Abszisse ist so skaliert, dass die Teilflächen proportional den jeweiligen Risikoanteilen sind.

D.5 Berücksichtigung des Extremszenarios bei der Risikoberechnung

D.5.1 Prozessspezifische Besonderheiten

Bezüglich der Berücksichtigung des Extremszenarios bei der Berechnung der Risiken gibt es prozessspezifische Unterschiede:

- Hauptprozess Wasser:
 - Falls das Extremszenario im Rahmen der Gefahrenkartierung ausgewiesen wurde, so wird es grundsätzlich auch bei der Risikoberechnung berücksichtigt.
 - Wurde dem Extremereignis gemäss Datenmodell Gefahrenkartierung keine Eintretenswahrscheinlichkeit zugeordnet, wird für die Berechnung des Risikos die Eintretenswahrscheinlichkeit gleich 1/1000 gesetzt.
- Hauptprozesse Rutschung, Sturz, Lawine:
 - Falls das Extremszenario im Rahmen der Gefahrenkartierung mit Angabe der Eintretenswahrscheinlichkeit ausgewiesen wurde, wird es bei der Risikoberechnung mit der ausgewiesenen Eintretenswahrscheinlichkeit berücksichtigt.
 - Falls das Extremszenario im Rahmen der Gefahrenkartierung ohne Angabe der Eintretenswahrscheinlichkeit ausgewiesen wurde, wird es bei der Risikoberechnung nicht berücksichtigt.

Unabhängig vom betrachteten Prozess bleibt das Extremszenario unberücksichtigt, falls es im Rahmen der Gefahrenkartierung nicht ausgewiesen wurde.

Die Berechnung des Risikos ohne Berücksichtigung des Extremszenarios wird nachfolgend anhand des Beispiels aus Kapitel D.4.3 illustriert.

D.5.2 Beispiel Gebäuderisiken ohne Berücksichtigung des Extremszenarios

Betrachtet wird ein Perimeter, der durch den **Teilprozess Überschwemmung inkl. Übersarung** (Prozess «Überschwemmung dynamisch» gemäss EconoMe) betroffen ist.

In diesem Perimeter befinden sich 3 Gebäude:

- **Gebäude 1 - Einfamilienhaus**
mit einem Sachwert von CHF 650'000
Sachwert und Schadenempfindlichkeit für diese Gebäude richten sich nach der Objektart:
> Einfamilienhaus (EconoMe ID 1)
- **Gebäude 2 - Mehrfamilienhaus** mit 4 Wohneinheiten
mit einem Sachwert von CHF 2'200'000 (4 x CHF 550'000 pro Wohneinheit)
Sachwert und Schadenempfindlichkeit für diese Gebäude richten sich nach der Objektart:
> Mehrfamilienhaus (EconoMe ID 87)
- **Gebäude 3 - Industrie- / Gewerbegebäude** mit einem Gebäudevolumen von 320 m³
mit einem Sachwert von CHF 89'600 (320 m³ x CHF 280 pro m³)
Sachwert und Schadenempfindlichkeit für diese Gebäude richten sich nach der Objektart:
> Industrie-/Gewerbegebäude (EconoMe ID 6)

Gemäss dem Verschnitt der Gebäudedatensätze mit den Gefahrengrundlagen sind die 3 Gebäude bei den verschiedenen Grundscenarien durch folgende Intensitäten betroffen:

GrundscENARIO j	Betroffenheit durch Intensität		
	Gebäude 1	Gebäude 2	Gebäude 3
30-jährlich	schwach	-	-
100-jährlich	mittel	schwach	-
300-jährlich	mittel	schwach	mittel

Das wahrscheinliche Schadenausmass $Aw_{G,j}$ pro Grundszenario j und Gebäude beträgt für die verschiedenen Gebäude:

Gebäude 1 – Einfamilienhaus

Grundszenario j	$p_{rA,j}$ [-]	$SE_{G,j}$ [-]	$Aw_{G,j}$ [CHF]
30-jährlich	1.0	0.1	65'000
100-jährlich	1.0	0.3	195'000
300-jährlich	1.0	0.3	195'000

Gebäude 2 - Mehrfamilienhaus

Grundszenario j	$p_{rA,j}$ [-]	$SE_{G,j}$ [-]	$Aw_{G,j}$ [CHF]
30-jährlich	-	-	-
100-jährlich	1.0	0.1	220'000
300-jährlich	1.0	0.1	220'000

Gebäude 3 – Industrie- / Gewerbegebäude

Grundszenario j	$p_{rA,j}$ [-]	$SE_{G,j}$ [-]	$Aw_{G,j}$ [CHF]
30-jährlich	-	-	-
100-jährlich	-	-	-
300-jährlich	1.0	0.3	26'880

Die Summation über die 3 Gebäude liefert den **gesamten wahrscheinlichen Gebäudeschaden** $Aw_{G,tot,j}$ pro Grundszenario j (Abb. D.7).

Grundszenario j	$Aw_{G,tot,j}$ [CHF]
30-jährlich	65'000
100-jährlich	415'000
300-jährlich	441'880

Das **Gebäuderisiko** R_G im betrachteten Perimeter ergibt sich schliesslich zu:

Grundszenario j	P_j [1 / Jahr]	p_j [1 / Jahr]	$p_j \cdot Aw_{G,tot,j}$ [CHF / Jahr]
30-jährlich	0.0333	0.0233	1'517
100-jährlich	0.0100	0.0067	2'767
300-jährlich	0.0033	0.0033	1'473
R_G			5'757

Ohne Extremszenario resultiert ein Schadenerwartungswert, der rund 10 % kleiner ist, als für den in Kapitel D.4.3 betrachteten Fall mit Extremszenario.

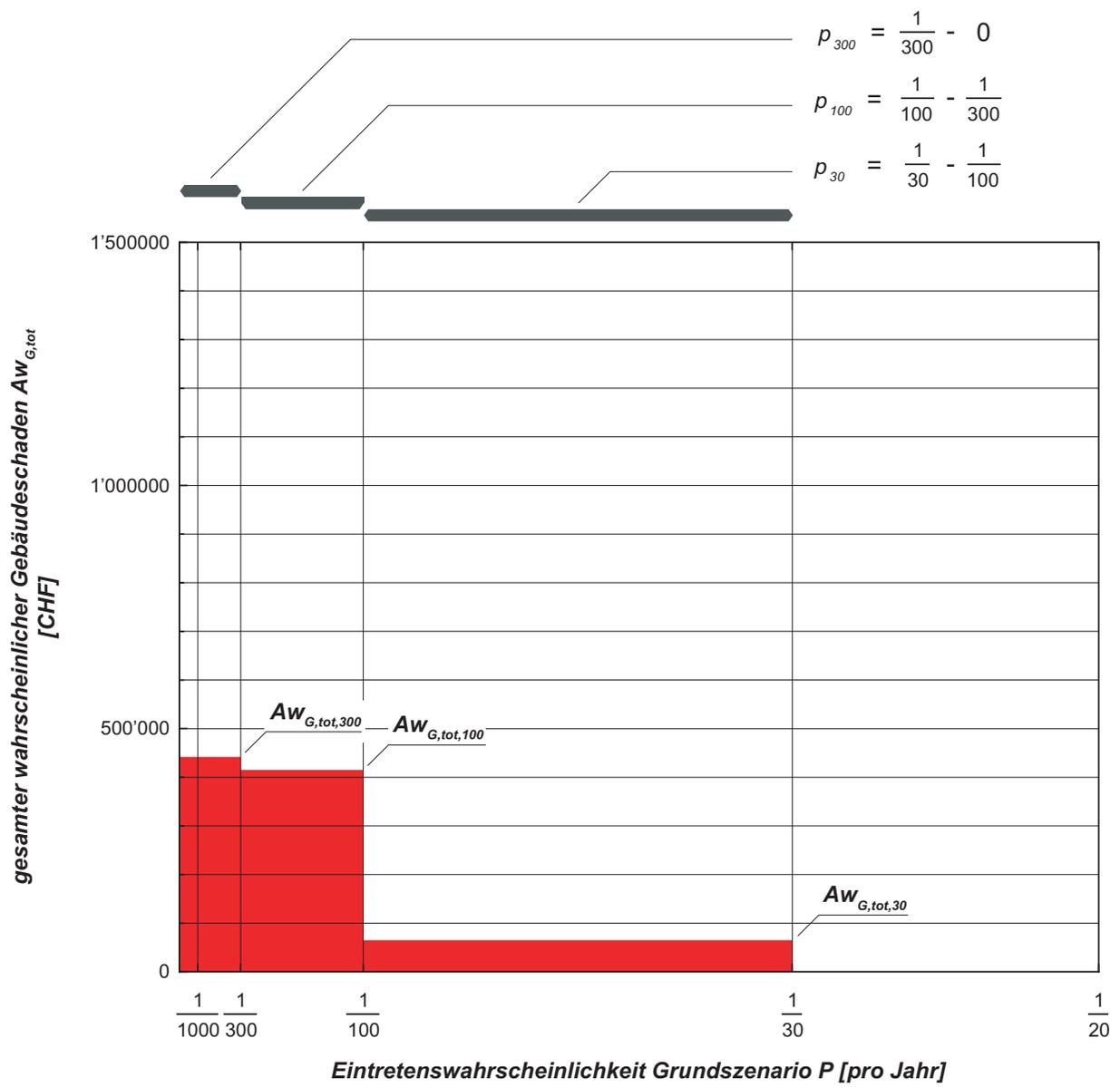


Abb. D.7 Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramm für das Beispiel ohne Extremszenario.

D.6 Referenzen

Bundesamt für Umwelt BAFU (2017): Datenmodell Gefahrenkartierung (Identifikator 166.1). Version 1.2: 23. Juni 2017

Bundesamt für Umwelt BAFU (2019): EconoMe - Wiki (Dokumentation EconoMe 5.0)
https://econome.ch/eco_work/eco_wiki_main.php (abgefragt, 23.12.2019)

