



# **MurGame: Schütze dein Dorf vor Murgängen!**

**Informationen für Spielende, Version MurGame 2.0**

## Impressum

---

### Projektbearbeitung

geo7 AG, geowissenschaftliches Büro  
Catherine Berger, Florian Zimmermann

Neufeldstrasse 5 – 9  
3012 Bern

Koboldgames GmbH  
Ralf Mauerhofer

Technopark Aargau, Badenerstrasse 13  
5200 Brugg AG

WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF  
Marc Christen

Flüelastrasse 11  
7260 Davos Dorf

---



---

### Kontakt bei Fragen

geo7 AG, geowissenschaftliches Büro

Neufeldstrasse 5 – 9  
3012 Bern

Catherine Berger  
Tel.: +41 (0)31 300 44 33

[catherine.berger@geo7.ch](mailto:catherine.berger@geo7.ch)  
[murgame@geo7.ch](mailto:murgame@geo7.ch)

---

## Änderungskontrolle

Version	Datum	Name / Stelle	Bemerkungen
1.0	09.08.2021	Entwicklerteam	Beilage für Online-Version MurGame 2.0

---

### Anmerkungen zum Dokument

Erstellt mit Microsoft Office Word, Version 2010

Dateiname \\geo7\data\3000\_projekte\4171\_murgame\_weiterentwicklung\05\_bearbeitung\01\_dokumentation\release2\_unterlagen\murgame2\_informationen\_für\_spielende\_20210809\_v2.docx

Dateigrösse 9219 KBytes

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Das MurGame im Überblick .....</b>	<b>2</b>
2.1	Spielziel.....	2
2.2	Zielgruppe.....	2
2.3	Generelle Einstellungen .....	2
2.4	Spielzeit .....	3
2.5	Erste Schritte.....	3
2.6	Tipps und Tricks .....	4
<b>3</b>	<b>Begriffe .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Weiterentwicklungen .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Projektteam &amp; Träger .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Hintergrundinformationen .....</b>	<b>7</b>
6.1	Setting .....	7
6.2	Murgangsimulation .....	7
6.3	Schadenrechnung .....	8
6.3.1	Grundlagen.....	8
6.3.2	Parameter .....	8
6.3.3	Schäden.....	8
6.3.4	Akzeptanz.....	8
6.3.5	Vereinfachungen.....	9
<b>7</b>	<b>Spielideen .....</b>	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>Weiterführende Informationen .....</b>	<b>10</b>

# 1 Einleitung

Naturgefahren-Ereignisse wie die Murgänge 2017 in Bondo GR oder 2005 in Brienz BE brennen sich in unser Gedächtnis ein und die Bilder zeigen eindrücklich, welche Schäden Murgänge verursachen können. Im Umgang mit Naturgefahren spielen Schutzmassnahmen eine wichtige Rolle. Oftmals ist es jedoch schwierig sich vorzustellen was bei einem Ereignis geschieht, welche Schäden entstehen und wie Massnahmen einen Murgang beeinflussen können. Serious Games bieten eine Möglichkeit, solche Situationen nachzubilden.

Mit dem MurGame haben wir eine Anwendung für die Naturgefahren-Prävention entwickelt. Im dreidimensionalen, interaktiven Spiel können Objekte wie z.B. Wohnhäuser oder eine Schule ausgewählt werden und schrittweise entsteht ein Dorf. Murgang-Simulationen zeigen welche Gebäude zerstört und welche Schäden entstehen würden. Unterschiedliche Schutzmassnahmen stehen zur Verfügung. Ihre Wirkung offenbart sich, wenn sich erneut ein Murgang ereignet. Nun gilt es abzuwägen welche Massnahmen den gewünschten Schutz bieten, was sie kosten dürfen und wie die Bedürfnisse der Bevölkerung am besten berücksichtigt werden können.

Das MurGame kann online über [www.murgame.ch](http://www.murgame.ch) gespielt werden. Im Folgenden geben wir einen Überblick über das MurGame und erklären die wichtigsten Begriffe. Für Interessierte stehen ausführliche Hintergrundinformationen bereit. Weiterentwicklungen sind möglich und Rückmeldungen werden von den Entwicklern und Förderern des MurGames gerne entgegengenommen.

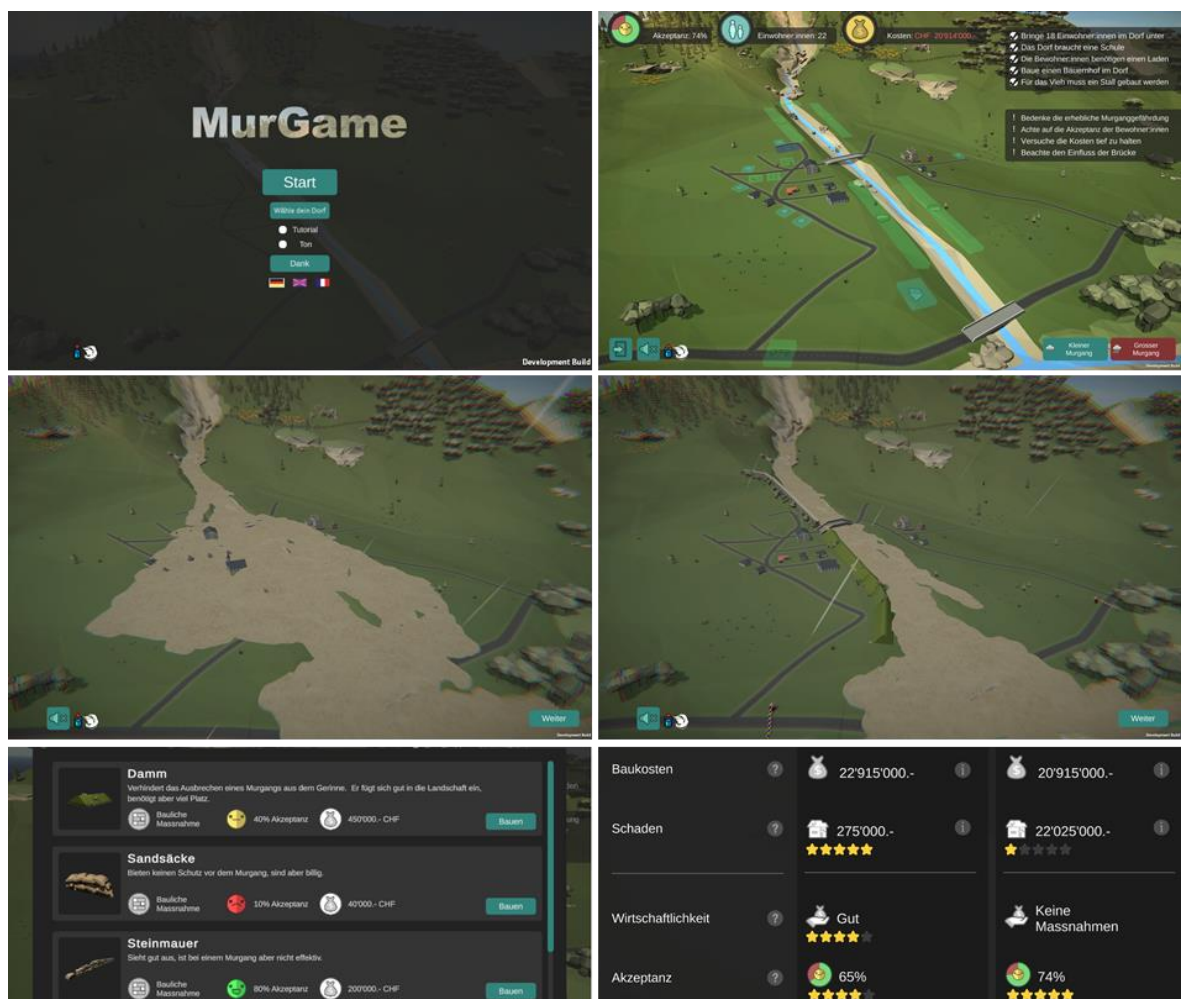


Abbildung 1: Impressionen MurGame 2.0 – Schütze dein Dorf vor Murgängen! Auf dem Schwemmkegel wird ein Dorf errichtet, das durch einen Murgang stark beschädigt wird. Schutzmassnahmen werden gebaut, um die Schäden zu reduzieren. Der Report zeigt, wie sich Kosten und Schäden über die Spielrunden entwickeln. Nun geht es darum, die Massnahmen zu optimieren.

## 2 Das MurGame im Überblick

### 2.1 Spielziel

Der/Die MurGamer:in lernt die verschiedenen Aspekte rund um das Thema integrales Risikomanagement im Umgang mit Naturgefahren am Gefahrenprozess Murgang kennen. Gefährdet ein Murgang ein Dorf, dann sind Menschenleben und Sachwerte wie Gebäude oder Infrastrukturanlagen bedroht. Aus dem Zusammentreffen von Gefahrenprozess, Personen und Sachwerten resultiert ein möglicher Schaden bzw. ein Schadenpotenzial. Ziel des interaktiven Spiels ist, mit verschiedenen baulichen, raumplanerischen und organisatorischen Massnahmen den möglichen Schaden durch Murgänge zu reduzieren und dabei eine bestmögliche Bewertung zu erhalten. Dafür müssen die gestellten Aufgaben für einen minimalen Ausbau des Dorfes erfüllt und wirksame Schutzmassnahmen getroffen werden. Die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen, d.h. das Verhältnis zwischen verhindertem Schaden bzw. dem Nutzen und den Baukosten muss dabei möglichst gut sein. Ein entscheidender Einfluss- und Erfolgsfaktor ist die Akzeptanz in der Bevölkerung für die Dorfinfrastruktur und die Schutzmassnahmen. All diese Aspekte gilt es zu koordinieren, um das errichtete Dorf optimal zu schützen!

### 2.2 Zielgruppe

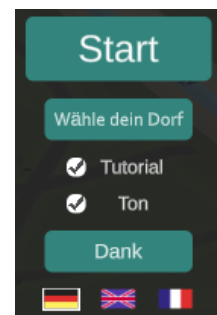
Das Spiel richtet sich je nach Anwendung an unterschiedliche Zielgruppen und primär auf interessierte Personen ohne grosses Hintergrundwissen.

Das MurGame kann auf Homepages eingebunden werden und Informationssuchenden einen alternativen Zugang zur Thematik bieten. Weiter eignet sich das Präventionsspiel für Veranstaltungen mit einem Informationsstand inkl. Standbetreuung wie z.B. an einer Messe oder für ein Vorspielen während eines Vortrags. Im Rahmen von Aus- und Weiterbildungen können ergänzende Themenschwerpunkte gesetzt werden (vgl. Spielideen in Kapitel 7 und ergänzende Materialien unter «Dokumente» auf der Hauptseite [www.murgame.ch](http://www.murgame.ch)).

### 2.3 Generelle Einstellungen

Im Hauptmenü können die folgenden Einstellungen gewählt bzw. Informationen aufgerufen werden:

- **Spielstart:**
  - Direktstart: Haken bei Tutorial entfernen
  - via Tutorial: Haken bei Tutorial setzen
- **Wähle dein Dorf:** Wurde innerhalb derselben Browsersitzung bereits eines oder mehrere Dörfer aufgebaut und Murgänge modelliert, können diese Dörfer wieder geladen und angepasst werden.
- **Ton:** mit Haken den Ton ein- oder ausschalten.
- **Dank:** Infos zu den Förderern, zum Entwicklerteam und die E-Mailadresse bei Fragen und Rückmeldungen zum MurGame.
- **Sprachwahl:** Wechsel zwischen Deutsch, Englisch und Französisch über die jeweilige Länderflagge.
- **Vollbildschirm-Anzeige:** Wechsel zum Vollbildschirm via Vollbild-Icon unten rechts. Zum Beenden des Vollbildmodus die Taste ESC drücken.
- **Spielabbruch:** Nach dem Start des Spiels ist eine Rückkehr zum Hauptmenü via Exit-Button unten links möglich.
- **Ton ausschalten:** Im Spiel kann der Ton via Lautsprecher-Icon unten links ein- bzw. ausgeschalten werden.



## 2.4 Spielzeit

Die Spielzeit beträgt ca. 10 – 15 Minuten, kann aber beliebig verlängert und bei Bedarf auch abgekürzt werden.

## 2.5 Erste Schritte

Das Spiel beginnt beim Direktstart oder im Anschluss an das Tutorial mit dem Bau des Dorfes. Über den «Exit»-Button unten links kann das Spiel jederzeit abgebrochen werden, wodurch man zum Hauptmenü zurückkehrt. Der Spielablauf folgt dem Schema gemäss Abbildung 2.

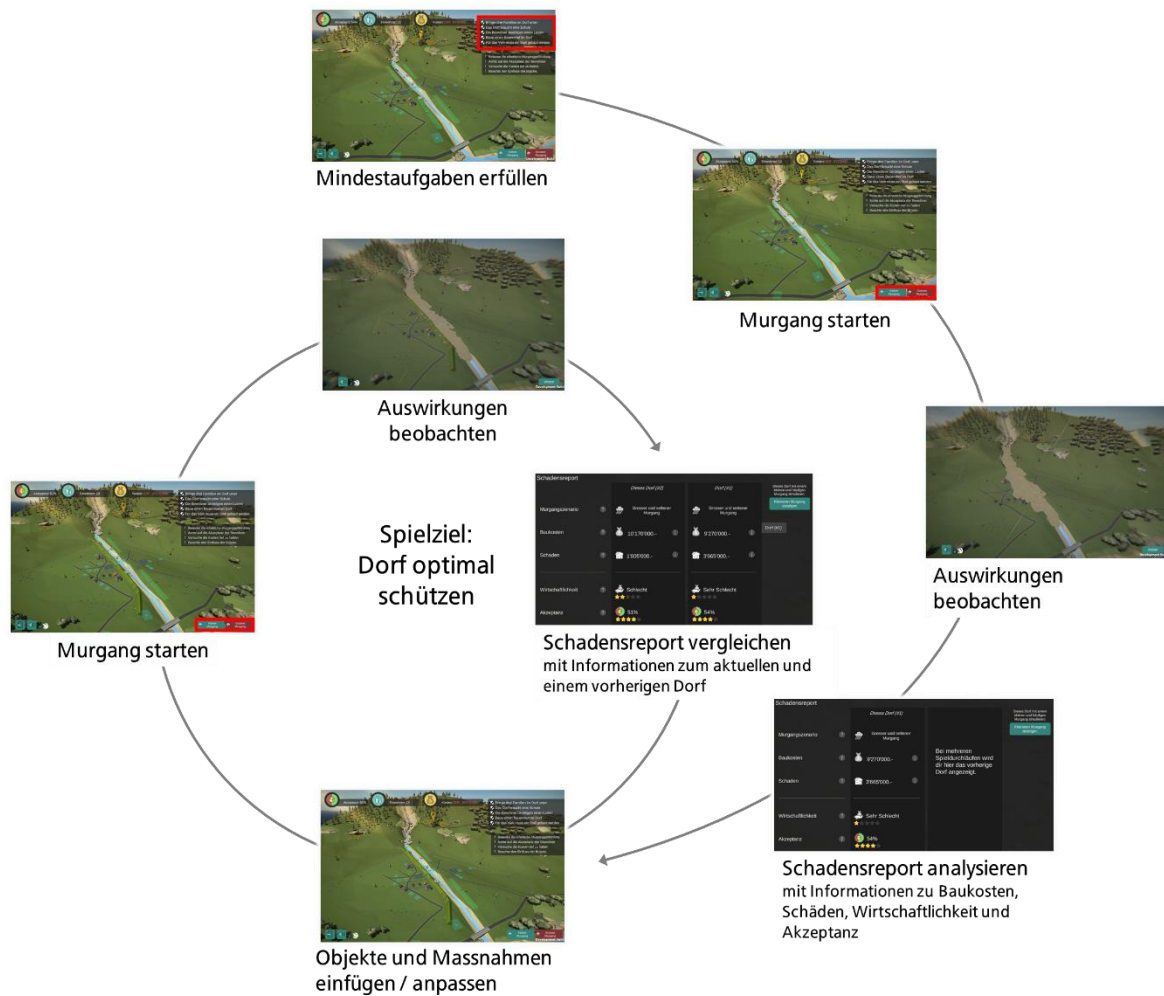


Abbildung 2: Schematischer Spielablauf im MurGame 2.0. Spielziel ist der optimale Schutz des Dorfes.

Als erstes müssen als Mindestanforderung die gestellten Aufgaben erfüllt werden. Beim Anklicken von bläulichen Parzellen können Gebäude, Brücken oder ein Campingplatz ausgewählt und platziert werden. Fortlaufend werden die Anzahl Einwohner:innen und Baukosten addiert und die Akzeptanz in der Bevölkerung verändert sich in Abhängigkeit der errichteten Objekte. Sobald das Dorf «möbliert» ist, kann der kleine oder grosse Murgang visualisiert werden. Der Schadensreport gibt nach einem Murgangereignis Auskunft über Baukosten, entstandenen Schaden und Akzeptanz in der Bevölkerung bezüglich Dorfinfrastruktur.

Im nächsten Schritt können Schutzmassnahmen im Dorf integriert und auch Gebäude umplatziert werden. Parzellen für Schutzmassnahmen sind grün hinterlegt. Mit einem Klick auf ein gebautes Objekt können Änderungen vorgenommen werden.

Nach der Visualisierung des Murganges kann im aktualisierten Schadensreport auch der Einfluss der gebauten Schutzmassnahmen auf die Baukosten, entstandenen Schäden und Akzeptanz ana-

lysiert werden. Zusätzlich wird die Wirtschaftlichkeit der realisierten Schutzmassnahmen berechnet. Die Angaben werden je Dorfsetting inkl. Massnahmen und Grösse des Murgangs berechnet und verschiedene Ausführungen des Dorfes können miteinander verglichen werden.

Um das Spielziel bestmöglich zu erfüllen, muss ein optimales Verhältnis zwischen Wirtschaftlichkeit, Akzeptanz der Objekte und Massnahmen innerhalb der Bevölkerung, Baukosten und Schäden erreicht werden. Ein kompletter Schutz vor Naturgefahren ist jedoch nicht möglich. Es ist daher abzuwägen, wie hoch der Schutzgrad sein soll, was dieser kosten darf und wie hoch das verbleibende bzw. akzeptierte Risiko ist.

## 2.6 Tipps und Tricks

- **Perspektive wechseln:** Verändern Sie die Perspektive und zoomen Sie rein und raus. Manche Elemente sieht man in der Standardansicht nicht. Vielleicht möchten Ihre Dorfbewohner auf ihrem Campingplatz Gäste begrüessen oder Sie planen, diese mittels einer Murgangssperre zu schützen? Auch der Wald spielt eine wichtige Rolle beim Schutz vor Naturgefahren.
- **Gebäude unterschiedlicher Grösse:** Grosse Gebäude wie ein Schulhaus, ein Bauernhof oder eine Kirche benötigen viel Platz und entsprechend eine grosse Parzelle. Für kleinere Gebäude (z.B. Wohnhaus, Laden oder Stall) reicht eine kleine Parzelle aus. Im Spiel sind die Parzellengrössen farblich unterschieden: hellblau für kleine, dunkelblau für grosse Parzellen. Wählen Sie also zuerst je nach Gebäudegrösse eine kleine oder grosse Parzelle aus und fügen Sie ihr Wunschobjekt hinzu.
- **Gebäude bauen, umsiedeln und abreißen:** So einfach ging es noch nie Gebäude zu errichten – und vor allem auch wieder abzureissen oder umzusiedeln! Klicken sie hierfür einfach auf das entsprechende Objekt und reißen sie es (kostenfrei) wieder ab oder verschieben Sie es an einen anderen Standort.
- **Brücke ja oder nein:** Das ist eine zentrale Frage! Verbinden wir die Häuser auf den beiden Seiten des Baches miteinander oder nicht? Praktisch ist die Brücke und entsprechend hoch die Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung. Für einen Murgang ist es aber eine Engstelle und Ereignisse der letzten Jahre zeigen, dass dort Murgänge und Hochwasser am ehesten aus ihrem Bachbett ausbrechen... Hilft allenfalls eine grössere Brücke?
- **Palette der Schutzmassnahmen:** Die grünen Parzellen zeigen Standorte für Schutzmassnahmen an und betreffen organisatorische Massnahmen (z.B. Barriere, Informationsbulletin, Sirene) und bauliche Massnahmen. Bauliche Massnahmen können die Ausbreitung eines Murgangs auf dem Schwemmkegel beeinflussen: Zurückhalten (Geschiebesammler, Netz) oder Lenken (z.B. Damm, Betonmauer) stehen zur Auswahl. Raumplanerische Massnahmen wie eine Umsiedlung oder Objektschutzmassnahmen werden durch einen Klick auf das Gebäude direkt angebracht.
- **Kleiner oder grosser Murgang:** Hier geht es darum herauszufinden, auf welche Murgänge der Schutz des Dorfes ausgelegt wird. Eventuell reicht ein Schutz gegen den kleinen Murgang und mit der Gefahr bzw. dem Risiko des grossen Murgangs leben wir? Und schon sind wir mitten in der Risikodiskussion! Kleiner Tipp: starten Sie zuerst mit dem kleinen Murgang...
- **Murgangrückhalt am Kegelhals:** Der Geschiebesammler oder das Rückhaltenetz können einen kleinen Murgang komplett zurückhalten und bieten einen guten Schutz. Das Rückhaltevolumen ist aber begrenzt und bei einem grossen Murgang kann es dennoch zu grossen Schäden im Dorf kommen. Zudem mögen die Dorfbewohner:innen diese Rückhaltebauwerke nicht wirklich... was nun? Hier geht es um die Frage, wie stark wir uns schützen wollen, welche Schäden wir in Kauf nehmen und wie wir mit der Akzeptanz der Massnahmen innerhalb der Bevölkerung umgehen.

- **Schadensreport:** Hier sieht man in einer Übersicht die wichtigsten Kennzahlen (Baukosten, entstandene Schäden, Wirtschaftlichkeit der Massnahmen und Akzeptanz in der Bevölkerung). Bei den Baukosten wird zwischen Gebäuden und Schutzmassnahmen unterschieden. Die Schäden werden je nach Grösse des Murgangs dargestellt und nach Personen-, Sach- und Versorgungsschäden unterteilt. Die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen und die Akzeptanz in der Bevölkerung werden für beide Murganggrössen bestimmt. Der grosse Murgang (oder kleine) Murgang muss übrigens nicht extra modelliert werden. Dafür kann man im Schadensreport auf der rechten Seite das andere Ereignis direkt anzeigen lassen.
- **Wähle dein Dorf:** Bereits aufgebaute Dorfsettings, für die ein Schadensreport gerechnet wurde, können innerhalb der gleichen Browsersitzung im Hauptmenü oder im Menü des Schadensreports zu einem späteren Zeitpunkt wieder geladen und verändert werden. Vielleicht hatten Sie ja bereits eine gute Lösung und wollen nur noch minimal optimieren?
- **Die Gretchenfrage zum Schluss:** Wie gross soll unser Dorf sein und wie viel investieren wir in Schutzmassnahmen? Diese Entscheidungen wirken sich direkt auf die Kennzahlen im Schadensreport aus. Es gilt abzuwägen, welche Schäden wir unbedingt vermeiden wollen und mit welchen Gefahren bzw. Risiken wir leben können. Was gewichten Sie stärker, Wirtschaftlichkeit der Massnahmen oder Akzeptanz in der Bevölkerung?

### 3 Begriffe

Im Folgenden erklären wir ein paar wichtige Begriffe im MurGame:

- **Gefahr** ist ein Zustand, Umstand oder Vorgang, aus dem sich ein Schaden für Mensch, Umwelt und Sachwerte ergeben kann (Definition gemäss [2]).
- **Murgang:** Schlammlawine aus einem Gemisch von Wasser, Geröll und allenfalls Baumstämmen. Murgänge entwickeln sich im steilen Oberlauf eines Baches und können sehr hohe Fliessgeschwindigkeiten erreichen. Im flachen Gebiet kommen sie zum Stillstand und lagern dort das mittransportierte Material ab – das können zum Teil riesige Mengen sein (Definition gemäss [5]).
- **Risiko:** Der Begriff «Risiko» ist ein technischer Ausdruck für Ausmass und Wahrscheinlichkeit eines möglichen Schadens (Definition gemäss [5] und vgl. Ausführungen in Kapitel 6.3.5).
- **Integrales Risikomanagement** umschreibt ein systematisches Managementkonzept zum Umgang mit Risiken. Risiken müssen erkannt, nach gleichen Kriterien beurteilt und mit einer optimalen Kombination aus baulichen, raumplanerischen, biologischen und organisatorischen Massnahmen reduziert werden. Das integrale Risikomanagement strebt die Gleichwertigkeit von Prävention, Intervention und Wiederherstellung an und schliesst die Kommunikation mit allen Akteuren und Beteiligten mit ein (Definition gemäss [2]).
- **Schaden:** Negative Folgen eines Naturereignisses. Das Schadenpotenzial beschreibt den Schaden, der an Personen, an Sachwerten und an der Landschaft entstehen könnte (Definition gemäss [5]). Im Schadensreport des MurGames sind die Schäden an Personen, Gebäuden und durch unterbrochene Verkehrswege aufgeführt. Diese Werte orientieren sich an Schäden aus realistischen Ereignissen.
- **Schutzmassnahmen:** Gegen Naturgefahren können wir uns mit baulichen, raumplanerischen, biologischen und organisatorischen Massnahmen schützen.
  - **Bauliche Massnahmen:** Im MurGame können wir uns vor Murgängen mit baulichen Massnahmen wie einem Rückhaltebauwerk oder lenkenden Massnahmen wie Dämmen oder Mauern schützen. Auch die Vergrösserung der Brücke zählt dazu. Diese Massnahmen können im Vergleich zu Objektschutzmassnahmen einen grösseren Bereich schützen. Objektschutzmassnahmen bezeichnen Massnahmen am oder direkt beim Objekt und haben das Ziel, Schäden an Personen und Sachwerten zu vermindern oder gering zu halten. Bei Murgängen stossen



Objektschutzmassnahmen an ihre Grenzen, da Murgänge sehr hohe Einwirkungen verursachen. Daher sind massive und oft einschneidende und teure Massnahmen nötig.

- **Organisatorische Massnahmen:** Im MurGame kann die Bevölkerung durch Alarmierung oder ein Informationsbulletin auf Murgangereignisse vorbereitet werden. Eine Notfallplanung definiert Zuständigkeiten und Sofortmassnahmen im Ereignisfall und Abläufe können «im Trockenen» eingeübt werden. Eine automatische Barriere sperrt die grosse Strasse im unteren Kegelbereich bei einem Murgang rechtzeitig.
- **Raumplanerische Massnahmen:** Sie können im MurGame insofern angewendet werden, wenn ein bestimmtes Gebiet gar nicht erst bebaut wird, Gebäude abgerissen oder Einwohner:innen umgesiedelt werden.
- **Biologische Massnahmen:** Schutzwälder sind ein wichtiges Element der Gefahrenabwehr. Wurde ein Murgang ausgelöst, dann schützen sie aufgrund der enormen Kräfte nur begrenzt. Ein Schutzwald kann aber die Entstehung von Murgängen durch seine bodenstabilisierende und wasserspeichernde Wirkung massgeblich beeinflussen.
- **Akzeptanz:** Die Bewohner:innen bewerten die verschiedenen Objekte in ihrem Dorf sehr unterschiedlich (und subjektiv). Die Akzeptanz der einzelnen Gebäude und Schutzmassnahmen durch die Dorfbevölkerung kann im MurGame nicht verändert werden und der/die Spielende muss sich damit arrangieren. Wie in der Realität sollte auch im MurGame auf die Bedürfnisse der Bevölkerung Rücksicht genommen werden – eine hundertprozentige Akzeptanz zu erreichen bleibt aber auch im Spiel eine Wunschvorstellung.
- **Wirtschaftlichkeit:** Die Wirtschaftlichkeit beschreibt das Verhältnis zwischen dem Nutzen und den Kosten von Schutzmassnahmen. Der Nutzen von Schutzmassnahmen liegt in dessen Schutzleistung. Die im MurGame angegebene Wirtschaftlichkeit für ein Dorf #XY mit Schutzmassnahmen bezieht sich jeweils auf den Schaden desselben Dorfes ohne Massnahmen im Vergleich zu den Massnahmenkosten. Ist die Schutzleistung gleich oder grösser als die Investitionen für die Massnahmen, spricht man von einer kostenwirksamen Massnahme.

## 4 Weiterentwicklungen

Beim MurGame Version 1.0 stand der Einsatz an der Messe Swissbau 2020 am Stand der Informationsplattform «Schutz vor Naturgefahren» im Zentrum. Entsprechend wurden die Inhalte auf diese Anwendung ausgelegt. Während der weiteren Entwicklung des MurGames wurden fortlaufend Ideen für zusätzliche Inhalte, Einsätze/Anwendungen und Optimierungen gesammelt.

Die aktualisierte Version MurGame 2.0 beinhaltet die folgenden Punkte:

- **Integrales Risikomanagement:** Die Massnahmenpalette wurde erweitert und umfasst raumplanerische, bauliche und organisatorische Massnahmen.
- **Murgangmodellierung:** Die Murganggrössen wurden angepasst, die Ladezeiten optimiert und die Visualisierung wurde verbessert.
- **Spielentwicklung:** Abläufe im Spiel wurden optimiert und neue Elemente wie Akzeptanz und Einwohner-Zähler hinzugefügt.
- **Risikodialog:** Das Ausbalancieren zwischen Wirtschaftlichkeit der Massnahmen und Akzeptanz in der Bevölkerung erhöht die Herausforderung.
- **Sprache:** Das MurGame ist in drei Sprachen verfügbar: Deutsch, Französisch und Englisch.

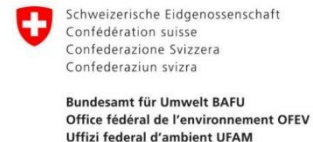
Inputs für weitere Ideen sowie konkrete Anfragen für eine Weiterentwicklung sind herzlich willkommen und können an [murgame@geo7.ch](mailto:murgame@geo7.ch) gesendet werden.

## 5 Projektteam & Träger

Entwickelt wurde das MurGame durch:



Der Dank geht an die Träger, die das Projekt ermöglicht haben:



## 6 Hintergrundinformationen

Im MurGame werden nur diejenigen Informationen direkt erläutert, welche unmittelbar benötigt werden. Interessierte Spielende finden daher im Folgenden Hintergrundinformationen zu den Hauptpunkten des Spiels. Weiterführende Unterlagen sind im Kapitel 8 aufgeführt.

### 6.1 Setting

Das MurGame spielt in einer fiktiven Umgebung. Aus einem steilen Einzugsgebiet fliesst ein typischer Wildbach bis in einen grösseren Fluss im Talboden. Auf dem Schwemmkegel des Wildbaches befindet sich eine Siedlung mit einer grösseren Erschliessungsstrasse entlang des Flusses im Talboden. Das im Hintergrund verwendete Höhenmodell stammt von einem realen Wildbacheinzugsgebiet und wurde für den Einsatz im Spiel aufbereitet.

### 6.2 Murgangsimulation

Das MurGame verwendet zur Darstellung des Murganges und der darauf basierenden Schadenrechnung das Simulationsmodell RAMMS::DEBRIS FLOW. Es handelt sich um ein numerisches Modell, das am Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) der eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) entwickelt wurde.

RAMMS::DEBRIS FLOW basiert auf dem Voellmy-Modell unter Verwendung von zwei Reibungsparametern. Zur Berechnung der Fliesstiefen und -geschwindigkeiten von Murgängen wird auf Basis eines 3D-Höhenmodells die tiefengemittelte Flachwassergleichung 2. Ordnung gelöst.

Im MurGame werden für den grossen und den kleinen Murgang zwei realistische Murgangsszenarien für das oben beschriebene Wildbacheinzugsgebiet verwendet. Grosse Objekte (Kirche, Schule, Bauernhof) sowie robuste bauliche Massnahmen (Dämme, Betonmauer, Rückhaltebauwerke) und Brücken beeinflussen die Fliesswege eines Murganges. Diese Elemente werden in den Simulationen berücksichtigt und führen z.B. hinter Dämmen zu einer Schutzwirkung. Die übrigen, kleinen Objekte (Wohnhäuser, Laden, Stall, Garage) sowie nicht wirksame Massnahmen wie z.B. Sandsäcke beeinflussen einen Murgang nicht massgeblich. Daher werden sie in den Simulationen nicht berücksichtigt.

Alle unterschiedlichen Kombinationen von Objekten, welche die Murgänge beeinflussen, wurden vorsimuliert und stehen im Hintergrund des Spiels bereit. Je nach Dorfausführung wird die entsprechend korrekte Simulation geladen, visualisiert und für die Schadenrechnung verwendet. Insgesamt wurden ca. 1'200 Simulationen für das MurGame bereitgestellt.

## 6.3 Schadenrechnung

### 6.3.1 Grundlagen

Grundsätzlich entsteht ein Schaden, wenn ein Gefahrenprozess auf ein Objekt trifft. Das Ausmass des Schadens ist abhängig von der Art und dem Wert des Objektes sowie dem Naturgefahrenprozess und der auftretenden Prozessintensität. Im MurGame werden die Grundsätze des integralen Risikomanagements abgebildet. Die Berechnung des Schadens erfolgt gemäss den in der Praxis gängigen Ansätzen [1], [2], [4].

In einem ersten Schritt wird im entsprechenden Dorfsetting pro vorhandenem Objekt und Strassenabschnitt die Murgangintensität in Abhängigkeit der jeweiligen Fliesshöhe am Objekt bzw. der Strasse aus der entsprechenden RAMMS::DEBRIS FLOW Simulation bestimmt. Anhand dieser Fliesstiefe können die Parameter für die Schadenrechnung abgeleitet werden.

Die Schadenrechnung im MurGame berücksichtigt Personen- und Sachschäden für Objekte und Strassen gemäss EconoMe [1] sowie Versorgungsschäden durch den Unterbruch der Verkehrswege gemäss Ansatz des Kantons Zürich [4].

### 6.3.2 Parameter

Für die Schadenrechnung der Personen- und Sachschäden wurden für die Parameter Empfindlichkeit und Letalität die Werte für die jeweiligen Objekte gemäss EconoMe 5.0 [1] verwendet. Für die Basiswerte der Gebäude wurden Richtwerte der Projektpartner aus der Versicherungswirtschaft (Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen VKG, Mobiliar) beigezogen. Die Fahrhabe wurde durch einen Aufschlag von 20 % zum Sachwert addiert. Massnahmenkosten konnten aus Erfahrungswerten bei Bauprojekten abgeleitet werden. Weitere Parameter für Gebäude (Belegungszahlen und Präsenzfaktoren) und Strassenverkehr (Geschwindigkeiten, Werte für den durchschnittlichen Tagesverkehr und Anzahl durchschnittlicher Fahrten) wurden auf das Setting im MurGame angepasst. Es wird zwischen Gemeinde- und Kantonsstrasse unterschieden und für den Versorgungsunterbruch wurden Parameter und Klassen gemäss [4] abgeleitet.

Die Monetarisierung der Personenschäden erfolgte mit Grenzkosten von 6.6 Mio. CHF gem. EconoMe 5.0 [1]. In der Schadenrechnung wird mit einer räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeit von 100 % gerechnet, da die Murgang-Simulationen diskrete Prozessräume abbilden.

### 6.3.3 Schäden

Die Personen- und Sachschäden (wahrscheinliches Schadenausmass) werden nach der Methodik aus EconoMe 4.0 [3] und den in Kapitel 6.3.2 beschriebenen Parametern für Personen in den betroffenen Gebäuden sowie auf den Strassen bestimmt. Sind im Schadensreport keine Todesopfer zu beklagen aber wird dennoch ein Personenschaden ausgewiesen, ist dies ein Hinweis, dass mit verletzten Personen zu rechnen ist.

Die Berechnung des Versorgungsschadens erfolgt nach der Methodik der Risikoanalyse des Kantons Zürich [4] und den in Kapitel 6.3.2 genannten Parameter. Dieser Ansatz basiert auf einer qualitativen Bestimmung des Risikos für den Unterbruch von Verkehrswegen (Gemeinde-, Kantonsstrasse und Brücke). Sobald ein Murgang einen Abschnitt einer Strasse verschüttet, wird ein entsprechender Schaden aufgrund des Versorgungsunterbruchs ausgegeben. Für einen besseren Vergleich mit den übrigen Schäden wurden die qualitativen Werte monetarisiert (Grenzkosten 500'000 CHF).

### 6.3.4 Akzeptanz

Die Akzeptanz in der Bevölkerung im Schadensreport setzt sich zusammen aus den einzelnen Bewertungen für die Gebäude, Brücken, bauliche und organisatorischen Schutzmassnahmen. Bei den Gebäuden trägt neben den Baukosten insbesondere die (subjektive) Beliebtheit zur Akzeptanz bei. Bei Massnahmen sind neben den Kosten auch die Schutzwirkung und die (subjektiv bewertete) Optik die entscheidenden Kriterien.

### 6.3.5 Vereinfachungen

Um die Thematik des integralen Risikomanagements anschaulich und informativ zu visualisieren, wurden eine Reihe von Vereinfachungen getroffen bzw. gewisse Aspekte der Risikobetrachtung ausgeklammert.

Grundsätzlich wird unter dem Begriff Risiko die Möglichkeit verstanden, dass durch ein bestimmtes Ereignis Schäden auftreten können. Im Kontext der Naturgefahren setzt sich das Risiko aus Häufigkeit bzw. Jährlichkeit mehrerer Ereignisse sowie dem möglichen Schadenausmass (Personen und Sachwerte) zusammen. Für die Bewertung des Risikos werden in der Schweiz das kollektive und das individuelle Risiko betrachtet [2].

Das Risikokzept besteht aus den drei Elementen Risikoanalyse, Risikobewertung und Risikomanagement. Eine wichtige Grundlage sind dabei die schweizweit bestehenden Gefahren- und Intensitätskarten im Bereich von Siedlungsgebieten. Das berechnete Risiko wird im Rahmen der Risikobewertung beurteilt und falls notwendig werden Massnahmen getroffen. Allerdings besteht auch nach getroffenen Schutzmassnahmen ein Restrisiko, da eine absolute Sicherheit vor Naturgefahren in einem gefährdeten Gebiet nicht erreichbar ist.

Bei der Umsetzung von Schutzmassnahmen kann auf eine Vielzahl an verschiedenen Systemen zurückgegriffen werden. Dabei müssen allerdings Aspekte wie die Mehrgefährdung bzw. die Gefahrenverlagerung und rechtliche Auflagen wie beispielsweise die Ökologie und die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen berücksichtigt werden. Weiter sind die Möglichkeiten für Schutzmassnahmen aufgrund räumlicher, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingung oftmals eingeschränkt. Solche Aspekte können in der Version des MurGames nicht alle einfließen. Je nach Einsatzart und Moderation kann aber auf diese Punkte eingegangen werden.

Die konkrete Berechnung des Risikos für Siedlungsgebiete und Infrastrukturanlagen durch die Bedrohung durch Naturgefahren erfolgt in der Schweiz nach der Methodik EconoMe [1] und bildet die Basis für das integrale Risikomanagement und somit den Umgang mit Naturgefahren.

## 7 Spielideen

Je nach Zielpublikum können vor allem im Rahmen von Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden. Im Folgenden zeigen wir mögliche Ideen auf. Weiterführende Angaben können den zusätzlichen Materialien auf der Hauptseite von [www.murgame.ch](http://www.murgame.ch) im Bereich «Dokumente» entnommen werden.

#### **Sanfter Einstieg mit einem Fokus auf einen einzelnen Aspekt:**

Mit welchen Massnahmen lässt sich ein konkretes Dorf schützen,

- damit eine möglichst gute Wirtschaftlichkeit erreicht wird?
- damit möglichst wenig Schäden entstehen?
- damit eine bestmögliche Akzeptanz in der Bevölkerung erzielt wird?

#### **Mehr Komplexität durch Kombination mehrerer Aspekte:**

Mit welchen Massnahmen lässt sich ein konkretes Dorf schützen,

- damit ein Optimum zwischen Schäden, Akzeptanz und Wirtschaftlichkeit erreicht wird?

#### **Schwerpunkt auf bestimmte Thematik:**

- **Fokus Ökonomie:** Wie kann ein Dorf optimal geschützt werden, wenn ein Gesamtbudget von z.B. 15 Mio. CHF zur Verfügung steht?
- **Fokus Massnahmentypen:** Kann ein Dorf nur mit raumplanerischen und organisatorischen Massnahmen geschützt werden?
- **Fokus Schwachstelle:** Wie wirkt sich die Brücke auf die Gefahrensituation (kleiner/grosser Murgang) aus und wie kann diese Problematik mit raumplanerischen oder baulichen Massnahmen wirtschaftlich und bzgl. Akzeptanz am besten angegangen werden?

## 8 Weiterführende Informationen

### Naturgefahren und Risiko

- [1] Bundesamt für Umwelt (BAFU): EconoMe 5.0 Dokumentation.  
[https://econome.ch/eco\\_work/eco\\_wiki\\_main.php](https://econome.ch/eco_work/eco_wiki_main.php) (Stand April 2020)
- [2] Bründl Michael (Ed.) 2009: Risikokzept für Naturgefahren - Leitfaden. Nationale Plattform für Natur-gefahren PLANAT, Bern. 420 S.
- [3] Bründl, M., Ettlin, L., Burkard, A., Oggier, N., Dolf, F. und Gutwein, P. (2015): EconoMe - Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren. Formelsammlung. 56 S.
- [4] Egli Engineering 2014: RAKAZ – Risikoanalyse Kanton Zürich. Technischer Bericht. Auftraggeber: AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie, Luft Kt. Zürich und Gebäudeversicherung Kanton Zürich. Datum 28.05.2014.  
<https://awel.zh.ch/internet/audirektion/awel/de/wasser/hochwasserschutz/risiko-karte.html> (Stand April 2020)
- [5] PLANAT Nationale Plattform Naturgefahren (2012): Fachbegriffe im Naturgefahrenbereich. [http://www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/Risikodialog\\_Dokumente/DE/090\\_RDN\\_Begriffe\\_Naturgefahren\\_alphab\\_120304.pdf](http://www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/Risikodialog_Dokumente/DE/090_RDN_Begriffe_Naturgefahren_alphab_120304.pdf)
- [6] Vereinigung kantonaler Gebäudeversicherungen (VKG), Hauseigentümerverband Schweiz (HEV), Schweizerische Ingenieur- und Architekturverein (SIA), Verband Schweizerischer Kantonalbanken (VSKB): Plattform «Schutz vor Naturgefahren».  
<https://www.schutz-vor-naturgefahren.ch/> (Stand April 2020)

### RAMMS

- [7] SLF/WSL 2011: «RAMMS::DEBRIS FLOW»  
[https://ramms.slf.ch/ramms/index.php?option=com\\_content&view=article&id=61&Itemid=78](https://ramms.slf.ch/ramms/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=78) (Stand April 2020)