

KANTON  
NIDWALDEN

FACHKOMMISSION NATURGEFAHREN

NATURGEFAHREN  
berücksichtigen  
im Rahmen von Baubewilligungen

STANS, 31. AUGUST 2004

## **Die Schäden durch Naturgefahren dürften in den nächsten Jahren weiter zunehmen!**

Die Schäden durch Naturereignisse haben in den letzten Jahrzehnten laufend zugenommen, einerseits durch eine dichtere Besiedlung des Raumes und die Wertsteigerung der Infrastruktur, andererseits durch das sich ändernde Klima.

## **Welchen Schutz können wir uns überhaupt leisten?**

Priorität geniessen raumplanerische Massnahmen zum Schutz vor Naturgefahren, denn eine Siedlungsplanung, welche die Naturgefahren ernst nimmt und Freiräume für ausserordentliche Naturereignisse schafft, ist die bessere Vorsorge als die Erstellung und der aufwändige Unterhalt teurer Schutzbauten.

Der Schutz der Bevölkerung vor Naturgefahren beginnt damit, dass Kanton und Gemeinden die Gefahrenkarten erarbeiten lassen und diese anschliessend von den Gemeinden in die Nutzungsplanung (Zonenplan und BZR) grundeigentümergebunden umgesetzt werden.

Es ist Aufgabe der Grundeigentümer, in Eigenverantwortung dafür zu sorgen, dass bei einer bestehenden Gefährdung der Gefahrennachweis im Rahmen des Bauprojektes erbracht wird; was bei komplexen Prozessen nur durch einen Fachingenieur vorgenommen werden kann.

Auf der nachfolgenden Doppelseite wird zunächst versucht, einen **Überblick (Seiten 4/5)** über die komplexe Materie Naturgefahren zu geben.

Anschliessend werden die Kapitel **Naturgefahren beurteilen (6/7)**, **Naturgefahren umsetzen (8/9)** und insbesondere **Naturgefahren berücksichtigen (10-19)** vertieft.

Mit Hilfe der **Beispiele Wildbach Beckenried (10-13)**, **Seehochstand Hergiswil (14/15)**, **Talfluss Stans (16/17)** wird Schritt für Schritt aufgezeigt, wie eine bestehende Gefährdung im Rahmen des Bauprojektes adäquat berücksichtigt worden ist - oder auch nicht, wie das letzte, fiktive Beispiel **selbstverursachte Verschärfung einer Gefahrensituation (18/19)** zeigt.

### **Impressum**

#### **NATURGEFAHREN berücksichtigen**

© Fachkommission Naturgefahren FNG  
c/o Amt für Wald und Energie AWE  
Kreuzstrasse 2, 6370 Stans

### **Kartendaten**

LIS Nidwalden AG  
wenn nicht anders vermerkt, sind die  
Karten Nord ausgerichtet

### **Text und Gestaltung**

Peter Baki, ARE NW

### **Fotos**

Melk Imboden, Buochs



### **Naturgefahren kennen**

Welche Naturgefahren bedrohen unsere Sicherheit?

### **Naturgefahren beurteilen**

Gefahrenkarten zeigen die kritischen Stellen

### **Naturgefahren umsetzen**

Grundeigentümerverbindliche Vorgaben durch Zonenplan und BZR

### **Naturgefahren berücksichtigen**

Gefahrennachweis in der Regel durch einen Fachingenieur

### **Naturgefahren abwehren**

Nur wenn planerische Bemühungen nicht zum Ziel führen

## Der erste Schritt im Umgang mit Naturgefahren ist die Kenntnis der Gefahrenprozesse.

Naturgefahren werden in drei Hauptkategorien unterteilt: in klimatische, gravitative und tektonische Gefahren. Im Mittelpunkt stehen die gravitativen Gefahren. Für diese bestehen ausführliche gesetzliche Bestimmungen.

Dagegen gibt es erhebliche Lücken bei jenen Naturgefahren, die flächenhaft eintreten und im Ereignisfall enorme Schäden verursachen können (wie etwa Erdbeben oder klimatische Gefahren).

### klimateische Gefahren

- ▶ Sturmwind
- ▶ Hagelschlag
- ▶ Trockenperiode
- ▶ Kälte- oder Hitzewelle
- ▶ Blitzschlag

### gravitative Gefahren

- ▶ Überschwemmung
- ▶ Übersarung
- ▶ Ufererosion
- ▶ Murgang
- ▶ Hangmure
- ▶ Rutschung
- ▶ Steinschlag und Blockschlag
- ▶ Felssturz und Bergsturz
- ▶ Lawine
- ▶ Eisschlag
- ▶ Gletscherabsturz

### tektonische Gefahren

- ▶ Erdbeben

Die gravitativen Gefahren weisen eine ausgeprägte Standortgebundenheit aus. Bereiche mit hoher Gefährdung und ohne Gefährdung liegen oft sehr nahe beieinander. Den gravitativen Gefahren kann somit ausgewichen werden, was bei den klimatischen und tektonischen Gefahren nur in einem viel geringeren Mass zutrifft. Wo sich die durch gravitative Gefahren gefährdeten Gebiete befinden, wird mit den Gefahrenkarten aufgezeigt.

Die Erdbebenvorsorge in der Schweiz geschieht in erster Linie durch die technische SIA-Norm 261, welche vorgibt, wie ein weitgehend erdbebensicheres Bauwerk konstruiert sein muss. Die Broschüre ▶ "Erdbeben - die unterschätzte Naturgefahr" befindet sich im Anhang.

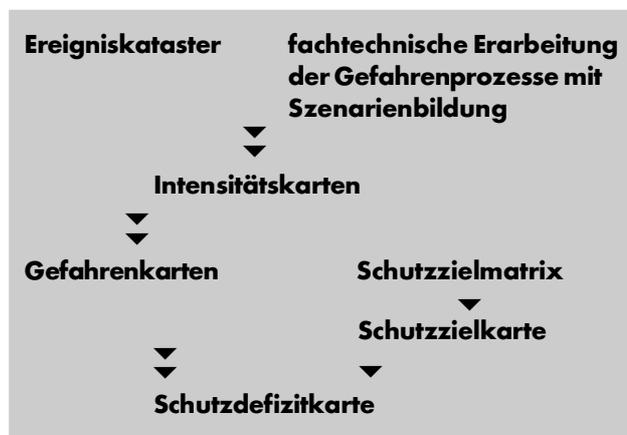
Vereinigung Kantonale Feuerversicherungen ▶ Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, 2004

Nach Art. 23 des kantonalen Waldgesetzes erstellt die zuständige Direktion für Gebiete, die von Naturereignissen bedroht sind, im Einvernehmen mit den Gemeindebehörden die Grundlagen zur Gefahrenbeurteilung, insbesondere Gefahrenkataster und Gefahrenkarten. Für die Erarbeitung der Gefahrenkarten Hochwasser sind die Gemeinden zuständig. Die Bearbeitung erfolgt in der Regel durch Fachspezialisten, wobei die Fachkommission Naturgefahren beratend zur Seite steht.

Der **Gefahrenkataster** besteht aus dem Ereigniskataster sowie dem Schutzbautenkataster. Der Ereigniskataster dient als Archiv für alle bekannten früheren Ereignisse und gleichzeitig werden darin laufend alle neuen Ereignisse erfasst. Er wird vom Amt für Wald und Energie für alle gravitativen Gefahren geführt. Der Gefahrenkataster ist zudem eine wichtige Grundlage für die Berechnung und Modellierung der bestehenden Gefahrenprozesse.

Dies geschieht, indem zuerst Gefahren-**Szenarien** gebildet werden. Die massgebenden Szenarien werden schliesslich einzeln kartiert und zu den sogenannten Intensitätskarten überlagert.

Für die einzelnen Gefahrenprozesse werden in der Regel vier ▶ **Intensitätskarten** erarbeitet, nämlich diejenigen für das 30-jährliche, das 100-jährliche, das 300-jährliche und das Extremereignis.



Die ▶ **Gefahrenkarten** resultieren aus den einander überlagerten Intensitätskarten. Die Gefahrenstufen rot, blau, gelb sowie gelb-weiss schraffiert signalisieren die Gefährdung. Die Verknüpfung zwischen Intensitätskarten und Gefahrenkarte erfolgt mittels ▶ **Gefahrenstufendiagramm**.

Die Festlegung der Schutzziele ist eine politische Aufgabe und erfolgt durch den Gemeinderat in Form der ▶ **Schutzzielmatrix**. Aus der Gegenüberstellung von Schutzzielkarte und Gefahrenkarte resultiert die Schutzdefizitkarte, welche die Diskrepanz zwischen bestehender Gefährdung und den in der Schutzzielmatrix definierten Sicherheitszielen zeigt.

ARE/BWG/BUWAL ▶ Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten ▶ Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, beide 1997

Koordinationsaufgabe L5-2 des Kantonalen Richtplans verlangt, dass die Erkenntnisse aus Ereigniskataster und Gefahrenkarten im Sinne der Schadensverhütung rasch umgesetzt werden. Die Gemeinden bezeichnen die Gefahrenzonen im Zonenplan und formulieren die entsprechenden Auflagen im BZR. Mit der Genehmigung durch den Regierungsrat werden die Gefahrenzonen und -bestimmungen grund- eigentümerverschrieben.

## Die Nutzungen haben sich wieder vermehrt den natürlichen Gegebenheiten anzupassen - und nicht umgekehrt!

Die Fachkommission Naturgefahren (FNG) hat im Rahmen ihrer Beratungsfunktion eine kantonal einheitliche Vorlage erarbeitet, welche den Gemeinden die Umsetzung erleichtern soll. Diese besteht aus den ▶ **Bestimmungen zu den Gefahrenzonen**, die möglichst unverändert ins BZR eingefügt werden sollen sowie einem Vorschlag, wie die Gefahrenzonen dargestellt werden, ohne dass der Zonenplan grafisch allzu stark belastet wird (▶ **„pragmatische Lösung“**). Die Gefahrenzonen sind mit Kürzeln bezeichnet (W für Wildbach/Murgang, R für Rutschung etc.) und erlauben so die Zuordnung der einzelnen Zonen zu den entsprechenden Bestimmungen im BZR.

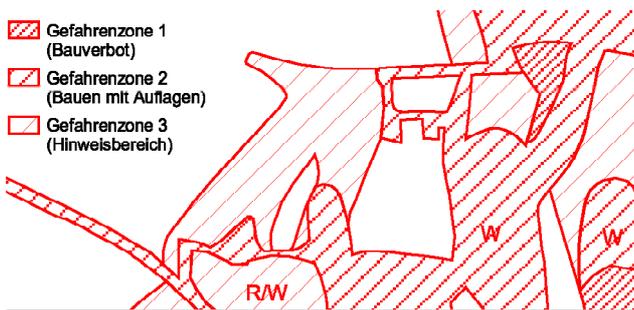


Abb. 1: Gefahrenzonen mit Kürzeln

Die ▶ **Arbeitshilfe für Raumplaner** zeigt, welche Karten (Gefahren- und Intensitätskarten) aufgrund der Schutzziele bei der Festlegung der Gefahrenzonen 1 bis 3 jeweils zu verwenden sind.

Die **Gefahrenzone 1** bezeichnet die Gebiete mit erheblicher Gefährdung. Neubauten und Wiederaufbau von Bauten sind grundsätzlich verboten. Die **Gefahrenzone 2** bezeichnet die Gebiete mit mittlerer Gefährdung. Bauten und Anlagen sind so zu erstellen, dass das Schutzziel durch eine optimale Standortwahl, die konzeptionelle Gestaltung sowie geeignete bauliche Massnahmen unter Wahrung der Verhältnismässigkeit erreicht wird. Die **Gefahrenzone 3** bezeichnet die Gebiete mit geringer Gefährdung. Der Schutz von Bauten und Anlagen liegt grundsätzlich in der Eigenverantwortung der Grundeigentümer.

FNG ▶ Vorlage BZR und Erläuterungen, 14. Mai 2004  
ARE/BWG/BUWAL ▶ Planungshilfe Naturgefahren und Raumplanung, 2004 (Entwurf)

Es ist **Aufgabe der Bauherrschaft**, nachzuweisen, dass eine allfällige Gefährdung durch Naturgefahren im Rahmen des Bauprojektes adäquat berücksichtigt und entsprechende Massnahmen eingeplant worden sind. Bei komplexen Gefahrenprozessen muss hierfür eine Fachperson beigezogen werden.

Die Gemeindebehörden überprüfen bei allen Baugesuchen, die innerhalb einer Gefahrenzone liegen, den von der Bauherrschaft einzureichenden ▶ **Gefahrennachweis**. Bei komplexen Fällen steht dabei die FNG beratend zur Seite.

Das Vorgehen lässt sich in ▶ **5 Schritte** unterteilen und wird nachfolgend anhand von drei Beispielen (Wildbach, Beckenried; Seehochstand, Hergiswil; Talfluss, Stans) Schritt für Schritt aufgezeigt.

Besondere Beachtung gilt schliesslich der selbstverursachten Erhöhung der Gefährdung infolge eigener Bautätigkeit. Durch eine bessere ▶ **Kenntnis der technischen Zusammenhänge** kann verhindert werden, dass Bauten und Anlagen die Gefahrensituation noch zusätzlich verschärfen.

## Naturgefahren **abwehren**

Bei den Massnahmen gelten folgende **Prioritäten**:

1. raumplanerische Massnahmen
2. Unterhalt bestehender Schutzbauten
3. Pflege des Schutzwaldes
4. neue Schutzbauten
5. Notfallplanung

Bei der Abwehr von Naturgefahren standen Schutzbauten und andere technische Einrichtungen lange Zeit im Mittelpunkt. Dies hat sich aber in den letzten Jahren geändert, denn die Gefahrenabwehr durch solche Mittel stösst zunehmend an **technische, ökonomische und ökologische Grenzen**. Bauliche Massnahmen haben weiterhin dort ihre Berechtigung, wo planerische Bemühungen nicht zum Ziel führen. Als letztes Mittel bleibt die Notfallplanung, wenn alle übrigen Massnahmen nur begrenzt Schutz bieten.

Ein naturnaher Wald mit stufigem Baumbestand bietet immer noch den besten Schutz vor vielen Naturgefahren. Denn ein **gesunder Schutzwald**

- ▶ verhindert und vermindert Steinschlag durch kräftigen Jungwuchs und das Vorkommen aller Altersstufen im Baumholz.
- ▶ hält durch das dichte Wurzelwerk den Boden zusammen und verhindert damit Rutschungen.
- ▶ ist ein Wasserspeicher und dämpft so die Hochwassergefahr.
- ▶ fördert die unregelmässige Schneeablagerung und verhindert damit das Anreissen grossflächiger Lawinen.

Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen ▶ Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, 2004

Gefahrenkarten werden in mehreren Schritten erarbeitet. Die folgenden Ausführungen sollen diese Erarbeitungsschritte nachvollziehbar machen.

Im **Ereigniskataster** sind die bekannten früheren Ereignisse erfasst. Der Kataster wird laufend mit den neuen Ereignissen ergänzt und dient zudem als Grundlage für die Berechnung und Modellierung der bestehenden Gefährdungen. Sind genügend Ereignisse mit hinreichenden Angaben über deren Intensität und Häufigkeit vorhanden, können die wissenschaftlichen Modelle mit Hilfe des Ereigniskatasters geeicht werden.

Die fachtechnische Erarbeitung der Gefahrenprozesse beginnt mit dem Bilden von **Szenarien**. Bei einem Wildbach werden beispielsweise zuerst die Abflussmengen, die mobilisierbaren Gesteins- und Schwemmholzmengen sowie die Murgangfähigkeit des Gerinnes abgeklärt und diese mit den bestehenden Verbauungen und allfälligen Schwachstellen wie Brücken in Beziehung gebracht.

Dabei stellt sich beispielsweise heraus, dass das Gerinne für den Hochwasserabfluss genügend Kapazität aufweist, drei Brücken jedoch tief über den Bach führen und durch Schwemmholz verclaust werden können. Wo dies zuerst stattfindet, unterliegt dem statistischen Zufall. Somit werden drei Szenarien gebildet, nämlich die Verklauung an jeder einzelnen Brücke.

Eine weitere Gefahr besteht darin, dass bei einem Murgang das Gerinne durch einen Murstoss verfüllt wird und die nachfolgenden Stösse an mehreren Stellen das Gerinne verlassen. Auch für diese Ausbruchstellen werden Szenarien gebildet, wie schliesslich für alle möglichen Gefährdungen.

In einem weiteren Schritt werden die Szenarien miteinander verglichen und es wird eine Auswahl für die weitere Bearbeitung getroffen. Die Szenarien werden einzeln kartiert und zu den jeweiligen Intensitätskarten überlagert.

Die einzelnen **Intensitätskarten** bilden somit nicht nur einen, sondern mehrere mögliche Ereignisabläufe ab. Die Ausschnitte oben aus den Intensitätskarten Wildbäche Gemeinde Ennetmoos zeigen die überlagerte Gefährdung

**Intensitätskarten Wildbäche Ennetmoos, Ausschnitt Kiessammler im Gebiet Rohr**

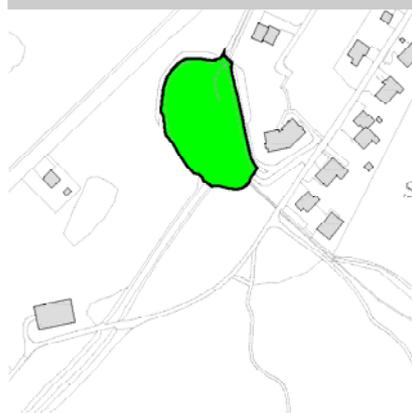


Abb. 2: Intensitätskarte 0-30j. Ereignis

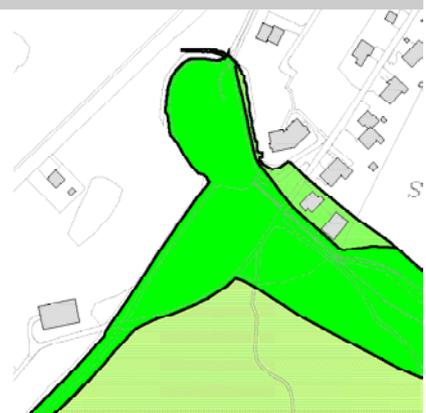


Abb. 3: 30-100j. Ereignis

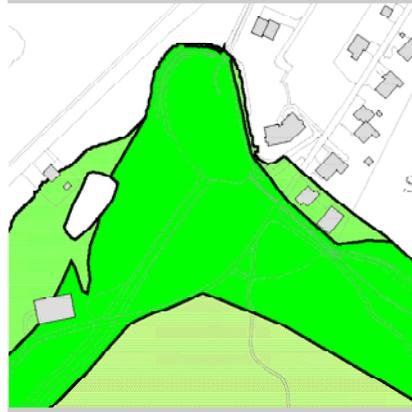


Abb. 4: 100-300j. Ereignis



Abb. 5: Extremhochwasser EHQ

durch den Melbach und den Rüribach in der Umgebung des Kiessammlers im Gebiet Rohr beim 30-jährlichen, 100-jährlichen, 300-jährlichen und beim Extremereignis (Abb. 2 - Abb. 5). Bei den einzelnen Karten werden jeweils Bereiche mit schwacher, mittlerer und starker Intensität unterschieden, wobei die hellgrünen Flächen solche mit schwacher, die dunkelgrünen solche mit starker Intensität sind. Dazwischen sind diejenigen mittlerer Intensität. Für die weissen Flächen besteht nach derzeitigem Kenntnisstand keine oder nur eine vernachlässigbare Gefährdung.

Die **Intensität** steht für die Energie bzw. Zerstörungswirkung eines Prozesses. Die mittlere Intensität einer Lawine hat die gleiche Zerstörungswirkung auf ein Gebäude wie die mittlere Intensität einer Überschwemmung. Vereinfachend gilt, dass die Energie der schwachen Intensität so gering ist, dass Menschen im Freien nicht gefährdet sind. Bei der mittleren Intensität sind Menschen im Freien, nicht aber in Gebäuden gefährdet, während die Zerstörungswirkung

der starken Intensität so hoch ist, dass das Leben von Menschen auch innerhalb von Gebäuden bedroht ist. Die Zerstörungswirkung ist nicht gleich zu setzen mit der Schadenswirkung. Bei einer Überschwemmung von geringer Intensität kann beispielsweise Wasser ins Gebäude eindringen, so dass ein grosser (Wasser-)Schaden entsteht, aber keine Menschen bedroht wurden. Die Höhe des Schadens hängt selbstverständlich auch direkt vom Wert der beschädigten Gegenstände ab.

In der Tabelle ► **Gefahrenprozesse, Zerstörungswirkung nach Intensitäten** (im Anhang) ist für jeden einzelnen Gefahrenprozess und für jede Intensität eine physikalische Grösse/ Spannweite festgelegt. Diese Vorgabe muss bezogen auf die lokalen Verhältnisse durch einen Fachingenieur im Rahmen des Gefahrennachweises konkretisiert werden.

Beispielsweise kann der Tabelle entnommen werden, dass beim Gefahrenprozess Sturz/mittlere Intensität das Mauerwerk eines Gebäudes einer Auf-

Abb. 6: Zuordnung von Intensitäts- und Gefahrenkarten, technische Begriffe

Wiederkehrperiode	Wahrscheinlichkeit	Ereignishäufigkeit	Intensitäten	Neunfelder-Diagramm
0-30 Jahre = 30-jährlich	hoch	häufig	stark (dunkelgrün) mittel (grün) schwach (hellgrün)	9 rot 6 rot oder blau 3 blau
30-100 Jahre = 100-jährlich	mittel	mittel	stark (dunkelgrün) mittel (grün) schwach (hellgrün)	8 rot 5 blau 2 blau oder gelb
100-300 Jahre = 300-jährlich	gering	selten	stark (dunkelgrün) mittel (grün) schwach (hellgrün)	7 rot 4 blau oder gelb 1 gelb
> 300 Jahre = Extremereignis (EHQ)	sehr gering	sehr selten	stark (dunkelgrün) mittel (grün) schwach (hellgrün)	0 gelb-weiss gestreift

prallenergie von  $30 < E < 300$  kJ Stand halten muss. Ausführlich beschrieben sind auch die Zerstörungswirkungen, welche der jeweilige Gefahrenprozess mit der entsprechenden Intensität verursacht.

Aus der Überlagerung der Intensitätskarten resultiert die **Gefahrenkarte**, welche entweder als Gefahrenprozesskarte einzelne Prozesse (Wildbäche, Talfluss, Sturz etc.) darstellt oder als Gesamtgefahrenkarte konzipiert ist. Die Gefährdung wird jeweils durch die Gefahrenstufen rot, blau, gelb sowie gelbweiss (zebra) wiedergegeben. Die Zuordnung der Intensitätskarten zur entsprechenden Gefahrenkarte erfolgt mittels Gefahrenstufen-Diagramm, das auch als „Neunfelder-Diagramm“ bezeichnet wird. Eine Ausnahme bilden die permanenten Rutschungen wegen der Kontinuität des Ereignisses (Abb. 7). Anhand des obigen Beispiels lässt sich mit Hilfe der „Neunfelder-Tabelle“ bzw. der Matrix in Abb. 6 gut nachvollziehen,

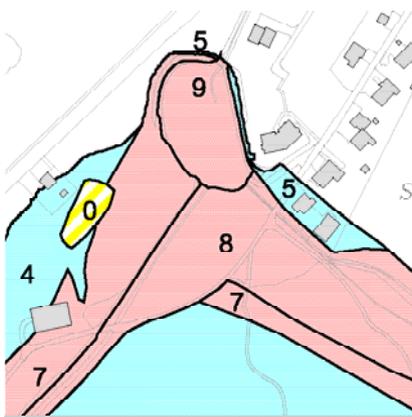


Abb. 8: Gefahrenkarte Wildbäche Ennetmoos, Ausschnitt Kiessammler Rohr

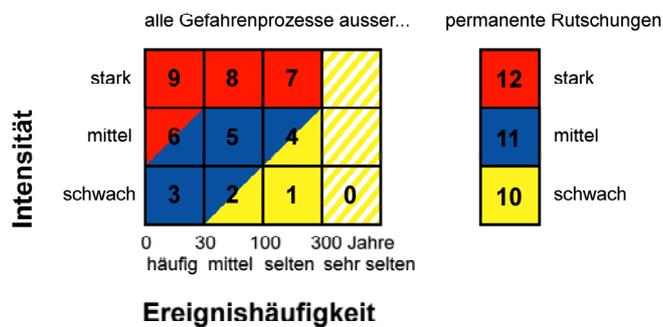


Abb. 7: „Neunfelder-Diagramm“ und Diagramm für permanente Rutschungen

hen, wie die einzelnen Intensitäten der vier Intensitätskarten zur Gefahrenkarte der Abb. 8 überlagert wurden.

Ist eine Gefährdung bekannt, stellt sich die Frage, wie mit dieser umgegangen werden soll. Die Festlegung der Schutzziele ist eine politische Aufgabe und erfolgt durch den Gemeinderat in Form der **Schutzzielmatrix** (► Anhang).

Deren Umsetzung im Rahmen des Objektschutzes erfordert gewisse Vereinfachungen, was aus Abb. 9 ersichtlich ist. Die erste Zeile zeigt die Schutzziele für Einzelobjekte und Gebäude in Bau-

zonen, wobei „0“ für vollständigen Schutz, „1“ für begrenzten Schutz mit tolerierter schwacher Intensität, „2“ für begrenzten Schutz mit tolerierter mittlerer Intensität und schliesslich „3“ für fehlenden Schutz steht.

Bei langsamen Prozessen kann der bauliche Objektschutz bis zum 300-jährlichen Ereignis mit temporären Massnahmen erfolgen, was bei schnellen Prozessen (z.B. Wildbach) nicht möglich ist. Hier wird deshalb der vollständige Schutz bis zum 300-jährlichen Ereignis verlangt. Über dem 300-jährlichen Ereignis wird auf einen Schutz verzichtet.

Schutzziele für Einzelobjekte/Gebäude	Ereignishäufigkeit				
	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	
geschlossenen Siedlungen, Gewerbe und Industrie etc.	0	0	1	2	3
genügend Vorwarnzeit bei langsamen Prozessen	0	0	temp	3	3
nicht genügend Vorwarnzeit bei schnellen Prozessen	0	0	0	3	3

Abb. 9: Umsetzung der Siedlungs-Schutzziele bei Objektschutzmassnahmen

Koordinationsaufgabe L5-2 im Kantonalen Richtplan

**Umsetzung der Gefahrenkarten in die Nutzungsplanung**

Die Erkenntnisse aus Ereigniskataster und Gefahrenkarten sind im Sinne der Schadenverhütung rasch umzusetzen. Die Gemeinden berücksichtigen diese bei Bauvorhaben und bezeichnen die Gefahrenzonen mit den jeweiligen Auflagen in der Nutzungsplanung.

Im Zusammenhang mit den Hochwasserentlastungen der Engalberger Aa sind die Überflutungskorridore offenzuhalten und in der Nutzungsplanung von Buochs und Ennetbürgen sicherzustellen.

Federführung:	ARP
Beteiligte:	Gemeinden, FNL, Bund
Koordinationsstand:	Festsetzung
Priorität/Zeitraum:	A

<b>Art. 1</b>	<b>GEFAHRENZONEN</b>
	<b>1. Allgemeine Bestimmungen</b>
<b>Art. 2</b>	<b>2. Gefahrenzone 1</b> (Bauverbot)
<b>Art. 3</b>	<b>3. Gefahrenzone 2</b> (Bauen mit Auflagen)
	<b>a) Allgemeine Bestimmungen</b>
<b>Art. 4</b>	<b>b) See (See)</b>
<b>Art. 5</b>	<b>c) Talfluss resp. Aawasser (Aa)</b>
<b>Art. 6</b>	<b>c) Talbäche (T) z.B. Mehlbach (M)</b>
<b>Art. 7</b>	<b>d) Wildbäche / Murgänge (W)</b>
<b>Art. 8</b>	<b>e) Rutschungen (R)</b>
<b>Art. 9</b>	<b>g) Steinschlag (S)</b>
<b>Art. 10</b>	<b>f) Lawinen (L)</b>
<b>Art. 11</b>	<b>4. Gefahrenzone 3</b> (Hinweisbereich)

Abb. 10: Bestimmungen zu den Gefahrenzonen, Vorlage der FNG

Sobald die Gefahren- und Risikobeurteilung für bestimmte Gefahrengelände vorliegt, müssen diese von den Behörden berücksichtigt werden. Der Regierungsrat erklärt die jeweilige/n Gefahrenkarte/n für behördenverbindlich. Der Gemeinderat sorgt für die raumplanerische Umsetzung, indem die Gefahrenzonen im Zonenplan bezeichnet und die entsprechenden Gefahrenbestimmungen im BZR formuliert werden. Mit der abschliessenden Genehmigung durch den Regierungsrat werden die Gefahrenzonen und -bestimmungen grundeigentümerverbindlich.

**Vorlage der FNG**

In den meisten Gemeinden ist die Umsetzung der Gefahrenkarten in die Nutzungsplanung bereits teilweise erfolgt, andere Gemeinden stehen noch davor. Aufgrund der bisher recht heterogenen Lösungen und um den Gemeinden die Umsetzung zu erleichtern, hat die Fachkommission Naturgefahren (FNG) im Rahmen ihrer Beratungsfunktion eine kantonal einheitliche Vorlage erarbeitet. Diese besteht aus einem Paket von Bestimmungen zu den Gefahrenzonen, die direkt ins BZR eingefügt werden sowie einem Vorschlag, wie die Gefahrenzonen dargestellt werden können, ohne den Zonenplan grafisch allzu stark zu belasten.

**Grundsätze**

Die Vorlage der FNG basiert auf folgenden Grundsätzen:

► Es werden drei Gefahrenzonen abgebildet mit den Signaturen Verbotss-

reich (Gefahrenzone 1), Gebotsbereich (Gefahrenzone 2) und Empfehlung (Gefahrenzone 3).

► Die vorgeschriebenen Objektschutzmassnahmen basieren auf den von den Gemeinden genehmigten Schutzziele für den Siedlungsraum (Schutzzielmatrix).

► Bauherrschaft oder Planer haben im Baugesuch den Nachweis zu erbringen, dass hinreichende Objektschutzmassnahmen eingeplant sind. Bei komplexen Gefahrenprozessen ist hierfür eine Fachperson beizuziehen.

► Die örtlich konkretisierten Massnahmen werden somit erst im Rahmen des Baugesuchs festgelegt. Die Festlegung von differenzierten Massnahmen bereits im BZR wäre nicht stufengerecht.

**BZR-Bestimmungen**

Die ► **Vorlage für die Bestimmungen zu den Gefahrenzonen im Bau- und Zonenreglement** befindet sich im Anhang. Die Bestimmungen sind unverändert ins BZR einzufügen, ausser bestimmte Gefahrenprozesse kommen in der betroffenen Gemeinde nicht vor. In einem solchen Fall werden diese Bestimmungen ausgelassen. Bei Bedarf können auch gewisse Anpassungen vorgenommen werden, was insbesondere in folgenden Fällen angezeigt ist:

► Talfluss und Talbäche sollen konkret bezeichnet werden, da beispielsweise die Bezeichnung Mühlebach in Stansstad verständlicher ist als Talbach.

► Die kursiv geschriebenen Abschnitte, die aus den Entwürfen einzelner Ge-

meinden stammen, können fakultativ eingefügt werden.

► Einzelne komplexe Prozesse treten in einer Gemeinde nur örtlich begrenzt auf und sind deshalb hinsichtlich der zu treffenden Objektschutzmassnahmen genau bestimmbar. In einem solchen Fall empfiehlt es sich, die adäquaten Schutzmassnahmen bereits im BZR zu definieren.

► Es bestehen spezielle Gegebenheiten, die eine Ergänzung der Gefahrenbestimmungen erforderlich machen.

**Gefahrenzonen**

Basierend auf den Schutzziele ist auf der gegenüber liegenden Seite (Abb. 10) dargestellt, welche Karten jeweils bei der Festlegung der Gefahrenzonen 1 bis 3 zu verwenden sind. Massgebend ist dabei die Umgrenzende der Flächen.

Bei den Gefahrenprozessen See, Talfluss und Wildbäche sowie spontane Rutschungen ist zuerst die Umgrenzende der blauen Gebiete zu kartieren und anschliessend der Gebotsbereich um diejenigen Flächen (alle Intensitäten) zu erweitern, welche auf der 100-jährlichen Intensitätskarte ausserhalb der blauen Gebiete liegen. Diese Festlegung entspricht den Schutzziele.

Bei den schnellen Gefahrenprozessen besteht meist nicht genügend Zeit, um temporäre Massnahmen zu ergreifen und bei Ereignissen mit geringer Intensität kann mit vergleichsweise geringem Aufwand grosser (Sach-)Schaden abgewendet werden.

Die FNG sieht drei Möglichkeiten, wie die Gefahrenzonen im Zonenplan dargestellt werden können:



Abb. 11: „Minimallösung“

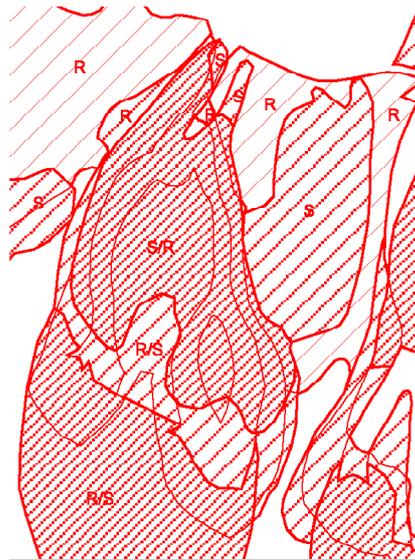


Abb. 12: „detaillierte Lösung“



Abb. 13: „pragmatische Lösung“

► Die „Minimallösung“ (Abb. 11) bildet jeweils die stärkste Gefährdung ab (Gefahrenzone 1 überdeckt 2 überdeckt 3), macht aber keine Aussagen zu den einzelnen Gefahrenprozessen. Der Zonenplan wird so grafisch am wenigsten belastet, die Zuordnung zu den Bestimmungen im BZR ist jedoch nicht möglich.

► Die „detaillierte Lösung“ (Abb. 12) versucht, möglichst jede einzelne Gefahrenzone und damit auch jede Überlagerung abzubilden. Dagegen spricht, dass der Zonenplan in bestimmten Bereichen so stark belastet wird, dass er nicht mehr lesbar ist und dass die Informationen in diesem Detaillierungsgrad

bereits in den Gefahrenkarten vorhanden sind.

► Die von der FNG empfohlene „**pragmatische Lösung**“ (Abb. 13) zeigt jeweils die stärkste Gefahrenzone (1 überdeckt 2 überdeckt 3) sowie die Kürzel der relevanten Gefahrenprozesse. Sobald mehrere Prozesse genannt sind (durch Schrägstrich/e getrennt), umschliesst der erstgenannte die anderen, welche bezüglich ihrer Lage und Gefährdung (gleiche oder schwächere Gefahrenzone) nicht näher definiert sind.

Mit den Kürzeln wird gleichzeitig die Verbindung zu den Bestimmungen im BZR sicher gestellt.

Die obigen Beispiele zeigen die drei Möglichkeiten anhand der überlagerten Gefahrenprozesse Rutschung (R) und Steinschlag (S) im Gebiet Vorder Erlichbach, Beckenried. Bei kleinräumlichen Verhältnissen und wenn sich mehrere Gefahrenprozesse überlagern (im vorliegenden Fall kämen noch Wildbach und permanente Rutschung hinzu) wird der Zonenplan auch bei der „pragmatischen Lösung“ stark belastet. Was aber nicht Anlass sein sollte, auf eine Beschriftung zu verzichten; diese kann auch nur gebietsweise oder zumindest in den Entstehungsbereichen der Gefahrenzonen angebracht werden.

	Gefahrenzone 1 Verbotsbereich	Gefahrenzone 2 Gebotsbereich		Gefahrenzone 3 Empfehlung	
Prozess:	Zuteilung der Gebiete: (Ziel, die Zerstörung von Gebäuden und damit Todesfälle zu vermindern)	Zuteilung der Gebiete:	Ziele der Umsetzung	Begründung für die Zuteilung der Gebiete:	Zuteilung der Gebiete: (Allgemein: Gefahrengebiete mit seltenen und sehr seltenen Ereignissen)
See Talfluss Wildbäche	rote Gebiete	alle Intensitäten 100-jährlich + blaue Gebiete	kein Eindringen von Wasser; Stabilität; keine Erhöhung der Dritt- und Umweltgefährdung	schadensfrei bis 100-jährlich gemäss Schutzziele; Gebiete mit schwacher Intensität sind ebenso schadenanfällig wie blaue; Objektschutz ist hier mit einfachen Mitteln möglich	alle übrigen Gebiete
Spontane Rutschungen	rote Gebiete	alle Intensitäten 100-jährlich + blaue Gebiete	Stabilität und Dichtigkeit; keine Erhöhung der Dritt- und Umweltgefährdung	da die Häufigkeit nicht ausgedehnt wird, gibt es keine 100-jährlichen Ereignisse mit schwacher Intensität	alle übrigen Gebiete
Permanente Rutschungen	rote Gebiete	blaue Gebiete	Stabilität Gebäude; bewegliche Werkleitungen; keine Erhöhung der Dritt- und Umweltgefährdung	schwache Intensität tritt kaum auf und wird durch blaue seltenere Ereignisse überlagert	alle übrigen Gebiete
Steinschlag	rote Gebiete	blaue Gebiete	Konstruktion und Öffnungen; Aussenflächen, (Steinschlag tritt bei schönem Wetter auf); positive Geländemodulation	schwache Intensität verursacht kaum Schaden an Gebäuden	alle übrigen Gebiete
Lawinen	rote Gebiete	blaue Gebiete	Konstruktion und Öffnungen der Gebäude		alle übrigen Gebiete

Abb. 14: Umsetzung der einzelnen Prozesse in den Zonenplan gemäss den Schutzzielen („Arbeitshilfe für Raumplaner“)

## ► berücksichtigen

Koordinationsaufgabe ► L5-2 des Kantonalen Richtplans verlangt, dass die Gemeinden die Erkenntnisse aus den Gefahrenkarten im Sinne der Schadenverhütung rasch umsetzen.

Im BZR wurde festgelegt, dass es Aufgabe der Bauherrschaft ist, nachzuweisen, dass eine allfällige Gefährdung durch Naturgefahren beim Bauvorhaben adäquat berücksichtigt ist und entsprechende Massnahmen eingeplant worden sind. Bei komplexen Gefahrenprozessen muss hierfür eine Fachperson beigezogen werden.

Anhand dreier Beispiele aus den Gemeinden Beckenried (Wildbach), Hergiswil (Seehochstand) und Stans (Talfluss) wird nachfolgend Schritt für Schritt aufgezeigt, wie im Rahmen von Bauvorhaben vorzugehen ist, damit bestehenden Naturgefahren adäquat begegnet werden kann.

Das Vorgehen lässt sich in folgende Schritte unterteilen:

- **Schritt 1** im Zonenplan überprüfen, ob das Bauvorhaben in einer Gefahrenzone liegt
- **Schritt 2** aus den Gefahrenkarten die lokalen Gefahrenprozesse herauslesen und auch die überlagerten Prozesse berücksichtigen
- **Schritt 3** aus der Intensitätskarte die Intensität (stark, mittel, schwach) und aus den entsprechenden Berichtteilen die Wertebereiche herauslesen oder aus der Schutzhöhenlinien-Karte die massgebende Hochwasserkote interpolieren
- **Schritt 4** die im Gefahrennachweis konkretisierte Gefährdung überprüfen
- **Schritt 5** die vorgeschlagenen Massnahmen im Hinblick auf die Auflagen im BZR überprüfen

### ► Schritt 1

Gemäss Zonenplan Siedlung Beckenried befindet sich die Parz. Nr 1'441 in der Gefahrenzone 2 (GFZ2). Bauen ist grundsätzlich möglich, sofern die in Art. 26 ff BZR (bzw. Art. 3 ff Vorlage FNG) formulierten Auflagen eingehalten werden. Aus dem Zonenplan (*Abb. 15*) ist zudem ersichtlich, um welchen Gefahrenprozess es sich handelt: das Kürzel

### Beispiel 1: Wildbach, Beckenried



Unmittelbar bei der Autobahngalerie zwischen Träschlibach (im Westen) und Lielibach (im Osten) befindet sich die unüberbaute Parz. Nr. 1'441, auf welcher ein Neubau realisiert werden soll.

W steht für Wildbach.

Es kann aber sein, dass die Angaben im Zonenplan nicht vollständig sind:

- Bei komplexen Überlagerungen und/oder kleinräumigen Verhältnissen sind die einzelnen Gefahrenprozesse nicht klar auseinander zu halten.
- Einzelne Gefahrenprozesse sind noch nicht aufgearbeitet.
- Die Gefahrenzonen sind nicht auf dem aktuellsten Stand.

Eine Gefahrenabklärung verlangt deshalb den Beizug der Gefahrenkarten.

### ► Schritt 2

Die Gefahrenkarte nebenan zeigt, dass die Gefährdung aus zwei Wildbächen resultiert, nämlich dem Dürrenbach (südlich) sowie dem Träschlibach (südwestlich, den Prozess Dürrenbach überlagernd).

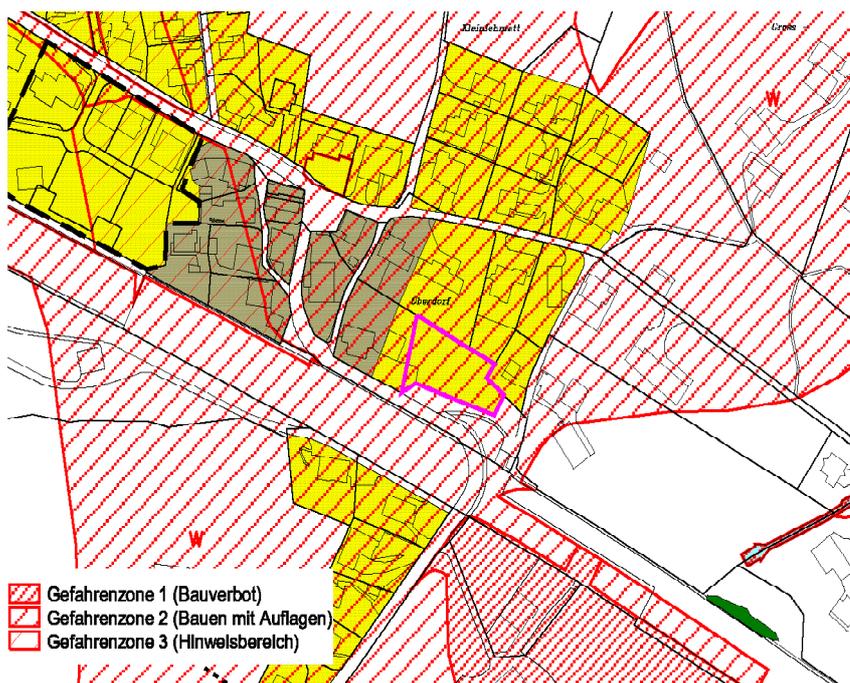


Abb. 15: Zonenplan Siedlung Beckenried, Ausschnitt

Der vergrösserte Ausschnitt wurde mit den Zahlen aus dem "Neunfelder-Diagramm" (▶ Seite 7) ergänzt. Für den südlichen Teil der betroffenen Parzelle gilt die Gefahrenstufe blau (unterteilt in die Bereiche 5 und 4) und für den nördlichen die Stufe gelb (2).

Aus dem Zonenplan und der Gefahrenkarte geht somit klar hervor, dass es sich um ein Bauvorhaben in einer Gefahrenzone handelt. Entsprechend muss im ▶ Baugesuchsformular ☒ Gefahrengebiet angekreuzt und die Gefahrenzone **GFZ2** angegeben sein. Falls die Umsetzung der Gefahrenkarten in den Zonenplan noch nicht erfolgt ist, muss die Gefahrenstufe **blau** angegeben werden. Zu beachten ist, dass im Zonenplan auch der nördliche Teil der Parzelle der Gefahrenzone 2 zugewiesen wurde. Die Schutzziele fordern, dass kein Schaden bis zum 100-jährlichen Ereignis entsteht, was einer angemessenen Schadenabwehr entspricht.

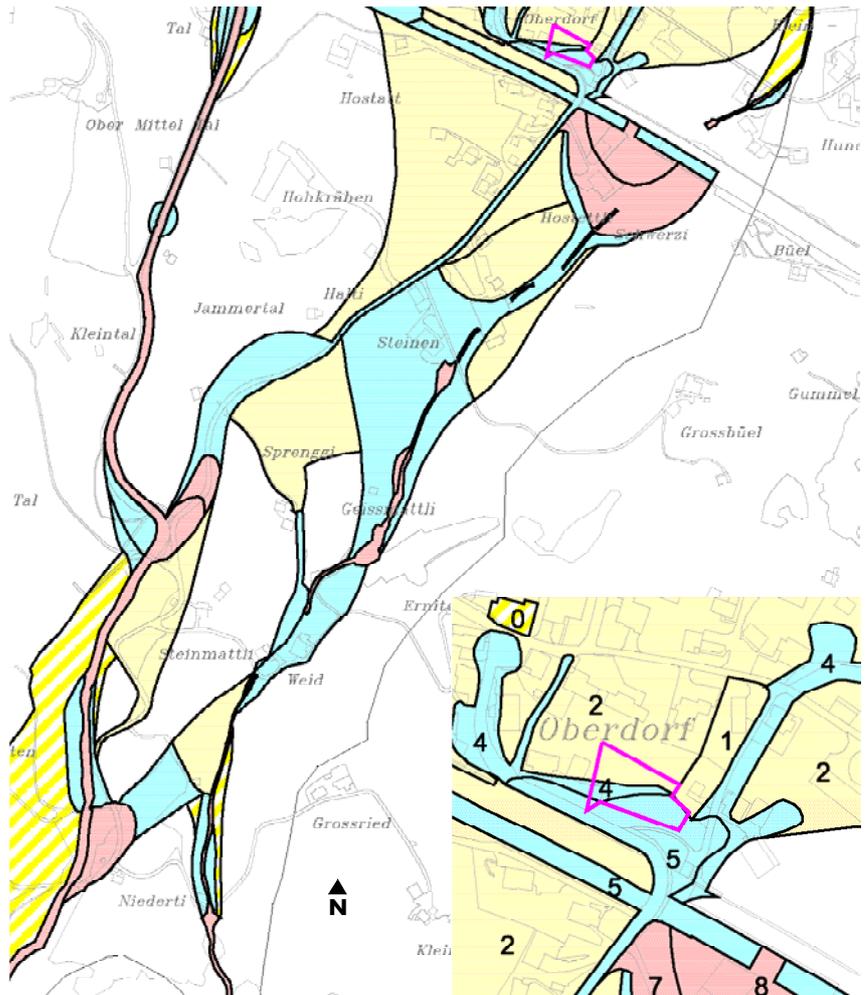


Abb. 16: Gefahrenkarte Wildbäche (Träschlibach, Bettlerbach, Dürrenbach), Ausschnitte

Bei einem seltenen Ereignis ist damit zu rechnen, dass der Träschlibach ▲ (der am westlichen Bildrand in einer fast geraden Linie talwärts fliesst) im Gebiet Niederti ausbricht und sich mit dem Dürrenbach ▲ (erkennbar als diagonale, feine schwarze Linie) vereint. Eine weitere Ausbruchsstelle liegt im Gebiet Sprenggi.

Das Wasser folgt zuerst der Strasse und breitet sich ab Sprenggi/Geissmattli/Steinen talwärts fächerförmig aus.

Im Bereich der Nationalstrasse wird es gestaut, besonders in einer Geländemulde südlich der Galerie, wo zwei Gebäude erheblich gefährdet sind.

Über die Galerie wird das Wasser wieder kanalisiert und fliesst auf den Strassen und auch über die markierte Parzelle weiter talwärts.

Bereits bei mittleren Ereignissen verursacht der Dürrenbach eine ähnliche Gefährdung.

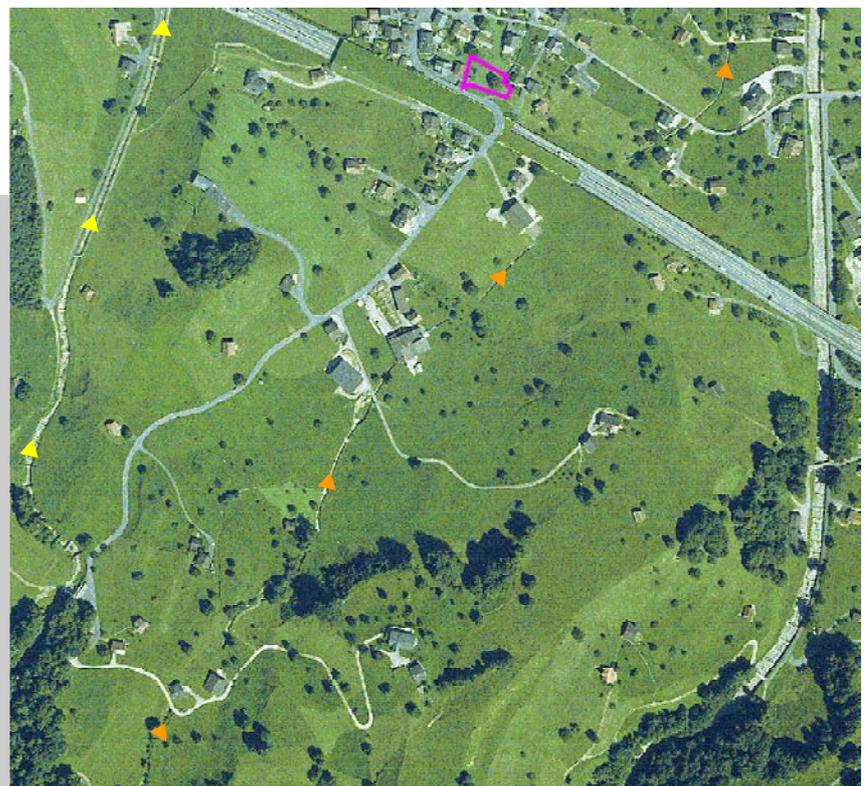


Abb. 17: Orthofoto Nr. 28, Beckenried Nord (Auflösung 0.5 m), Ausschnitt

► **Schritt 3**

Die Konsultation von Zonenplan und Gefahrenkarte (Schritt 1 und 2) hat ergeben, dass die betroffene Parzelle in einem Gefahrengebiet liegt und die Gefährdung nur aus zwei Wildbachprozessen resultiert.

Der Gefahrenprozess Wildbäche und Murgänge sind in Art. 30 BZR Beckenried (bzw. Art. 7 Vorlage FNG) geregelt. Art. 30 Satz 1 BZR verlangt, dass Neubauten, Ersatzbauten und wesentliche Umbauten so anzuordnen sind, dass bis zur seltenen Überflutungshöhe und Geschiebeablagerung kein Wasser ins Gebäude eindringen kann. Selten entspricht dabei einer Wiederkehrperiode von 100 bis 300 Jahren bzw. dem 300-jährlichen Ereignis.

**häufig** 0 bis 30 Jahre ► 30-jährlich  
**mittler** 30 bis 100 Jahre ► 100-jährlich  
**selten** 100 bis 300 Jahre ► 300-jährlich  
**sehr selten** mehr als 300 Jahre ► EHQ

Dies bedeutet wiederum, dass für die vorliegende Gefahrenbeurteilung die Intensitätskarte des 300-jährlichen Ereignisses massgebend ist (**Abb. 18**).

Der geplante Neubau befindet sich teils im Bereich der mittleren, teils im Bereich der schwachen Intensität. Ausschlaggebend ist hier in erster Linie die mittlere

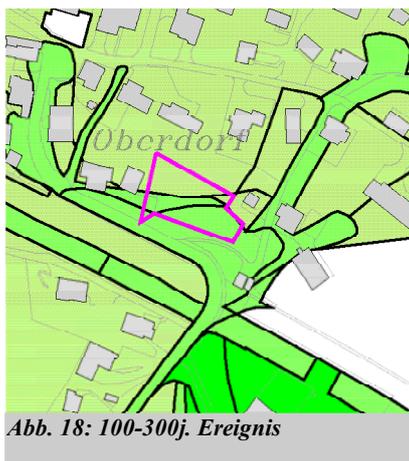


Abb. 18: 100-300j. Ereignis

re Intensität, weil diese bergseitig und damit auf der schwieriger zu bewältigenden Seite auftritt.

Aus der Tabelle unten (**Abb. 19**) ist ersichtlich, dass bei einer Überschwemmung der Schutz gegen eindringendes Wasser und insbesondere Geschiebeablagerung auf einer Höhe zwischen **0.5 m bis 2 m** gewährleistet sein muss. Die zweite Vorgabe bezieht sich auf den Strömungsdruck ( $v * h$ ): **0.5 m<sup>2</sup>/s bis 2 m<sup>2</sup>/s**.

Innerhalb dieser Spannweiten liegen die lokalen Grössen, welche unter Berücksichtigung des Bauvorhabens durch eine Fachperson im Rahmen des Gefahrennachweises zu bestimmen sind, wie auch die erforderlichen Schutzmassnahmen.

► **Schritt 4**

In diesem Schritt ist zu prüfen, ob der **Gefahrennachweis** erbracht worden ist. In diesem muss zuerst die Gefährdung lokal für die Parzelle konkretisiert, d.h. die massgebende Höhe und der massgebende Druck ausgewiesen worden sein. Statt einer Spannweite wird nun ein möglichst exakter Wert verlangt. Gemäss Berechnungen der Ingenieure liegt dieser bei 1.0 m für eine Schutzmauer, die mit einem deutlichen Fliessgefälle hangseitig entlang der Parzellengrenze errichtet werden soll. Die Berechnungen wurden mit den Formeln auf der gegenüber liegenden Seite durchgeführt.

Wichtig ist zu beachten, dass auch die Gebäudeform, insbesondere die Seite quer zum Hang aufgrund seiner Riegelwirkung, einen massgebenden Einfluss auf die Geschiebeablagerung hat.

Die Überprüfung des Gefahrennachweises und insbesondere der Berechnungen setzt eine fundiertere Kenntnis der Materie voraus und wird vermutlich nicht in allen Fällen von den Gemeindebehörden wahrgenommen werden können.

Sehr hilfreich ist die ► **Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren**, eine Publikation der Vereinigung Kantonaler Feuerversiche-

Schwache Intensität	Mittlere Intensität	Starke Intensität
$h < 0.5 \text{ m}$ oder $v * h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$2 \text{ m} > h > 0.5 \text{ m}$ oder $2 \text{ m}^2/\text{s} > v * h > 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$h > 2 \text{ m}$ oder $v * h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$
Wasser und Geschiebe kann mit relativ einfachen Mitteln abgewehrt werden. Sind diese jedoch nicht vorhanden, entsteht bereits bei geringer Überflutungshöhe ein hoher Schaden im Erd- und Kellergeschoss. Eine Gefährdung von Personen und Tieren liegt in der Regel nicht vor. Bei längerer Überflutungsdauer in der Ebene werden die Kellergeschosse aufgefüllt. Dabei besteht die Gefahr von Sekundärschäden durch auslaufendes Öl und Benzin infolge Aufschwimmen und Bersten der Öltankleitungen und der Autos in Tiefgaragen.	Tiefliegende Glasfenster und sogar Türen brechen. Das dabei schwallartig eindringende Wasser ist gefährlich. Es ist mit hohem Geschiebetrieb, lokaler Erosion und lokalen Ablagerungen oberhalb von Gebäuden zu rechnen. Gebäude können durch die Kolke insbesondere an den Ecken beschädigt werden. Ein erheblicher Schaden entsteht meist auch durch die Durchnäsung empfindlicher Aussenisolationen. In Gebäuden ist das Überleben durch das Ausweichen in die oberen Geschosse möglich. Die Schadenswirkung entspricht der schwachen Gefährdung.  Menschen und Tiere im Freien und in Fahrzeugen sind gefährdet.	Bei hohen Wassertiefen ist das Erdgeschoss ganz überflutet (allenfalls auch weitere Geschosse). Fluchtwege in die oberen Geschosse oder auf das Dach können abgeschnitten sein. Gebäude werden nur bei hohem Strömungsdruck ( $v * h$ ) vollständig zerstört, Erd- und Kellergeschosse sowie wasserempfindliche Gebäudehüllen hingegen stark beschädigt. Es muss mit sehr hohem Geschiebetrieb, Kolken, Erosionserscheinungen und Ablagerungen gerechnet werden. Hindernisse und Häuserkanten sind wegen der sich dort bildenden Strömungskonzentration besonders gefährdet.  Menschen und Tiere in Gebäuden sind gefährdet.

Abb. 19: Gefahrenprozess Überschwemmung, Zerstörungswirkung nach Intensitäten

<b>Druck aus hydrostat. Beanspruchung</b>	$q_{hf}$	= $\delta_{hw} * g * h_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Dichte Hochwasser (schweres Wasser)	$\delta_{hw}$	= 1.4 t/m <sup>3</sup>
Überschwemmungshöhe	$h_f$	= 0.5 m
Erdbeschleunigung	$g$	= 9.81 m/s <sup>2</sup>
<b>Druck aus hydrodyn. Beanspruchung</b>	$q_f$	= $0.5 * C_d * \delta_{hw} * v_f^2$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Formwiderstandsbeiwert	$C_d$	= 1.5
Stauhöhe	$h_{stau}$	= $(v_f^2) / (2 * g)$
Fliessgeschwindigkeit	$v_f$	= 4.0 m/s
Kolkentiefe	$h_k$	= 0.60 m
<b>Auflast der Feststoffablagerungen</b>	$q_a$	= $\delta_a * g * h_a$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Dichte der Feststoffablagerung	$\delta_a$	= 2.0 t/m <sup>3</sup>
Ablagerungshöhe	$h_a$	= 1.0 m
Erdbeschleunigung	$g$	= 9.81 m/s <sup>2</sup>
<b>Anprall von Einzelkomponenten</b>	$Q_{e'}$	= $(Q_e * 2.5 * I_h) / (0.3 * I_s)$ [kN]
Statische Ersatzkraft	$Q_e$	= 40 kN
Konstruktionsdicke	$I_h$	= 0.25 m
Spannweite	$I_s$	= 3.0 m

rungen. Dieses Standardwerk zum baulichen Objektschutz befindet sich im Anhang. Die obigen Formeln werden dort auf der Seite 41 mit Hilfe der entsprechenden Abbildung erläutert.

Es ist grundsätzlich Aufgabe der Baubewilligungsbehörden, die lokalisierte Gefährdung auf ihre Plausibilität hin zu prüfen. In wesentlichen Fällen kann die FNG um Beratung ersucht werden.

### ► Schritt 5

In einem letzten Schritt muss geprüft werden, ob die im Gefahrennachweis genannten **Objektschutzmassnahmen** die Vorgaben aus Art. 30 BZR (bzw. aus Art. 7 Vorlage FNG) erfüllen. Von den Ingenieuren wurden folgende Massnahmen vorgeschlagen:

► Damit das von der Nidertistrasse

kommende Wasser-Geschiebegemisch von der Parzelle weggeleitet werden kann, sind auf der Südseite entlang der Parzellengrenze Schutzmauern von mindestens 1.0 m Höhe vorzusehen. Aufgrund der Geländetopografie (Hang-



c) Wildbäche/  
Murgänge (W)

Art. 30 BZR (Gemeinde Beckenried)

Neubauten, Ersatzbauten und wesentliche Umbauten sind so anzuordnen, dass bis zur seltenen Überflutungshöhe und Geschiebeablagerung kein Wasser ins Gebäude eindringen kann. Die Lichtschächte sind über diese Höhe hochzuziehen.

Die gefährdeten Gebäudeseiten sind baulich dicht auszugestalten. Sofern Öffnungen auf diesen Gebäudeseiten unabdingbar sind, müssen diese mit dichten, druck- und schlagfesten Türen, Toren und Fenstern ausgestattet werden. Tiefgarageneinfahrten, Hauseingänge und dergleichen sollen talseitig oder seitlich angeordnet und gegen einströmendes Wasser mittels Rampen und dgl. gesichert sein.

Die Gebäude sind zum Schutz vor Unterkolkung ausreichend zu fundieren.

Die massgebende Schutzhöhe ist vom Bauherrn in einem Fachgutachten, welches auf die relevanten Gefahrenkarten und dazugehörigen Dossiers Bezug nimmt, ermitteln zu lassen und mit dem Baugesuch einzureichen.

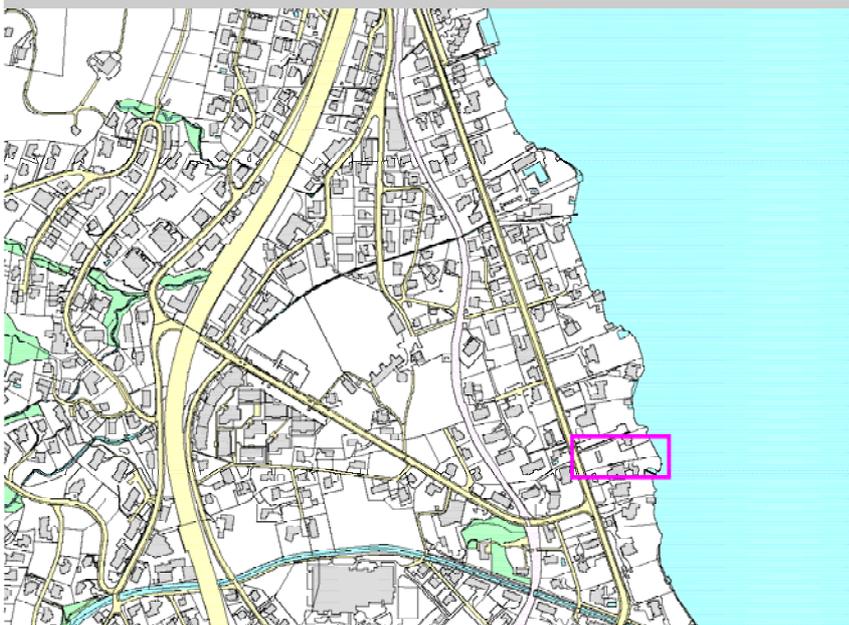
lage) wird eine Ortsbetonmauer mit einer Mindesthöhe von 1.0 m über Terrain vorgeschlagen. Das Gelände oberhalb der Mauer wird in Richtung Osten und Westen fallend ausgebildet, um so die Geschiebeablagerung zu begrenzen. Der Abflusskorridor hinter der Stützmauer wird gegen Kolken geschützt.

► Das Gelände bei der Zufahrt auf der Westseite wird als Mulde mit einer Mindesttiefe von 0.5 m ausgebildet, damit das anfallende Wasser-Geschiebegemisch entlang der Grenzmauer und an der Parzelle vorbei geführt werden kann. Entlang der Westseite des Gebäudes wird eine Mauer von mindestens 0.5 m erstellt und der Absturzschutz wird mit einem aufgesetzten Zaun gelöst. Die Böschungen der Vorplätze sowie die Sohle des Abflusskorridors werden gegen Kolken mit einer harten Verbauung geschützt.

► Die Grenzmauer wird auf der Ostseite weiter geführt und der Abflusskorridor gegen Kolken bzw. Sohlenerosion geschützt.

► Der südseitige Vorplatz wird so gestaltet, dass das Wasser vom Gebäude weg fliesst (Dachgefälle Richtung Ost und West). Der Höhenunterschied zum Haus beträgt in der Fassadenmitte mindestens 0.35 m. Der ganze Platz wird hart befestigt (Kolkschutz).

## Beispiel 2: Seehochstand, Hergiswil



Im vorliegenden Fall handelt es sich um ein Bauvorhaben auf der weitgehend unüberbauten Parz. Nr. 176 direkt am See. Im südlichen Bereich Karte ist der Steinibach sichtbar.

### ► Schritt 1

Gemäss Zonenplan Siedlung Hergiswil (Abb. 20) befindet sich die Parz. Nr. 176 in der Gefahrenzone 2 (GF2).

Die Gefahrenzonen sind mit Kürzeln versehen, wobei **W** für **Wildbach** und **See** für **Seehochstand** stehen. **W/See** bedeutet, dass eine Gefährdung sowohl durch einen Wildbach, als auch durch Seehochstand besteht.

Für unser Beispiel heisst dies konkret, dass die gesamte Parz. Nr. 176 in der Gefahrenzone (GF2) des Steinibachs liegt und zusätzlich eine örtlich nicht näher definierte Gefährdung (F2 und/oder

GF3) durch Seehochstand besteht.

Erst die Gefahrenkarte Seehochstände und die Karte der Wassergefahren Wildbäche Hergiswil geben definitiv Aufschluss über die Gefahrenperimeter und auch darüber, in welchen Bereichen welche Massnahmen zu ergreifen sind.

### ► Schritt 2

Die sich aus zwei Gefahrenprozessen zusammen setzende Gefahrenzone kann mit Hilfe der Gefahrenkarten auf der gegenüber liegenden Seite in ihre einzelnen Komponenten zerlegt werden.

Die Karte Wassergefahren Wildbäche

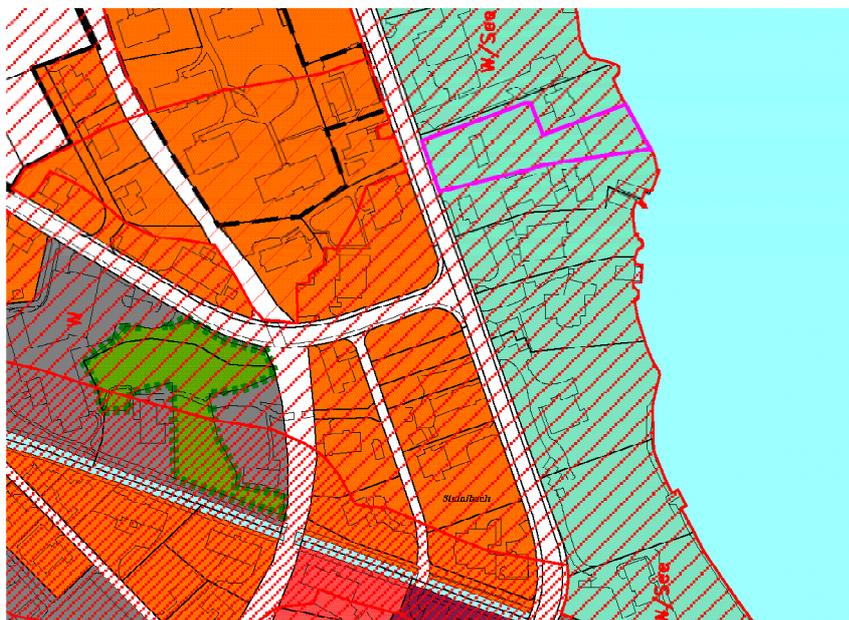


Abb. 20: Zonenplan Siedlung Hergiswil, Ausschnitt

Hergiswil (Abb. 21) zeigt einen Teil der Gefahrengiets Steinibach. Für die Parz. Nr. 176 gilt die Gefahrenstufe gelb (2). Weil (2) dem 100-jährlichen Ereignis entspricht und hier kein Schaden eintreten soll, wird im Zonenplan jeweils die Gefahrenstufe gelb (2) der Gefahrenzone GF2 zugeordnet (► **Arbeitshilfe für Raumplaner** auf Seite 9 unten).

Die Gefahrenkarte Seehochstand (Abb. 22) zeigt, dass nur ein direkt am See gelegener schmaler Streifen der Parzelle im blauen Gefahrengbiet liegt, gefolgt von einem etwas breiteren Streifen der Gefahrenstufe gelb und schliesslich einen kaum sichtbaren Streifen gelbweiss zebra.

Zum Gefahrenprozess Seehochstand gibt es keine Intensitätskarten; es sind die Hochwasserkoten massgebend.

Das weitere Vorgehen richtet sich nach dem Bau- und Zonenreglement und ist vergleichsweise einfach. Die massgebenden Bestimmungen sind in Art. 30 BZR (bzw. Art. 4 Vorlage FNG) zu finden.

Nachfolgend wird nur der Seehochstand behandelt, während für den Gefahrenprozess Wildbach auf das vorhergehende Beispiel verwiesen wird.

### ► Schritt 3

Art. 30 Abs. 1 BZR definiert für Hergiswil die Gefahrenzone See vereinfacht als das Gebiet zwischen dem See und der Kantonsstrasse.

Neubauten, Ersatzbauten und wesentliche Umbauten sind so anzuordnen, dass bis zur mittleren Überschwemmungshöhe von **435.05 m ü. M.** kein Wasser ins Gebäude eindringen kann (Abs. 2).

Gebäudezugänge wie Türen, Tore und Rampen müssen innert nützlicher Frist bis zur sehr seltenen Überschwemmungshöhe von **435.50 m ü. M.** mit vor Ort gelagerten Materialien abgedichtet werden können (Abs. 3).

Je nach Exposition des Gebäudes ist

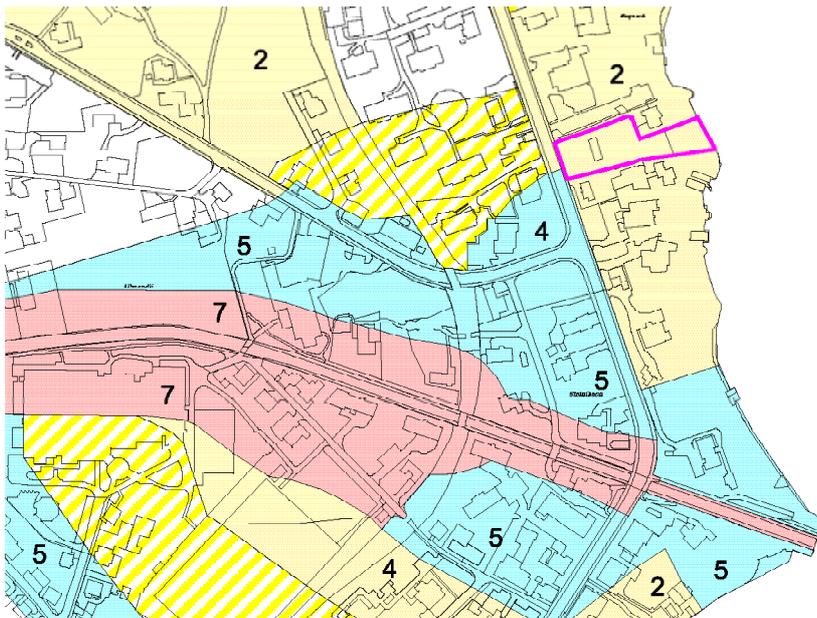


Abb. 21: Karte Wassergefahren Wildbäche Hergiswil, Ausschnitt, wie auch...

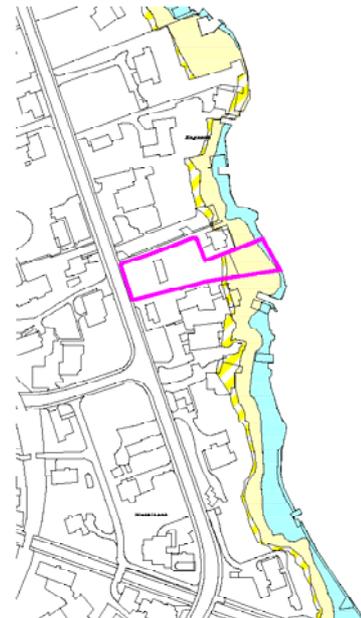


Abb. 22: Gefahrenkarte Seehochstand

zusätzlich bei beiden Überschwemmungshöhen der **Wellenschlag** angemessen zu berücksichtigen (Satz 4).

Bis zur Kote 435.05 m ü. M. muss somit der Schutz mit permanenten baulichen Massnahmen sicher gestellt sein. Für temporäre Massnahmen im Hochwasserfall gilt die Kote 435.50 m ü. M. Der Wellenschlag ist bei beiden Koten zusätzlich zu berücksichtigen, wobei der Zuschlag für den Seegang oder das Vorbeifahren von Fahrzeugen im Minimum 0.25 m betragen sollte. Bei einer Lage direkt am See sind auch höhere Wellen infolge Wind zu erwarten (wobei die Wellenhöhe von der Streichlänge des Windes über den See und der Stärke des Windes abhängig ist). Am Seeufer empfiehlt es sich, im vorgelagerten Uferbereich Gestaltungselemente mit der Funktionsweise von Wellenbrechern

anzulegen.

#### ► Schritt 4

Wegen der im BZR bereits festgelegten, präzisen Koten entfällt Schritt 4, nämlich zu prüfen, ob im Gefahrennachweis die Gefährdung konkretisiert worden ist.

#### ► Schritt 5

Schliesslich wird anhand der eingereichten Pläne überprüft, ob das Gebäude bis zur Kote 435.05 m ü. M. dicht ist, d.h. nirgends Wasser eindringen kann. Dies wurde im vorliegenden Beispiel einfach gelöst durch die Anhebung des Erdgeschosses (**Abb. 23**). Gebäudehülle, Aussparungen und Leitungsdurchdringungen werden wasserdicht ausgeführt. Mit temporären Massnahmen wird

der Schutz bis zur Kote 435.50 m ü. M. gewährleistet. Zudem werden die Wellen am vorgelagerten, dichten Gebäudekomplex gebrochen bzw. laufen auf dem angehobenen Uferterrain schnell aus.

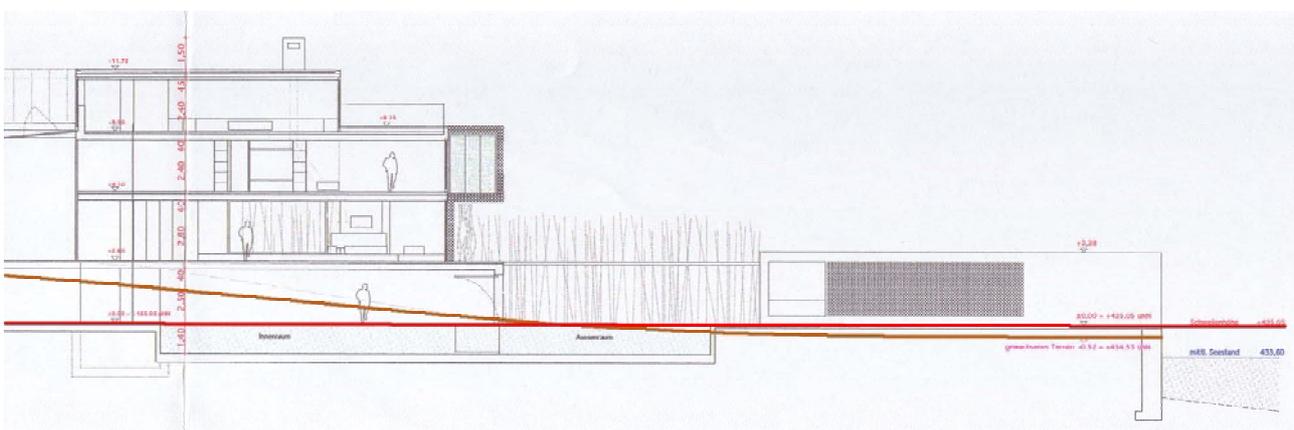
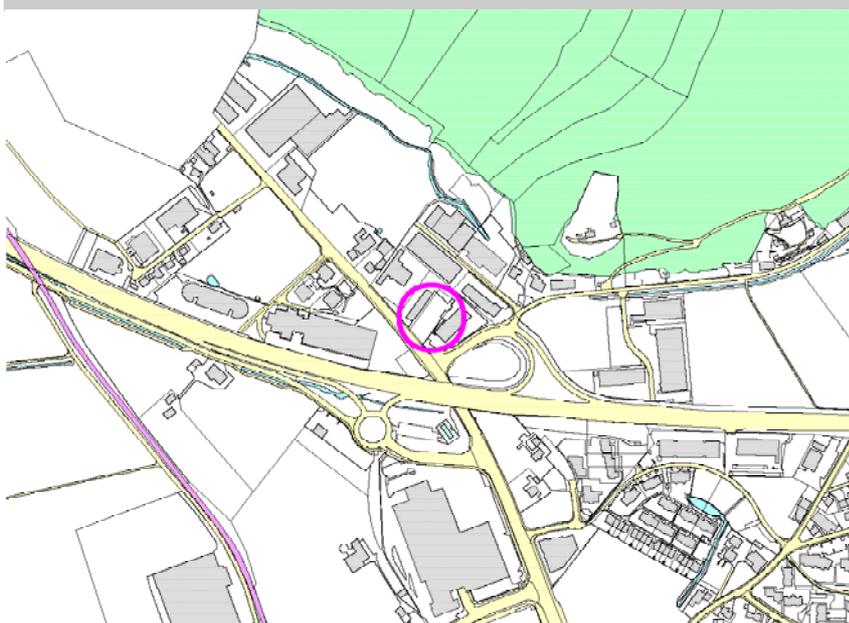


Abb. 23: Projekt im Schnitt, Geländeverlauf (braun) und Kote der mittleren Überschwemmungshöhe (rot)

### Beispiel 3: Talfluss, Stans



Das dritte Beispiel behandelt ein Bauvorhaben in unmittelbarer Nähe des Autobahnanschlusses Stans-Nord. Im Gewerbegebiet Oberstmühle soll auf der unüberbauten Parz. Nr. 740 ein Büro- und Gewerbegebäude entstehen.

Das nordwestlich angrenzende T-förmige Gebäude ist das Hochhaus Motel Rex, der grosse Gebäudekomplex auf der anderen Seite der Nationalstrasse der Länderpark.

#### ► Schritt 1

Gemäss geltendem Zonenplan Siedlung Stans befindet sich die Parz. Nr. 740 in keiner Gefahrenzone. Im Zonenplan sind zwar „Gefahrengebiete“ dargestellt, diese befinden sich aber alle ausserhalb der Bauzone und besitzen nur orientierenden Charakter. Der entsprechende Art. 24 BZR (Gefahrenzone) ist sehr allgemein formuliert und entspricht nicht dem neusten Stand der Gefahrenplanung.

Was den Schluss zulässt, dass die Gefahrenkarten der Gemeinde Stans noch nicht in die Nutzungsplanung überführt

worden sind. Zwingend notwendig ist somit die Konsultation dieser Karten.

#### ► Schritt 2

Die Gefahrenkarte Überflutung durch Engelberger Aa/Mühlebach (Abb. 25) auf der gegenüber liegenden Seite zeigt, dass eine Gefährdung besteht, und zwar eine erhebliche. Parz. Nr. 740 liegt fast vollständig in der roten Gefahrenstufe. Auffallend ist jedoch, dass die umliegenden Flächen (fast) nicht betroffen sind, ausser die nördlich angrenzenden der Gefahrenstufen gelb und blau. Das Wasser wird folglich von Norden her

einfließen und über eine Schwelle die Geländemulde der Parz. Nr. 740 auffüllen.

Der Mühlebach weist nördlich der A2 die gleiche Gefährdung auf wie die Engelberger Aa.

Für die rote Gefahrenstufe besteht grundsätzlich ein Bauverbot. Dass dennoch eine Zustimmung zum Bauen erteilt werden konnte, hat folgenden Grund: Es handelt sich eine künstlich angelegte Mulde, und das Gebäude kann mit einer angepassten Umgebungsgestaltung vor Überflutung geschützt werden.

#### ► Schritt 3

Aus den (hier nicht abgebildeten) Intensitätskarten ist ersichtlich, dass für die Parz. Nr. 740 beim 100-jährlichen Ereignis eine Gefährdung von mittlerer und beim 300-jährlichen Ereignis von starker Intensität besteht. Bei der starken Intensität ist mit Wassertiefen von über zwei Metern zu rechnen, so dass das Gebäude rund zwei Meter erhöht angeordnet werden muss.

Da jedoch nicht klar ist, welche Kote im Gelände dafür massgebend ist, wurden für den Talfluss zusätzlich Schutzhöhen-Karten für die einzelnen Ereignisse (30-, 100-, 300-jährlich, EHQ) erarbeitet. Wie sonst bei Höhenkurven wird die Höhe eines Punktes zwischen zwei Kurven rechnerisch mittels Interpolation bestimmt.

In der Regel steht genügend Zeit zur Verfügung, um auf die Gefährdung durch die Engelberger Aa und die hier erst sehr spät eintretende Gefährdung durch den Mühlebach zu reagieren. Bauliche Massnahmen werden deshalb nur für das 100-jährliche und temporäre Massnahmen für das 300-jährliche Ereignis gefordert.



Abb. 24: Zonenplan Siedlung Stans, Ausschnitt

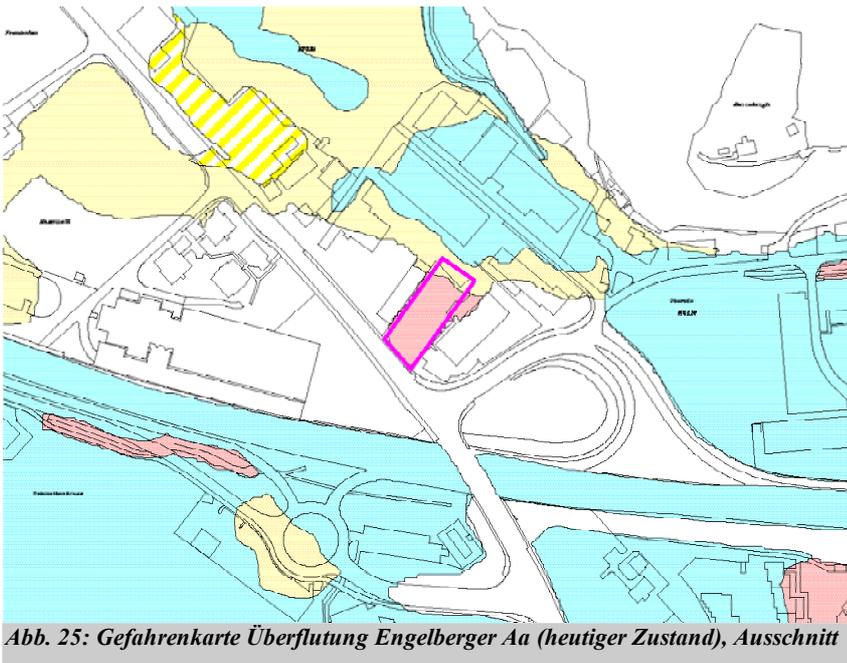


Abb. 25: Gefahrenkarte Überflutung Engelberger Aa (heutiger Zustand), Ausschnitt

Abb. 26 unten zeigt die Schutzhöhenlinien für das 100-jährliche Ereignis. Die überschwemmte Fläche ist blau dargestellt.

In der Karte Schutzhöhenlinie, Jährlichkeit 30-100, heutiger Zustand (im Projektordner) sind hingegen die Flächen farblich differenziert dargestellt. Die Schutzhöhenlinien fehlen, entsprechen aber den Linien, wo sich die farbigen Flächen berühren.

Die umrandete Parzelle liegt zwischen den Linien mit den Koten 442 m ü. M. und 441.5 m ü. M., weshalb eine Schutzhöhe von 441.75 m ü. M. erforderlich ist.

#### ► Schritt 4

In diesem Schritt ist zu prüfen, ob die Schutzhöhen-Kote richtig bestimmt worden ist.

#### ► Schritt 5

Schliesslich ist zu überprüfen, ob die vorgeschlagenen Objektschutzmassnahmen die Vorgaben aus dem BZR erfüllen.

In Gemeinden, welche die Gefahrenkarten noch nicht in die Nutzungsplanung überführt haben, fehlt die Bestimmung, dass der Bauherr den Gefahren-

nachweis zu erbringen hat. In einem solchen Fall ist deshalb die Gemeinde verantwortlich, dass ein Fachgutachten erstellt wird.

Für das vorliegende Projekt hat die FNG folgende Auflagen zuhanden der Gemeinde formuliert:

- Das Untergeschoss, die Eingänge, Fenster, Lichtschächte und die Garagen-einfahrt sind über der Kote 441.75 m ü. M. anzuordnen und dicht auszuführen.

- Die Untergeschosse sind gegen eindringendes Grundwasser bis auf die Kote 441.75 m ü. M. dicht auszuführen. Den Gefahren von Grundbruch und Auftrieb ist Rechnung zu tragen.

- Aussparungen und Leitungsdurchdringungen sind unterhalb der Kote von 441.75 m ü. M. wasserdicht auszuführen.

- Der aussenliegende Treppenabgang ist als wasserdichte Wannenkonstruktion mit Brüstungsmauern auszuführen, weil nur so gewährleistet ist, dass die Fluchtwege bei Hochwasser benutzbar bleiben.

- Die Umgebung ist anzuheben und so zu gestalten, dass das Gefälle vom Gebäude weg Richtung Mühlebach läuft. Mit einer Belagsanpassung auf die Kote 441.75 m ü. M. bei der Einfahrt Tiefgarage und Anlieferung des Nachbargebäudes wird gleichzeitig verhindert, dass das Wasser dort einfließt und die gegenseitig zugänglichen Untergeschosse geflutet werden.

- Ergänzend zu diesen baulichen Massnahmen muss temporär mit vor Ort gelagerten Materialien sicher gestellt werden, dass bis zum seltenen Ereignis kein Schaden eintritt.

- Der Heizöltank muss inklusive Leitungen zusätzlich bis zur sehr seltenen Überflutungshöhe gegen Aufschwimmen und Bersten gesichert sein, damit Schäden an der Umwelt verhindert werden.

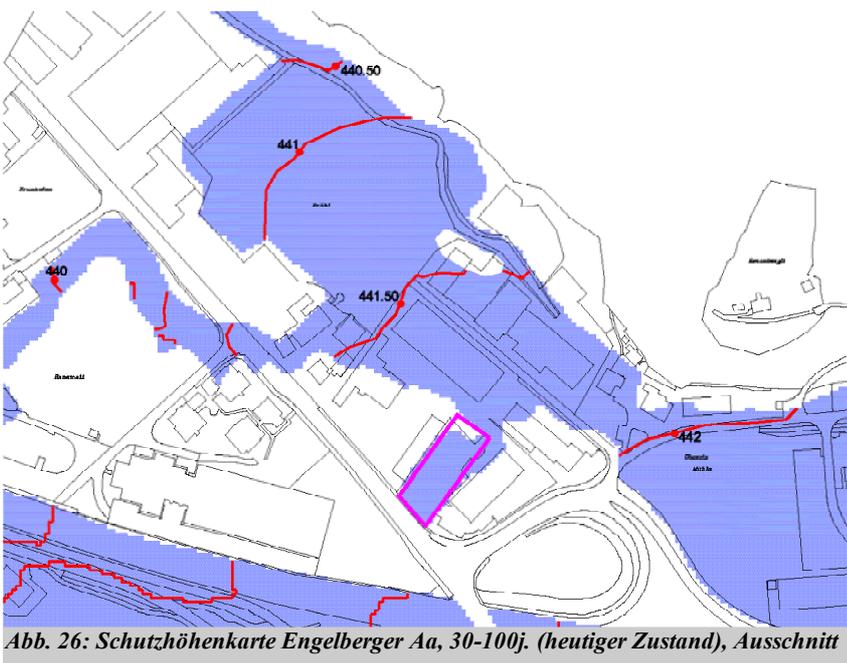


Abb. 26: Schutzhöhenkarte Engelberger Aa, 30-100j. (heutiger Zustand), Ausschnitt

## Beispiel 4: Selbstverursachte Verschärfung einer Gefahrensituation

Schliesslich wird auf ein besonderes Problem näher eingegangen, nämlich die selbstverursachte Verschärfung einer Gefahrensituation infolge eigener Bau-tätigkeit. Diese Problematik soll nachfolgend anhand eines fiktiven Beispiels veranschaulicht werden.

Ein Baugebiet befindet sich auf einem Schwemmkegel eines Wildbaches im Gefahrengbiet blau (Abb. 27 unten). Aus den Erläuterungen zur Gefahrenkarte geht hervor, dass mit einer Überflutungshöhe und Geschiebeablagerung von rund 1.0 m zu rechnen ist.

Bei der Umsetzung der Gefahrenkarte in die Nutzungsplanung wurde dieses Gefahrengbiet korrekt der Gefahrenzone 2 zugeteilt. Zudem wurde im BZR unter anderem festgelegt, dass alle Gebäudeöffnungen bergseitig 1.0 m über Terrain anzuordnen sind.

Es wird eine Baubewilligung mit dieser Auflage erteilt und der Architekt hält diese beim Bau einer (Doppel-)Reihen-einfamilienhaussiedlung ein, jedoch nur bei der bergseitigen Häuserreihe. In der Annahme, dass so gleichzeitig auch der Schutz der vorderen Reihe sicher gestellt ist.

Nach Realisierung der Überbauung tritt der Wildbach über und überschwemmt die Siedlung. Die anschliessenden Untersuchungen ergeben folgendes Scha-

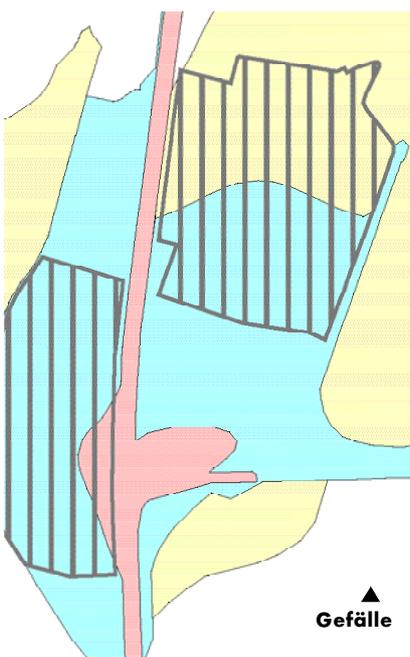


Abb. 27: Bauzonen (grau schraffiert) in Gefahrengebieten

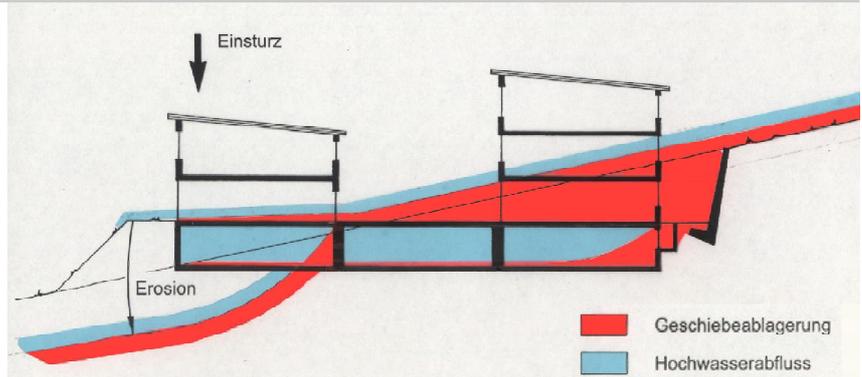


Abb. 28: Schadenereignis im Schnitt

denbild: Die beiden bergseitigen Gebäude wurden bis drei Meter hoch mit Geschiebe eingedeckt, alle Untergeschosse mit Wasser und Schlamm aufgefüllt. Das Wasser drang bergseitig sogar ins erste Obergeschoss ein. Bei den beiden talseitigen Gebäuden hat der mittlere, die Siedlung durchfliessende Arm des Wildbaches die Gebäudeecken erodiert, so dass diese teilweise eingestürzt sind.

Die Untersuchungen haben weiter gezeigt, dass der Wildbach ausserhalb der Siedlung stellenweise bis 0.7 m Geschiebe abgelagert und die Überflutungshöhe nicht mehr als 1.0 m betragen hat.

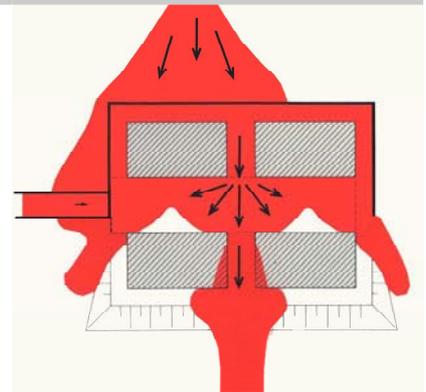
### Wie konnte diese fatale Situation entstehen?!

Das Ereignis liegt somit innerhalb der Vorgaben zum Gefahrengbiet blau; die Umsetzung in die Nutzungsplanung ist korrekt erfolgt.

Die Verantwortlichen waren sich kaum bewusst, dass diese Überbauung auf dem Schwemmkegel des Wildbaches dessen natürliches Gleichgewicht gravierend beeinträchtigt. Die Vorgaben aus dem Zonenplan und BZR wurden zwar eingehalten, diese gelten jedoch nur unter der Bedingung, dass ein Bauprojekt nicht in die Dynamik eines Gefahrenprozesses eingreift. Genau dies ist aber durch die Abgrabungen sowie die Hinderniswirkung der Bauten geschehen. Diese Eingriffe haben das blaue Gefahrengbiet stellenweise in ein Rotes verwandelt.

Der natürliche Gleichgewichtszustand eines Gefahrenprozesses entspricht weitgehend dem gewachsenen Terrain. Der Wildbach wird somit bei einem Er-

...und als Situation: Abb. 29



eignis das Gleichgewicht wieder herstellen, indem er Abgrabungen wieder auffüllt und an künstlichen Hindernissen Geschiebe bis zu einer kritischen Höhe aufschüttet. Fachtechnisch gesprochen muss unter anderem die Abhängigkeit der Abflusshöhe von der Energielinie sowie die Wechselwirkung von Energielinie und Geschiebe-/Schwemmholz-Ablagerung beachtet werden. Die „St. Galler Broschüre“ erlaubt einen detaillierteren Einblick in diese komplexen Wirkungszusammenhänge, die vom Laien schwer nach zu vollziehen sind. Ab einer gewissen Komplexität muss daher der Gefahrennachweis von einem Fachingenieur erbracht werden.

Dieser dürfte für den vorliegenden Fall eine oder mehrere der unten aufgeführten konzeptionellen/baulichen Massnahmen vorschlagen:

► Die Gebäude sind nicht vertieft in den Hang, sondern gegenüber dem bestehenden Terrain möglichst erhöht anzuordnen. Das Terrain ist bergseitig auf die Ablagerungshöhe anzuheben (unter Berücksichtigung der Riegelwirkung der Gebäude). Die Gebäude sind so zu konzipieren, dass deren Riegelwirkung reduziert wird (beispielsweise als locke-

re Doppelfamilienhäuser statt als Reiheneinfamilienhäuser).

► Bergseitig ist auf Türen und raumhohe Fenster zu verzichten. Die Zugänge sind talseitig anzuordnen oder seitlich zumindest mit einem lokalen Schutz. Talseitig und seitlich soll das Gelände ein Gefälle vom Gebäude weg aufweisen.

► Als Alternative und sofern oberhalb der Überbauung genügend Freifläche besteht, kann das unveränderte Projekt mit einem steil zum Hang platzierten Schutzdamm gesichert werden. Dieser Damm muss gegen Erosion und Unterkolken gesichert sein.

Die nachfolgenden Punkte zeigen zusammenfassend, weshalb beim Objektschutz ein konzeptionelles Vorgehen nicht nur erwünscht, sondern meist auch unumgänglich ist:

► Neue Bauten und damit einher gehende Eingriffe ins Gelände beeinflussen den natürlichen Gleichgewichtszustand eines Wildbachs oder eines anderen Gefahrenprozesses und können sogar dazu führen, dass die Gefährdung erheblich zunimmt.

► Zum Zeitpunkt der Umsetzung der Gefahrenkarten in die Nutzungsplanung sind die künftigen Gebäudekuben und deren Ausrichtung nicht bekannt. Ein korrekter Objektschutz ist somit erst im Rahmen der konkreten Planung eines Gebäudes möglich. Die Vorschriften im BZR sind folglich als allgemeine Vorgaben zu dieser Planung zu verstehen.

► Der sachgemässe Objektschutz muss daher auch zwingend mit der Konzeption des Gebäudes erfolgen, wozu ein hinreichendes Verständnis der Gefahrenprozesse unabdingbar ist.

► Die Empfehlung der FNG sieht deshalb vor, dass ein Nachweis für die lokale Gefährdung sowie den korrekten Objektschutz von einer Fachperson erbracht wird bzw. die Gemeinde diese Fachperson bestimmen kann.

► Der Objektschutz ist prioritär durch ein entsprechendes Konzept sicher zu stellen. Bezogen auf den Schwemmkegel des Wildbachs heisst dies, dass sich das Gebäude dem Gelände anpassen soll und nicht umgekehrt.

► Nur wenn der Objektschutz nicht mit einem entsprechenden Baukonzept vollständig erreicht werden kann, sind in einem zweiten Schritt bauliche Objektschutzmassnahmen zu treffen.

► Schliesslich ist festzuhalten, dass ein ans Gelände angepasstes Gebäude in der Regel günstiger erstellt werden kann, da umfangreiche Terrainveränderungen und teure Baugrubensicherungen entfallen.

## Gesetzliche Grundlagen - relevante Artikel

- Bundesgesetz über die Raumplanung: Art. 1, 6, 18
- Bundesgesetz über den Wald: Art. 1, 19, 20, 31, 35 ff
- Verordnung über den Wald: Art. 15 ff, 38 ff, 47, 59, 60
- Bundesgesetz über den Wasserbau: Art. 3, 6, 8, 13
- Verordnung über den Wasserbau: Art. 1, 4, 8, 20 ff, 27
- Kantonales Baugesetz (in Revision)
- Kantonales Waldgesetz: Art. 22, 23, 24
- Kantonale Waldverordnung: § 10, 11, 12
- Sachversicherungsgesetz: Art. 54
- Kantonaler Richtplan: Koord.-Aufgaben L5-1, L5-2, L5-3

## Publikationen

- Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (Hrsg.): **Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren**, 2004
- Amt für Wald (KAWA), Tiefbauamt (TBA), Amt für Gemeinden und Raumordnung (AGR) Kt. Bern (Hrsg.): **Achtung Naturgefahr! Verantwortung des Kantons und der Gemeinden im Umgang mit Naturgefahren**, 1999
- Bundesamt für Raumplanung (heute ARE), Bundesamt für Wasserwirtschaft (heute BWG), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (Hrsg.): **Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten (Empfehlungen)**, 1997
- Bundesamt für Wasserwirtschaft (heute BWG), Bundesamt für Raumplanung (heute ARE), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (Hrsg.): **Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten (Empfehlungen)**, 1997
- Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) (Hrsg.): **Hochwasservorsorge. Erkenntnisse aus vier Fallbeispielen**, 2004
- Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) (Hrsg.): **Aquaterra 2/2003 Erdbebenvorsorge. Erdbeben - die unterschätzte Naturgefahr**

## Links

- [www.planat.ch](http://www.planat.ch)
- [www.lis-nw.ch](http://www.lis-nw.ch)
- Projekte.htm der LIS Nidwalden AG
- [www.nw.ch/arp](http://www.nw.ch/arp)
- [www.nsv.ch](http://www.nsv.ch)
- [www.vkf.ch/elementarpraevention](http://www.vkf.ch/elementarpraevention)

## Kontaktadressen

- Fachkommission Naturgefahren FNG c/o Amt für Wald und Energie AWE, Kreuzstrasse 2, 6370 Stans
- Amt für Raumentwicklung ARE NW, Buochserstrasse 1, 6371 Stans
- Tiefbauamt TBA, Buochserstrasse 1, 6371 Stans
- Nidwaldner Sachversicherung NSV, Stansstadterstr. 54, 6370 Stans

### **Empfehlung der Fachkommission Naturgefahren FNG**

- ▶ Umsetzung der Gefahrenkarten in die Nutzungsplanung, Erläuterungen
- ▶ Vorlage für die Bestimmungen zu den Gefahrenzonen im Bau- und Zonenreglement
- ▶ Umsetzung der einzelnen Prozesse in den Zonenplan („Arbeitshilfe für Raumplaner“)
- ▶ Zuständigkeit bei Bauten in Gefahrengebieten
- ▶ Bauen in Gefahrengebieten, Ablauf bei Baugesuchen

### **Wegleitung Objektschutz**

- ▶ Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (Hrsg.): Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren, 2004

### **weitere Unterlagen**

- ▶ aquaterra 2/2003: Erdbeben - die unterschätzte Naturgefahr
- ▶ Schutzzielmatrix Kanton Nidwalden
- ▶ Tabelle Gefahrenprozesse, Zerstörungswirkung nach Intensitäten