Ingenieurgemeinschaft Gefahrenkarte Wattenwil
B-I-G Büro für Ingenieurgeologie 3084 Wabern
Ch. Lehmann 3322 Schönbühl
Staubli, Kurath & Partner AG 3007 Bern

Einwohnergemeinde
3665 Wattenwil

Beurteilung von Naturgefahren: Gefahrenkarte Gemeinde Wattenwil

Geologischer und hydrologischer Bericht

Wabern, 20. Februar 2001
Autoren:
Dr. M. Wenger / S. Bleuler / Dr. Ch. Lehmann / B. Herzog

c/o B-I-G
Gurtenbrauerei
Postfach 240
CH-3084 Wabern
Tel. 031/960 43 30
Fax 031/960 43 31

1		**Einleitung**	**4**
2		**Auftrag**	**4**
3		**Bearbeitungsperimeter**	**4**
	3.1	Dauersiedlungsgebiet - Perimeter A	4
	3.2	Übriges bewirtschaftetes Gemeindegebiet - Perimeter B	4
	3.3	Restliches Gemeindegebiet - Perimeter C	4
4		**Methodik**	**5**
	4.1	Grundlagen	5
	4.2	Gefahrenbeurteilung	5
5		**Sachbearbeitung**	**6**
6		**Gebietskenndaten**	**6**
	6.1	Die Gemeinde Wattenwil	6
	6.2	Geomorphologie, Geologie und Hydrogeologie	6
	6.3	Schadenpotential	7
	6.4	Gefahrenchronik	7
7		**Gefahrenbeurteilung**	**7**
	7.1	Rutschung, Sackung	7
	7.1.1	Methodik	7
	7.1.2	Prozessgefahrenkarte Rutschung	8
	7.2	Steinschlag, Bergsturz	10
	7.2.1	Methodik	10
	7.2.2	Prozessgefahrenkarte Steinschlag, Bergsturz	11
	7.3	Murgang und Übersarung durch Seitenbäche	11
	7.3.1	Methodik	11
	7.3.2	Prozessgefahrenkarte Murgang, Übersarung	12
	7.4	Überflutungen durch die Talflüsse	16
	7.4.1	Methodik	16
	7.4.2	Digitales Geländemodell	17
	7.4.3	Schwachstellenanalyse und Szenarienbildung	17
	7.4.4	Hydraulisches Modell	18
	7.4.5	Prozessgefahrenkarte Überflutung	18
8		**Numerisierung, Kartendarstellung**	**19**
	8.1	Grundlagen	19
	8.2	Numerisierung	19
	8.3	Datenausgabe	19
	8.4	Synoptische Gefahrenkarte 1:5'000 Dauersiedlungsgebiet - Perimeter A (mit Teilen von Perimeter B)	20
	8.5	Plausibilisierung Gefahrenhinweiskarte GHK 1:25'000 im übrigen bewirtschafteten Gemeindegebiet - Perimeter B	20
	8.5.1	Grundsätzliches	20
	8.5.2	Rutschung, Sackung	20
	8.5.3	Steinschlag, Bergsturz	20
	8.5.4	Murgang, Übersarung	20
	8.6	Gefahrenhinweiskarte 1:25'000 übriges Gemeindegebiet - Perimeter C	20

9	**Empfehlungen, Massnahmen**	**21**
9.1	Grundsätzliches	21
9.2	Steinschlag, Felssturz	21
9.3	Rutschgebiete	21
9.4	Bachverbauungen	21
9.5	Gürbe	23
10	**Schlussbemerkungen**	**24**

Anhang

Verwendete Unterlagen	1
Intensität von gefährlichen Prozessen: massgebende Parameter und Kriterien	2
Die Bedeutung der Gefahrenstufen für den Siedlungsraum	3

Beilagen

Synoptische Gefahrenkarte Gemeinde Wattenwil, 1:5'000	4
Prozessgefahrenkarte Rutschung / Steinschlag, 1:5'000	5
Prozessgefahrenkarte Überflutung / Übersarung / Murgang, 1:5'000	6
Gefährdungsszenarien Gürbe, Bericht Staubli, Kurath & Partner AG, Nr. 1457.01, vom Dezember 2000	7
Staubli, Kurath & Partner AG, Plan Nr. 1457.01-1, Dezember 2000	8
Karte der Phänomene Steinschlag, Rutschung, 1:5'000 (Original)	9

1 Einleitung

Für die Gemeinde Wattenwil sind die Grundlagen für eine mögliche Bedrohung durch Naturgefahren zu erarbeiten. Eine Gefährdung des Gemeindegebietes durch die Gefahrenprozesse Steinschlag / Bergsturz, Rutschung, Murgang / Übersarung und Überflutung ist zu überprüfen und für die bauliche Grundordnung darzulegen.

2 Auftrag

Mit Schreiben vom 30. Juni 2000 hat der Gemeinderat Wattenwil unsere Ingenieurgemeinschaft mit der Ausarbeitung einer Naturgefahrenkarte beauftragt. Auftragsbasis bilden die Ausschreibung der Gemeinde Wattenwil und des Oberingenieurkreises II vom 29. März 2000, unsere Offerte vom 27. April 2000 sowie die Auftragsbestätigung der Gemeinde Wattenwil vom 20. Juni 2000.
Integrierenden Bestandteil dieses Berichtes bildet der Zwischenbericht "Massgebende Gefährdungsszenarien durch die Gürbe" mit zugehörigem Längenprofil, Bericht Nr. 1457.01, Staubli, Kurath & Partner AG, 3007 Bern.
Bericht und Plan wurden daher in das vorliegende Dossier integriert.

3 Bearbeitungsperimeter

Die Bearbeitungsperimeter wurden in Absprache mit dem OIK II gemäss Pflichtenheft festgelegt.

3.1 Dauersiedlungsgebiet - Perimeter A

Der Perimeter umfasst die dauernd bewohnten Häuser. Zusätzlich wurden die saisonal bewohnten Gebäude des übrigen bewirtschafteten Gemeindegebietes (Perimeter B) in die Detailbearbeitung auf Stufe Gefahrenkarte einbezogen.

3.2 Übriges bewirtschaftetes Gemeindegebiet - Perimeter B

Das Gebiet umfasst die übrigen bestossenen Alp- und Weidgebiete.

3.3 Restliches Gemeindegebiet - Perimeter C

Das restliche Gemeindegebiet wurde nur hinsichtlich Gefahrenpotential für Dauersiedlungen in die Untersuchungen einbezogen.

4 Methodik

4.1 Grundlagen

Die Arbeitsmethodik richtete sich grundsätzlich nach den gültigen Weisungen und Empfehlungen des Bundes (BUWAL, BWG und BRP) und des Kantons Bern.
In Anhang 1 sind die dazu verwendeten Dokumente aufgeführt.

Die Kartierung der Phänomene wurde in Anlehnung an den Symbolbaukasten zur Kartierung der Phänomene, Ausgabe 1995 des BUWAL und BWW durchgeführt. Des weiteren kamen die Grundlagen der Gefahrenkartierung für den Kanton Bern der Abteilung Naturgefahren in Interlaken zur Anwendung.

Die bei den einzelnen Gefahrenprozessen angewandte Methodik ist in den jeweiligen Kapiteln dargelegt.

4.2 Gefahrenbeurteilung

Die vorliegende Gefahrenbeurteilung basiert auf den aktuellen geomorphologischen und klimatischen Verhältnissen sowie dem rezenten Vegetationsbewuchs. Änderungen der Situation durch beispielsweise Windfall in Schutzwäldern, Realisierung von Schutzmassnahmen, etc. bedingen eine Neubeurteilung der lokalen Gefahrensituation.

Die gemäss Bundesempfehlung angewandten massgebenden Parameter für die Bestimmung der **Intensität** sind in Anhang 2 dargelegt.

Die Abschätzung der **Wiederkehrperiode** eines Ereignisses basiert auf den Feldbefunden, im Rahmen des Gürberichtplanes bestimmten Abflüssen und dem Ereigniskataster.

Die Intensität möglicher Gefahrenereignisse wird in einer Matrix der abgeschätzten Eintretenswahrscheinlichkeit gegenübergestellt und die Gefahrenstufe bestimmt.

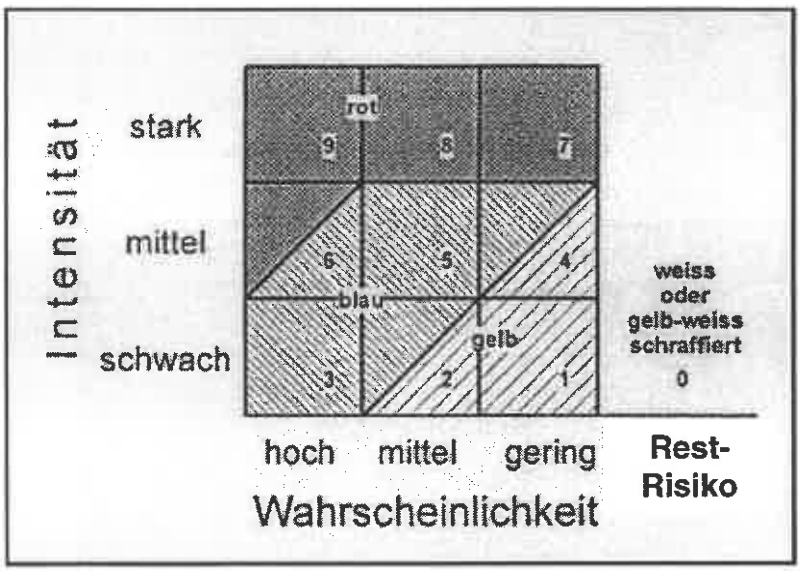

Abbildung 1: Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Matrix für Naturgefahren

Die Bedeutung dieser Gefahrenstufen für den Siedlungsraum ist in der Tabelle in Anhang 3 dargelegt.

5 Sachbearbeitung

Die Erarbeitung der Gefahrenkarte innerhalb der Ingenieurgemeinschaft und der Abteilung Naturgefahren erfolgte durch die folgenden Sachbearbeiter:

• Projektleitung:	B-I-G	Dr. M. Wenger, Geologe SIA
• QS, QM:	SK&	B. Herzog, Dipl. Ing. ETH/SIA
• Hydrologie:		Dr. Ch. Lehmann, Geomorphologe
• Prozess Steinschlag, Felssturz:	B-I-G	S. Bleuler, lic. phil. nat., Geologe
• Prozess Rutschung:	B-I-G	S. Bleuler, lic. phil. nat., Geologe
• Prozess Murgang, Übersarung:		Dr. Ch. Lehmann, Geomorphologe
• Prozess Überflutung:	SK&	B. Herzog, Dipl. Ing. ETH/SIA

6 Gebietskenndaten

6.1 Die Gemeinde Wattenwil

Die Gemeinde Wattenwil umfasst eine Gesamtfläche von gut 15 km^2. Davon entfallen rund 6.5 km^2 auf Landwirtschaftsgebiet und in etwa gleichviel auf Wald. Der Pt. 1310 im *Oberen Gurnigelwald* bildet den höchsten Punkt im Gemeindegebiet von Wattenwil, während der tiefste Punkt mit rund 575 m.ü.M. bei *Gaugglern* liegt. Die Zahl der Einwohner der Einwohnergemeinde beläuft sich auf 2673 (Stand 1997).

Dauerbesiedelt sind in Wattenwil, nebst dem eigentlichen Dorfkern und der Besiedlung entlang der Kantonsstrasse bis *Stöckere*, verschiedene Weiler: südlich sind dies *Gmeis* und *Mettlen* sowie *Mettliegge*, westlich und oberhalb des Dorfkerns die Regionen *Vorderer* und *Hinterer Rain* sowie der *Grundbach*. Dazwischen liegen mehrere dauerbesiedelte Einzelhöfe. Die südlichsten Siedlungen liegen im *Weiermoos*, zu dem das nicht dauerbesiedelte Ferienheim zählt.

6.2 Geomorphologie, Geologie und Hydrogeologie

Geologisch-tektonisch gesehen liegt die Gemeinde am nördlichen Alpenrand. Die morphologisch markante Stockhornkette (**Klippendecke**) ausserhalb des Gemeindegebietes mit ihren Kalken und Dolomiten wird durch die **Gurnigeldecke** unterlagert. Die Gurnigeldecke ist im Oberlauf der Gürbe aufgeschlossen und besteht hier zur Hauptsache aus Flyschen. Gegen Osten hin keilt die Gurnigeldecke aus. Nördlich anschliessend folgt ein Keil des Parautochthons. Dieser besteht aus Kalken, Dolomiten und Gips. Der Dorfkern von Wattenwil selbst liegt auf den durch die alpine Orogenese aufgeschobenen Einheiten der Molasse (subalpine Molasse), hier die **Untere Süsswassermolasse** mit Wechsellagerungen von Fein- und Grobsandsteinen, Nagelfluhbändern sowie untergeordnet bunten Mergeln. Wenig nördlich der Gemeindegrenze erfolgt der Wechsel in die flachliegende Mittelländische Molasse.

Das generelle Streichen der Einheiten verläuft WSW-ENE.

Das ganze Gemeindegebiet ist von einer mehr oder weniger mächtigen **Lockergesteinsabfolge** überlagert. Es sind dies an den Talhängen hauptsächlich Moränen und Bachschuttkegel, im Talgrund Bachschuttkegel und Verlandungsbildungen. Der Grossteil der Gemeindefläche wird durch die Sedimente des Gürbeschuttfächers dominiert.

Im Bereich der Gurnigeldecke und des parautochthonen Keils führen Rutsche und untergeordnet Sackungen häufig zu Materialumlagerungen. Die subalpine Molasse ist vorwiegend im südwestlichen Teil der Gemeinde Ausgangsmaterial für Rutsche; im Leim- bis Schmiedebruch sowie im Tiefengraben gleiten tiefgründige Kompartimente ab. Eine alte, tektonisch bedingte Sackung liegt im Gebiet *Grundbach* vor (Karte der Phänomene). Das Einzugsgebiet der Gürbe ist Teil eines Integralprojektes zur Überwachung sowohl der Hochwassergefahren als auch der damit verbundenen Rutschungen und Einträge von Lockergesteinen in die Gerinne.

Steinschlag tritt untergeordnet auf, vorwiegend an den wenigen Felsaufschlüssen entlang von Strasseneinschnitten.

6.3 Schadenpotential

Das Schadenpotential umfasst vor allem die dauernd bewohnten Gebäude sowie die eingezonte Region *Weiermoos*.
Zusätzlich wurden die saisonal bewohnten Gebäude des übrigen bewirtschafteten Gemeindegebietes in die Detailbearbeitung auf Stufe Gefahrenkarte einbezogen.
Die Daten basieren auf den Angaben gemäss geltendem Zonenplan und der Volkszählung 1990

Die Verkehrswege sind explizit nicht Bestandteil der vorliegenden Studie; wurde während der Bearbeitung jedoch eine direkte Gefährdung von Strassen und Wegen festgestellt, wurde dies im Bericht festgehalten.

6.4 Gefahrenchronik

Die historische Aufarbeitung der Naturgefahrenereignisse in der Gemeinde Wattenwil ist in der Ereignisdokumentation Gemeinde Lauenen von René Wyler vom April 2000 dargelegt. Diese Dokumentation wurde als Grundlage benutzt.

7 Gefahrenbeurteilung

7.1 Rutschung, Sackung

7.1.1 Methodik

Die Basis für die Kartierung der Rutschungen und Sackungen ist die Gefahrenhinweiskarte des Kantons Bern. Diese wurde unter Zuhilfenahme von Luftbildern vorgängig ausgewertet und im Felde verifiziert.

Die Klassifikation der Rutschungen erfolgte nach den Richtlinien des BUWAL (1995). Kriterien sind die der Rutschung, d.h. die Geschwindigkeit sowie die Tiefe der Gleitfläche. Diese Merkmale wurden im Feld auskartiert.

Die Geschwindigkeit einer Rutschung wird in die drei Gruppen

- sehr langsam (0-2 cm / Jahr)
- wenig aktiv (2-10 cm / Jahr)
- aktiv (>10 cm / Jahr)

eingeteilt, welche den Intensitäten 'schwach', 'mittel' und 'stark' des Gefahrenstufendiagramms für die Rutschungen entsprechen.

Die Tiefe der Gleitflächen wird nach deren Gründigkeit in die drei folgenden Gruppen eingeteilt:

- RO: oberflächlich / flachgründig (0-2 m)
- RM: mitteltief / mittelgründig (2-10 m) bzw.
- RT: tief / tiefgründig (>10 m)

Die Gründigkeit der einzelnen Rutschkörper ist in der Prozessgefahrenkarte Massenbewegungen (Rutschung, Steinschlag; Beilage) dargestellt, fliesst aber nicht in die Bestimmung der Gefahrenstufen ein.

7.1.2 *Prozessgefahrenkarte* Rutschung

Das Gebiet des *Honeggwald – Tiefengraben* bis *Leimbruch* ist Teil des Integralprojektes Gürbe, das 1988 in Auftrag gegeben wurde.

Im Folgenden werden die im Perimeter A der Gemeinde Wattenwil auftretenden Rutschgebiete von Süden nach Norden beschrieben. Innerhalb des Untersuchungsperimeters lassen sich die folgenden Gebiete mit einer Gefährdung durch Rutschprozesse ausscheiden:

Underi Allmit

Das flächenmässig grösste Rutschgebiet im Perimeter A der Gemeinde Wattenwil befindet sich zwischen *Chüenzischwand* und der Ebene *Gmeis – Mettlibode*. Hier gleitet eine tiefgründige Rutschung zwischen den West-Ost gerichteten, von Lockergestein bedeckten Molassefelsriegeln im *Lieneggwald* (zwischen Pt. 1060 und Pt. 892) im Norden und demjenigen der *Goldegg* (Pt. 975 bis Pt. 911) auf den *Mettlibode* zu. Die Hauptmasse des Rutschkörpers wird nördlich durch den *Lienegggrabe* und südlich, unterhalb Pt. 756, durch den *Mettlibach* begrenzt. Zusammen mit dem *Eggegrabe* bilden diese zwei Gräben die oberflächlichen Hauptdrainagen im Rutschgebiet. Seitliche Zuschübe im Oberteil sind durch eine flachgründige Rutschung aus dem Kessel bei *Lienegg* dokumentiert (Ereignis Nr. 10 des Ereigniskatasters). Im Mittelteil beim oberen Schattenhalb gleitet die Uferböschung beidseits des *Mettlenbachs* in das Gerinne (Ereignis Nr. 23 des Ereigniskatasters). Im unteren Schattenhalb gleitet die orographisch rechtsseitige Böschung in den *Mettlibach* (Ereignis Nr. 24 des Ereigniskatasters).

Die Rutschung *Underi Allmit* ist Teil eines alten Rutschgebietes (Ereignis Nr. 25 des Ereigniskatasters). Die Mächtigkeit der Rutschung beträgt im Oberteil bei *Chüenzischwand* etwas mehr als 50 m und wird um 800 m.ü.M. ihren maximalen Wert von 100 m erreichen. Unterhalb 800 m.ü.M. nimmt die Mächtigkeit keilförmig ab. Oberhalb 800 m.ü.M. dominieren translative Bewegungsmechanismen, darunter treten vermehrt mittelgründige, rotative Mechanismen auf. Die Hauptschubrichtung verläuft bei *Chüenzischwand* entlang dem *Eggegrabe*. Unterhalb 800 m.ü.M. weitet sich die Rutschung von ca. 750 m auf maximal 1250 m im Fussbereich auf: die Hauptschubrichtung weist hier nördlich des *Eggegrabe* nach Nordosten, südlich davon nach Osten. Im Fussbereich der Rutschung haben sich Stauchwülste gebildet. Die Stauchwülste sind an manchen Stellen übersteil (zwischen 30 und 50°); überfahrene Grasnarben finden sich jedoch nirgends.

Gemäss dem Ereigniskataster liegt die Aktivität der Rutschung im Oberteil im Zentimeter- bis Dezimeterbereich pro Jahr. Dies war vor allem Ende der 80er Jahre der Fall (E. Nussbaum, tel. Auskunft vom 22.02.2001). Die Aktivität des Rutschkörpers wurde während den Feldbegehungen vom Herbst 2000 auf wenige Zentimeter pro Jahr geschätzt.
Die Rutschung *Underi Allmit* ist Teil des Integralprojektes Gürbe.

Die Beurteilung der Rutschung führt auf die Gefahrenstufe 'gelb'.

Tufthubel - Widimatt
Das Gebiet nördlich des *Lieneggwaldes* von *I de Gräbe* bis *Widimatt* ist Teil einer alten, prähistorischen Sackung. Morphologisch fällt diese durch die abrupte, halbkreisfömige Anrisskante bei Kote 960 m.ü.M. auf. Die Oberkante des Hauptkompartiments der Sackung liegt heute zwischen 780 m.ü.M. und 820 m.ü.M. und bildet die Verflachung nördlich des *Lidibouchs* und *Tufthubel*. Die maximale Mächtigkeit der Sackung wird hier auf ca. 100 m geschätzt. Heute wird die Sackung südlich des *Lidibouchs* durch tiefgründige Rutsche aus dem Kessel *I de Gräbe* bis *Ryschere* überlagert. Oberhalb 800 m.ü.M. dominieren dabei rotative Bewegungsmechanismen, darunter geht die Rutschung in hauptsächlich translative Bewegung über. Die Hauptschubrichtung verläuft von Westen nach Osten. Der Stirnbereich der Rutschung läuft bis auf 670 m.ü.M. keilförmig aus. Die Aktivität wird auf wenige Millimeter bis Zentimeter geschätzt. Die grössten Geschwindigkeiten treten vorwiegend am südlichen Rand im Oberteil auf.

Im Stirnbereich der alten Sackungsmasse gleiten heute verschiedene mittel- bis tiefgründige Einzelrutsche ab. Nördlich werden sie durch den *Horngraben* begrenzt. Die Mächtigkeit dieser Translationsrutsche liegt bei zwischen 5 und 40 m. Die Anrisskoten liegen um 775 m.ü.M. (an der Ostkante der Sackung). Die Aktivität dieser Rutsche liegt im substabilen Bereich.

Alle hier erwähnten Rutsche liegen in ihrem Fuss auf einem wenig beanspruchten, nur morphologisch erkennbaren Presskeil zwischen Kote 670 und 655 m.ü.M. auf.

Die Beurteilung für den gesamten Wirkungsraum der Rutschung erfolgt mit der Gefahrenstufe 'gelb'.

Weiermoos
Das im Perimeter A ausgeschiedene Gebiet *Weiermoos* gehört zum seitlichen Stirnbereich einer Rutschzone aus der Region *Obere Gurnigel – Honeggwald – Tiefegrabe – Wiitschatte*, das im Rahmen des Integralprojektes Gürbe untersucht wird. Die Mächtigkeit der Rutschung liegt hier im tiefgründigen Bereich zwischen 10 und 25 m und keilt nach Norden zum Molassefelsriegel Goldegg (Pt. 975 m.ü.M. bis Pt. 911 m.ü.M.) und Osten hin aus. Die Hauptschubrichtung dieser durch translative Bewegungsmechanismen dominierten Rutschung weist am Westrand des Perimeter nach OSO, weiter östlich nach Südosten. Die Aktivität der Rutschung liegt hier im substabilen Bereich. Im Stirnbereich unterhalb 830 m.ü.M. gleiten mittelgründige, rotative Sekundärrutsche ab. Diese sind an den Zerrspalten unterhalb Pt. 833 m.ü.M. und dem Ferienheim *Weiermoos* erkennbar. Die Aktivität dieser Rutsche liegt im Bereich weniger Zentimeter. Zwischen 830 m.ü.M. und der künstlichen Verflachung 810 m.ü.M. treten vernässte Stellen auf. Die Rutschung wird südlich der Verflachung durch den *Weiermoosgrabe* und den *Chirschmattgrabe* entwässert.

Die Beurteilung für den gesamten Wirkungsraum der Rutschung erfolgt mit der Gefahrenstufe 'gelb'.

Rohrmoos
Das Gebiet von *Rohrmoos* liegt auf einer alten langgezogenen Rutschmasse. Die Breite der Anrisskante beträgt rund 400 m und befindet sich auf einer Höhe von 890 m.ü.M. Um Kote 770 m.ü.M. verengt sich der im Oberteil durch rotative Bewegungsrichtungen dominierte Rutschkörper auf 150 m. Die Hauptschubrichtung weist im Oberteil der Rutschung in Richtung *Öligraben*, dessen steile Südböschung durch einen Molassefelsriegel aufgebaut wird. Darunter weitet sich die Rutschmasse wenig auf und erreicht auf Höhe von 700 m.ü.M. die maximale Ausweitung von rund 200 m. Der nördliche Randbereich wird von wenigen kleinflächigen Hautrutschen überlagert. Gegen den Fussbereich hin verengt sich die Rutschung und endet oberhalb 620 m.ü.M.
Die Mächtigkeit des Rutschkörpers liegt im Oberteil bei rund 10 m und erreicht unterhalb 730 m.ü.M. die maximale Mächtigkeit von rund 20 m. Gegen den Rutschungsfuss hin nimmt die Mächtigkeit kontinuierlich ab.

Die Aktivität der Rutschung liegt im substabilen Bereich. Einzelne Zerrspalten sind auf dem Fahrweg *Rohrmoos-Grundbach* sichtbar.

Die Beurteilung für den Wirkungsbereich erfolgt mit der Gefahrenstufe 'gelb'.

Grundbach
Im Oberlauf des *Grundbachs*, im Gebiet *Oberi Allmit*, zwischen Kote 920 und 970 m.ü.M. gleiten geringmächtige, flach- bis mittelgründige Rutschkompartimente gegen das *Sagibächli* ab. Sie besitzen eine Mächtigkeit zwischen 2 m im Anrissbereich und <5 m im Mittelteil. Zum Fussbereich hin vermindert sich die Mächtigkeit dieser Translationsrutsche auf <2 m. Ihre Aktivität liegt unter 2 cm pro Jahr.

Die Beurteilung für den Wirkungsbereich erfolgt mit der Gefahrenstufe 'gelb'.

Übrige Gebiete
Im übrigen, zum Untersuchungsperimeter ausgeschiedenen, Gemeindegebiet treten untergeordnete kleinere Rutschgebiete auf: So im *Hindere Rain* bei Pt. 815 m.ü.M. Hier gleitet eine heute substabile geringmächtige, oberflächliche Rutschmasse ab.
Eine weitere Rutschzone befindet sich bei der Kantonsstrasse *Wattenwil – Burgistein*, zwischen *Stützli* und *Engi* (Ereignis Nr. 6 des Ereigniskatasters). Die Gründigkeit dieses Rutschkörpers bewegt sich im mittelgründigen Bereich. Ihre Aktivität liegt im substabilen Bereich. Die erwähnte Rutschung wurde bereits früher beurteilt und die Kantonsstrasse saniert.

Die Beurteilung für den Wirkungsbereich aller unter diesem Punkt aufgeführten Rutschkörper erfolgt mit der Gefahrenstufe 'gelb'.

7.2 Steinschlag, Bergsturz

7.2.1 Methodik

Im Gemeindegebiet von Wattenwil nehmen Steinschlagprozesse eine untergeordnete Stellung ein. Dies ist zum einen direkt auf die Geologie zurückzuführen (wenig Prädisposition aufgrund eher weicher Gesteine), zum anderen bewirkt der geologische Untergrund mehrheitlich eine sanft geneigte Morphologie. Steinschlag tritt deshalb vorwiegend entweder in fluviatil erosiv gebildeten Runsen und Bacheinschnitten, im Anrissbereich der durch Rotation dominierter Rutsche und Sackungen oder an menschlich versteilten Aufschlüssen wie Strassenanschnitten auf. Für die Bearbeitung der Sturzprozesse wurde u.a. die Gefahrenhinweiskarte herangezogen und wo nötig plausibilisiert.

7.2.2 Prozessgefahrenkarte Steinschlag, Bergsturz

Innerhalb des Untersuchungsperimeters lassen sich die folgenden Gebiete mit Gefährdung durch Steinschlag und Felssturz ausscheiden:

- Steinschlag aus dem bergseitigen Hanganschnitt bedingt durch den Ausbau der Kantonsstrasse *Wattenwil – Burgistein*.
- Steinschlag entlang der orographisch linken Uferböschung des *Öligrabens*.

Kantonsstrasse Wattenwil – Burgistein

Steinschlag ist rezent aus zwei Anschnitten der Kantonsstrasse *Wattenwil – Burgistein*, zwischen *Engi* und *Stützli* bekannt. Das Sturzmaterial bilden kleinblockige Komponenten der Molasse (vorwiegend Konglomerate der Nagelfluh). Das Sturzmaterial wird während Tau- und Frostphasen bereitgestellt. Aufgrund der grossen Häufigkeit (Wiederkehrperiode mehrmals pro Jahr möglich) ergibt sich für den Wirkungsraum die Gefahrenstufe S3 (blau).

Öligraben

Steinschlag ist rezent und aus den Modellierungen zur Gefahrenhinweiskarte im *Öligraben* bekannt. Das Sturzmaterial bilden kleinblockige Molassekomponenten. Aufgrund der Überlagerung dieses Prozesses durch die gewichtigeren oberflächlichen Rutschprozesse in diesem Abschnitt wird der Steinschlag hier untergeordnet behandelt.

Die resultierenden Gefährdungsbilder wurden in Gefahrenstufen umgesetzt und sind planlich in der Prozessgefahrenkarte Massenbewegungen (Rutschung, Steinschlag; Beilage 5) dargestellt.

7.3 Murgang und Übersarung durch Seitenbäche

7.3.1 Methodik

Die Feststoffkubaturen der Seitenbäche wurden gemäss der "Empfehlung für die Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen" (GHO 1996) bestimmt.
Die für die Erarbeitung der Karte verwendeten Spitzenabflüsse und Feststofffrachten für ein 100-jährliches Ereignis am Kegelhals sind für die wichtigsten Bäche in untenstehender Tabelle aufgelistet (Berechnung der Abflüsse nach der Methode von Koella).
Für detaillierte wasserbauliche Konzepte, wie sie im Rahmen der Massnahmen weiter unten empfohlen werden, sind Abflüsse und Feststofffrachten für die fraglichen Stellen detaillierter zu bestimmen, als dies im Rahmen der Gefahrenkarte erfolgte. Die Werte von Abfluss und Feststofffracht in der untenstehenden Tabelle gelten für ein etwa 100-jährliches Ereignis und für die Stelle des Eintritts des Baches in den Siedlungsbereich.

Bach	Abfluss	Feststofffracht
Oeligraben	4 - 6 m3/s	1000 m3
Horngaben	2 - 3 m3/s	600 m3
Ryschegraben	5 - 7 m3/s	800 m3
Lieneggg raben	4 - 7 m3/s	1500 m3
Eggegraben	3 - 5 m3/s	500 m3
Mettlenbach	6 - 8 m3/s	500 m3

Tabelle 1: Spitzenabflüsse und Feststofffracht der wichtigsten Seitenbäche

Die Zuweisung der Gefahrenstufen erfolgte bei den Seitenbächen aufgrund der Abschätzung ihres Feststoffaufkommens und den davon abhängigen Ablagerungsszenarien im Feld.

Die Abgrenzung der Intensitätsklassen ergab sich anhand der folgenden Kriterien:
- Ablagerungsweiten aufgrund der Ausbruchsszenarien.
- Ablagerungsweiten und -mächtigkeiten aufgrund der Fracht sowie der Materialzusammensetzung des Murganges.
- Spuren im Gelände (Kegelrelief, Murzungen, Blockgrössen, alte Levées usw.).
- Längenprofil des Kegels: Grenze des eigentlichen Murkegels, Übergang zu einem eher konkaven Längenprofil (Ablagerung von primär ausgeschwemmtem Feinmaterial).
- Beurteilung des Einzugsgebietes auf signifikante Veränderungen, welche die Bedeutung der gefundenen Spuren relativieren können (z.B. Übergang zu einem relikten Kegel).
- Menschliche Eingriffe im Einzugsgebiet oder am Bach selbst (Schwellen, Dämme, Geschiebeablagerungsplätze usw.).
- Historische Ereignisse (Ereigniskataster).

Die Gefahrenstufen für Murgänge umfassen 'blau' und 'rot'. Mit 'gelb' wurden bei murfähigen Bächen diejenigen Flächen ausgeschieden, die nicht mehr primär durch Feststoffe überdeckt werden, sondern durch das frei werdende Wasser betroffen werden.

7.3.2 Prozessgefahrenkarte Murgang, Übersarung

Die Feststoffkubaturen und massgebenden Abflussspitzen aller nachfolgend aufgeführten Gerinne sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die aus den dargelegten Betrachtungen resultierenden Gefährdungsbilder wurden in die Gefahrenstufen umgesetzt und sind planlich in der Prozessgefahrenkarte Wassergefahren Überflutung / Übersarung / Murgang dargestellt (Beilage 6).

Die Prozesse sind wie folgt indiziert: U = Überschwemmung, einschliesslich austretendes Wasser aus Murablagerungen, E = Erosion, M = Murgang. Die Zahl entspricht dem Feld der Gefahrenstufen.

Dornerebächli
Aufgrund der generell kleinen Durchlässe sind Bachausbrüche an verschiedenen Stellen möglich. Der Bach führt aufgrund seines sehr kleinen Einzugsgebietes nur wenig Wasser (lediglich geringe Intensitäten möglich), kann aber potentiell grössere Flächen bis hinunter zum Spital benetzen (U3). Das Wasser kann entlang des Fahrweges *Hindere Rain – Wattenwil* fliessen und sich südlich der markanten Geländenase oberhalb des Spitals gegen das Dorf hinunter ausbreiten (U2). Im ungünstigen Falle fliesst Wasser bis Richtung *Aftermoos.*

Die Beurteilung erfolgt mit den Gefahrenstufen U2, U3.

Sagibächli / Öligrabe
Es bestehen verschiedene potenzielle Ausbruchstellen. Der Graben ist abschnittsweise murfähig. Die oberste Ausbruchstelle befindet sich im *Allmit* (U1). Die nächst untere Ausbruchsstelle befindet sich bei Parzelle 968; ein Ausbruch kann hier zu einer Überschwemmung des Gebietes *Höheschür* führen. Die Wahrscheinlichkeit eines Ausbruchs wird als gering eingestuft.
Unmittelbar vor der Strassenkreuzung im *Grundbach* (Pt. 885 m.ü.M.), Parzelle 1296, wirkt das bestehende Holzgebäude als Hindernis. Ein Überfluten der Strasse wird oberhalb Parzelle 744 aufgrund des Terrainhöhenunterschiedes verunmöglicht. Gefährdet sind die Liegenschaften auf Parzelle 747 und 743, links der Strasse (U2).
Bei der Strassengabelung bei Parzelle 1716 kann das Wasser sowohl in Richtung Pt. 881 m.ü.M. als auch in Richtung Pt. 857 m.ü.M. abfliessen. In Richtung Pt. 857 m.ü.M. wird die

Strasse überschwemmt sowie auch geringfügig die südlich davon gelegenen Landwirtschaftsflächen (U1). Unterhalb der Strassenkreuzung bei Pt. 857 m.ü.M. eröffnen sich drei mögliche Fliesswege, bei denen sowohl die Prozessintensität (beschränkte Wasser- und Feststoffmenge) als auch die Auftretenswahrscheinlichkeit sehr klein ist (U1):

- Entlang dem Fahrweg nördlich des Weihers *Schür*: betroffen ist das Gebiet des *Vorderen Rains* bis hinunter ins Dorf Wattenwil.
- In der Geländedepression des *Horngrabens* in Richtung *Gibel* (vgl. Horngraben).
- Entlang der Strasse *Grundbach – Wattenwil*: aufgrund der leicht bergwärts geneigten Strasse kann das Wasser bis in das Gebiet *Widimatt – Huepel* fliessen.

Aufgrund der Topographie bleiben die Gebäude der Parzellen 255 und 1501 sowie ein grosser Teil der Parzelle 992 trocken.
Ein Geländevorsprung südlich Pt. 857 m.ü.M. bewirkt, dass die Scheune auf Parzelle 1094 ausserhalb des Gefahrenbereichs liegt.
Fliesst das Wasser bei der oben genannten Strassengabelung nach Norden in Richtung Pt. 881 m.ü.M., wird die dortige Parzelle eingestaut (U5). Beim anschliessenden Durchlass kann das Wasser nun entlang der Strasse (U2) wie auch rechtsseitig von der Strasse weg zur Käserei im *Grundbach* hin fliessen (U5).
Im eigentlichen *Öligraben* unterhalb der Käserei dient der Fahrweg nach *Rohrmoos – Wattenwil* als mögliches Abflussgerinne. Unterhalb Pt. 717 m.ü.M. fliesst das Wasser in das Gerinne des *Guggehürlibächlis*. Im *Öligraben* ist vor allem mit Böschungserosion zu rechnen, wobei diese nur stellenweise grössere Ausmasse annimmt (E2). Im Bach befinden sich alte Blockmauersperren aus Mitte der 70er Jahre, welche 2 - 4 m hoch sind und eine namhafte Tiefenerosion verhindern. Die Sperren wirken als Ablagerungsfläche für Feststoffe (geschätztes Retentionsvolumen: 500 - 1000 m^3), so dass im Dorfkern bei einem Grossereignis weniger als 1000 m^3 Material zur Ablagerung kommen können.
Der *Öligraben* zeigt ein Ausbruchspotential oberhalb der Strassenbrücke nach *Rohrmoos*. Aufgrund des niedrigen Gefälles wird hier Geschiebe akkumuliert (M5), was zu Erhöhung der Bachsohle führt. Das Wasser fliesst konzentriert entlang der Hauptstrasse in Richtung Dorfzentrum (U5). Verschiedene Haus- und Gartenmauern verhindern eine flächenhafte Ausbreitung des Wassers von der Strasse weg.
Weiter unten bestehen weitere Ausbruchsmöglichkeiten, insbesondere beim Pfarrhaus. Je nach Intensität kann das Wasser den gesamten Dorfbereich durchfliessen und jede Parzelle betreffen. Ein Abfliessen des Wassers oberhalb des Gemeindehauses auf der Strasse in Richtung *Salzhus* ist mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit möglich. Das Gebiet *Salzhus* selbst wird unter ungünstigen Bedingungen sowohl durch das Wasser des *Öligrabens* als auch durch dasjenige des *Horngrabens* überschwemmt. Die Wassertiefe beträgt rund 1 m (U4).
Im nördlichen Dorfteil fliesst das Wasser des *Öligrabens* im ungünstigsten Fall bis hinunter ins *Aftermoos*. Die verschiedenen Querstrassen bewirken Verklausungen, Ausbrüche und Rückstaueffekte (U5). Unterhalb der Kantonsstrasse *Wattenwil – Burgistein* sind die möglichen Fliesswege die Kantonsstrasse selbst sowie die Fahrstrassen in Richtung *Aftermoos*. Erhebliche Wassertiefen werden in der Geländedepression nördlich des Sportplatzes (U5) sowie im *Aftermoos* (U5) erreicht.

Die Beurteilung erfolgt mit den Gefahrenstufen M5, U5, U4, U2, U1.

Guggenhürlibächli
Unterhalb der Strasse ist der Bach teilweise eingedolt. Es sind geringfügige Überschwemmungen möglich.

Die Beurteilung erfolgt mit der Gefahrenstufe U2.

Gruebebächli / Horngrabe
Das *Gruebebächli* fliesst unterhalb *Grundbach* in den *Horngrabe.* Der *Horngrabe* selbst ist zu einem grossen Teil verbaut.
Ausbrüche ohne flächenhafte Auswirkungen sind bis hinunter zu Pt. 615 m.ü.M. möglich. Eine Ausnahme bildet die Strassenquerung *Wattenwil – Grundbach* auf Kote 715 m.ü.M. beim Feuerwehrweiher, welcher als Geschiebesammler wirkt. Unterhalb Pt. 715 m.ü.M. fliesst das Wasser in einem kleinen Kanal von ca. ¾ m^2 Durchmesser. Teile der neueren Siedlungsgebiete östlich von Pt. 602 m.ü.M. werden bei einem Hochwasser eingestaut (U5). Trotz des Feuerweihers kann Feststoffmaterial bis zur Parzelle 154 gelangen.
Der mit etwa 2 m^2 Querschnittsfläche zu klein bemessene Brückendurchlass bei der Strasse *Wattenwil – Grundbach* lässt ein Hochwasser vorwiegend nach links in Richtung *Vordere Rain* austreten. Bei *Gibel* fliesst das Wasser zurück ins Gerinne (U2). Je nach Intensität kann das Wasser ebenfalls auf der Strasse in Richtung *Wattenwil* abfliessen; ein Ausbruch in Richtung der Überbauung ist an mehreren Orten möglich (U1).
Unterhalb *Salzhus* ist der *Horngrabe* eingedolt.

Die Beurteilung erfolgt mit den Gefahrenstufen U5, U2, U1.

Vögelihusbächli
Das *Vögelihusbächli* ist ein sehr kleines, teilweise eingedoltes Bächlein mit geringem Gefährdungspotential.

Die Beurteilung erfolgt mit der Gefahrenstufe U2.

Rüdlibächli
Im Bereich *Hof* sind infolge zu kleiner Strassendurchlässe Ausbrüche zu erwarten. Aufgrund des kleinen Einzugsgebietes und der daraus abgeleiteten geringen Wasserführung nehmen diese jedoch keine grossen Ausmasse an (U2). Von einem Ausbruch betroffen ist vorwiegend der Hof nördlich Pt. 654 m.ü.M. unterhalb *Rüedli* (U2).
In östlicher Richtung fliesst das Wasser nach einem Ausbruch zum Friedhof hin. Ein Teil des Friedhofs wird aufgrund der erhöhten Friedhofsmauern jedoch nicht überschwemmt. Unterhalb des Friedhofs kann Wasser bis *Salzhus* und Schulhaus gelangen (U4).

Die Beurteilung erfolgt mit den Gefahrenstufen U4, U2.

Ryschegrabe
Der *Ryschegrabe* besteht oben aus zwei Teileinzugsgebieten: dem *Lidibouchgrabe* und dem *Tubeschwandgrabe.* Der *Lidibouchgrabe* ist mit Holzsperren verbaut und führt nur wenig Wasser. Geschiebeeinträge sind im obersten Waldbereich möglich.
Bei einem Ausbruch des *Lidibouchgrabe* ist das Gebäude auf Parzelle 804 (westlich Pt. 682 m.ü.M.) betroffen (U5). Ab hier kann das Wasser sowohl in den Bach zurück als auch entlang der Strasse in Richtung Norden fliessen und dabei sämtliche Flächen östlich der Strasse bis gegen den Friedhof überschwemmen (U2).
Zwischen Kote 630 m.ü.M. und 700 m.ü.M. können im *Ryschegrabe* als Folge der zu kleinen Brückendurchlässe mehrere Ausbrüche erfolgen. Dies führt in Gerinnenähe zu höheren Intensitäten (U5). Das übrige betroffene Gebiet wird weniger stark tangiert (U2). Der

Durchflussquerschnitt des Brückendurchlasses bei Pt. 637 m.ü.M. genügt nicht. Hier sind Ausbrüche in Richtung *Gmeis* und Richtung der Strasse nach Norden möglich. Eine Ausbreitung des Wassers bis in den Siedlungsbereich südlich des Schulhauses ist möglich (U2).
Ein weiterer Ausbruch aufgrund eines zu kleinen Brückendurchlasses ist 100 m nördlich von Pt. 618 m.ü.M. zu erwarten. Dies kann die Häuser östlich *Äbnit* unter Wasser setzen (U5).
Im Kanal unterhalb 605 m.ü.M. bestehen bei jedem Brückendurchlass Ausbruchsmöglichkeiten, wobei die Intensität als gering eingestuft wird (U2).

Die Beurteilung erfolgt mit den Gefahrenstufen U5, U2.

Lienegggrabe
Der *Lienegggraben* gehört in Bezug auf Wasserführung und Feststofftransport zu den grösseren Gräben im Untersuchungsperimeter. Er ist abschnittsweise murfähig. Grössere Gesteinsblöcke im gesamten Gerinne weisen auf einen hohen Feststofftransport hin.
Beim Brückendurchlass der Strasse nach der *unteren Allmit* (Pt. 663 m.ü.M.) kann der Bach ausbrechen, wobei vor allem die Parzellen Nr. 963, 964, 1447 und 1673 (das Gebäude dürfte nur am Rande betroffen sein) überführt werden. Hier ist auch mit Feststoffablagerungen zu rechnen (M5).
Der Bach fliesst der Strasse entlang ins Zentrum von *Gmeis* (U5) und verteilt sich dann Richtung Osten gegen den *Eggegrabe* hin. Wenn der *Eggegrabe* selbst bereits Hochwasser führt und sein rechtes Ufer überschwemmt, ist es möglich, dass auch Wasser aus dem *Lienegggraben* dahin gelangt.
Der *Lienegggraben* vereinigt sich mit dem *Ryschegraben* zwischen *Gmeis* und *Stockere*. Die unterhalb dieser Stelle auftretenden Gefährdungen sind im Abschnitt *"Ryschegraben"* beschrieben.

Die Beurteilung erfolgt mit den Gefahrenstufen M5, U5, U2.

Eggegrabe
Die oberste, potenzielle Ausbruchstelle des *Eggegrabe* liegt unmittelbar beim Eintritt in den Perimeter bei *Chüenzischwand* (U5). Von einem Ausbruch betroffen ist das südlichste der bestehenden Gebäude. Der Feststoffanteil ist gering (kleiner Waldbach mit geringem Gefälle). Flächige Überschwemmung ist aufgrund des Geländes nicht möglich.
Bei der unteren Bachquerung des Fahrweges bei *Chüenzischwand* kann der Bach in Richtung Süden austreten und fliesst dabei entlang des Fahrweges auf die Weide und in Richtung *Chüeschatte* (U2). Ein ähnlicher Ablauf zeigt sich bei der Wegquerung auf Kote 855 m.ü.M.: das Wasser des *Eggegrabe* tritt orographisch rechts aus und fliesst parallel zum Graben in einer alten Rinne. Im Gerinne des *Eggegrabe* erodiert der Bach die Böschung (E2).
Bei einem Ausbruch unterhalb der Fahrwegquerung auf 770 m.ü.M. in Richtung *Schwand* fliesst Wasser zurück in den Bach (U2) und kann sich gleichzeitig entlang des Fahrweges *Schwand-Mettliegge* ausbreiten (U1).
Beim Brückendurchlass auf 730 m.ü.M. sind die folgenden vier Ausbruchsmöglichkeiten denkbar:

- Ausbruch nach Norden entlang der Strasse nach *Gmeis* (U2).
- Überflutung der linksseitigen Weide mit Rückfluss in den Bach (U5).
- Ausbruch in die Geländesenke (altes Bachbett) und bis gegen den *Mettliboden* (U5).
- Abfluss entlang des Fahrweges Richtung Süden gegen den *Mettliboden* hin (U1).

Ab *Mettliegge* ist der *Eggegrabe* kanalisiert.
Unterhalb des Geschiebeablagerungsplatzes kann der Bach nach *Mettlimatten* fliessen (U1).

Die Beurteilung erfolgt mit den Gefahrenstufen U5, E2, U2, U1.

Mettlibach
Der *Mettlibach* ist im Oberlauf verbaut. Die oberste Ausbruchsstelle befindet sich beim Waldweg auf 810 m.ü.M. Mit geringer Wahrscheinlichkeit fliesst das Wasser entlang des Weges und Richtung *Heubode* (U1).
Ein grösserer linksseitiger Ausbruch ist beim Brückendurchlass der Strasse Richtung *Weiermoos* zu erwarten (U2). Bedingt durch einzelne Trockenrinnen des Gürbeschuttfächers wird das Wasser konzentriert in solchen abfliessen (U5). Wo das Wasser aus den Trockengerinnen ausbrechen kann, wird es sich rasch verteilen und deshalb an Fliesshöhe und -geschwindigkeit verlieren (U2). Dies ist beispielsweise auf 695 m.ü.M. der Fall, wo das Wasser orographisch rechts ausbrechen und entlang dem Fussweg in die *Vordersti Witi* fliessen kann. Links des Waldes fliesst das Wasser der Strasse entlang in Richtung Schiessstand, wo es dann aufgrund der Geländeneigung dem *Mettlibode* und *Mettliegge* zuströmt (U2).
Eine weitere Ausbruchsstelle befindet sich beim Schiessstand. Hier kann Wasser über die Felder südlich von *Mettlen* bis gegen die Gürbedämme hin fliessen (U2).
In *Mettlen* kann der Bach bei den verschiedenen Brückendurchlässen ausbrechen. Von einem Ausbruch betroffen sind rechts die Parzellen 568, 1939 bis zum nördlichen Teil der Parzelle 423; auf der linken Seite die Parzelle 1537 (U5). Unterhalb der Kreuzung der Kantonsstrasse *Blumenstein – Wattenwil* fliesst das Wasser entlang der Strasse Richtung *Mettligass* (U2).
Eine weitere Ausbruchsmöglichkeit entlang des *Mettlikanals* ergibt sich unterhalb der Fahrwegkreuzung bei Parzelle1627. Hiervon betroffen sind die Parzellen 1878 und 2071 (U5). Das Wasser kann sich hier ebenfalls in Richtung Norden gegen das *Breitmoos* hin verteilen (U2).

Die Beurteilung erfolgt mit den Gefahrenstufen U5, U2.

Weiermoos
Die beiden möglichen Bachausbrüche bei den Brückendurchlässen verursachen keine nennenswerten Schäden (U2).

Die Beurteilung erfolgt mit der Gefahrenstufe U2.

7.4 Überflutungen durch die Talflüsse

Im folgenden Kapitel werden die Gewässer *Gürbe* und *Fallbach* separat behandelt, da sich die Methodik für Talflüsse wesentlich von derjenigen der Bäche im Steilbereich unterscheidet.

7.4.1 Methodik

In einem ersten Schritt wurde ein DTM über den voraussichtlichen Überflutungsperimeter erstellt. Für die Gürbe und den Fallbach wurden danach die Ausbruchsszenarien erarbeitet und die Wahrscheinlichkeit für diese Szenarien bestimmt.
Anschliessend wurden die so bestimmten Ausbruchswassermengen an den verschiedenen Stellen in ein 2D-Programm zur Überflutungssimulation eingegeben und Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten bestimmt. Nach einer Verifizierung im Feld wurden die Gefahrenstufen gemäss Bundesempfehlung festgelegt.

7.4.2 Digitales Geländemodell

Als Grundlage für die numerische Simulation der Überflutung diente ein digitales Geländemodell. Es wurde von der Firma FLOTRON, Meiringen, aufgrund bereits vorhandener Luftbilder erstellt. Insgesamt wurden rund 21'000 Geländepunkte ins Modell integriert und diese mit ca. 2000 Bruchkanten ergänzt.
Der Perimeter für die photogrammetrische Auswertung wurde vorgängig im Feld ausgeschieden, so dass Bereiche des Tales, welche unter keinen Umständen von einer Überflutung betroffen sind, weggelassen werden konnten. Brücken wurden im DTM weggelassen und der Boden darunter modelliert. Nicht sichtbare Gebäudevorplätze wurden bis an die Gebäudegrenze verlängert.
Die Genauigkeit der Einzelpunkte beträgt ca. +/-0.2 m.

7.4.3 Schwachstellenanalyse und Szenarienbildung

Gürbe

Das Vorgehen und die detaillierten Berechnungen zur Szenarienbildung sind in einem separaten Bericht verfasst und werden hier nicht wiederholt (Zwischenbericht über die massgebenden Gefährdungsszenarien durch die Gürbe, Staubli, Kurath & Partner AG, Bern, Dezember 2000, Bericht Nr. 1457.01). Dieser Bericht ist Bestandteil des vorliegenden Dossiers.

Fallbach

Der *Fallbach* erreicht *Wattenwil* von *Blumenstein* her über Gemeindegebiet der Gemeinde *Forst*. Im Sommer 2000 wurde die Gefahrenkarte *Blumenstein* erarbeitet. Dabei zeigte sich, dass das Gerinne des *Fallbachs* bei einem hundertjährlichen Hochwasser ungenügend ausgebaut ist und mindestens 2/3 des Abflusses neben dem Gerinne über die Gemeindegrenze nach *Forst* fliessen. Im Rahmen der Bearbeitung der Gemeinde *Wattenwil* wurden diese Angaben übernommen und die Fliesswege des *Fallbachs* im Feld bestimmt. Ausserdem wurden die Querprofile und ein Höhenkurvenplan dieses Bereiches analysiert und die abführbaren Wassermengen bestimmt. Dies führt zu folgendem Resultat:
Zunächst fliesst das in *Blumenstein* ausgetretene Wasser des *Fallbachs* durch das bewaldete Gebiet *Längmoos*, das zur Gemeinde *Forst* gehört. Nach Zusammentreffen mit der Strasse *Forstsäge – Forst* wird es in Richtung Sägerei gelenkt und kann die dortigen Gebäude teilweise beeinträchtigen. Das Gelände hat jedoch insgesamt ein Quergefälle Richtung *Gürbe*, so dass das Wasser ins Gerinne zurückfliesst.
Zwischen der Sägerei und dem Zusammenfluss mit der *Gürbe* drängt das Gelände das Wasser noch vermehrt in Richtung *Fallbach/Gürbe*. Wieviel Wasser in die *Gürbe* zurückfliessen kann, hängt von der Wasserführung der *Gürbe* ab. Bei niedrigem Pegel kann das Wasser zurückfliessen. Bei hohem Wasserspiegel in der *Gürbe* hingegen verbleibt ca. 1/3 – 1/2 des Abflusses ausserhalb des Gerinnes. Die Eintretenswahrscheinlichkeit des letzteren, ungünstigen Prozessablaufes liegt bei 100-300 Jahren.

Für die 100- bis 300-jährlichen Ereignisse wurden daher in Rahmen der Überflutungsberechnung dem Geländemodell noch weitere 20 m^3/s Wasser aus dem *Fallbach* zugeführt.

7.4.4 Hydraulisches Modell

Technische Grundlagen

Für die Überflutungssimulation wurden das Programm 'Telemac' sowie verschiedene Preprozessoren verwendet. Das Programm simuliert die Überflutung aufgrund der tiefengemittelten Flachwassergleichungen. Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten werden dabei direkt auf dem Dreiecksgitter der Geländedaten gerechnet. Dafür ist es aus hydraulischen Gesichtspunkten notwendig, das Gitter so zu erstellen, dass Geländekanten ausreichend detailliert abgebildet werden.
Weiter wurden die Gebäude modelliert, da diese innerhalb der Siedlung einen grossen Einfluss auf die Fliesswege haben. An jedem Rand des Modells, auch bei Rückflüssen ins Gerinne, mussten schliesslich die Fliessbedingungen lokal definiert werden.

Berechnete Szenarien

Die Simulation wurde in 4 Szenarien aufgeteilt (vgl. Bericht SK& Nr. 1457.01):

- Szenario 1: kumulierte Ausbrüche mit mittlerer Häufigkeit (30-100 Jahre)
- Szenario 2: kumulierte Ausbrüche mit seltener Häufigkeit (100-300 Jahre)
- Szenario 3: Auswirkungen einer Verklausung der *Erlenhofbrücke*
- Szenario 4: Auswirkungen einer Verklausung der *Wattenwilbrücke*

Damit sind die Auswirkungen der möglichen Brückenverklausungen separat ersichtlich. Dies ist v.a. dann von Belang, wenn die Brücken saniert werden (Szenarien 3 und 4 entfallen), aber auch für die Notfallintervention.

7.4.5 Prozessgefahrenkarte Überflutung

Fliesswege

Tritt Wasser aus der *Gürbe* aus, so bilden sich rasch zwei Hauptfliesswege heraus:

- Linksseitig der *Gürbe*, also beim Dorf *Wattenwil*, fliesst der Hauptstrom entlang der Gemeindestrasse zur Sägerei und von dort ins Zentrum. Weiter fliesst das Wasser über den Sportplatz und anschliessend wieder vermehrt entlang der *Gürbe*.
- Rechtsseitig zeigt sich ein alter Gürbelauf: das Wasser sammelt sich im *Chriegsried* und fliesst dann geradewegs auf die *Kreuzung Gurzelenmatt* zu, wobei die dortige Siedlung stark betroffen wird. Die gürbenahen Siedlungen (z.B. *Mühlematt*) sind etwas günstiger gelegen. Nach der Kreuzung läuft das Wasser links und rechts der Kantonsstrasse entlang in Richtung *Gürbmättli* und BKW-Unterwerk. Erst in der *Gougglere* fliesst etwas Wasser in die Gürbe zurück.

Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten

Die erreichten Wassertiefen sind im allgemeinen eher niedrig und betragen auch für seltene Ereignisse nur in Gräben und Senken mehr als 1.5 m. Über weite Flächen werden Wassertiefen unter 0.5 m erreicht. Hingegen werden verhältnismässig hohe Fliessgeschwindigkeiten beobachtet. Namentlich auf der rechten Gürbeseite zieht das Wasser stark, v.a. im Bereich *Kreuzung Gurzelenmatt*. Hier sind Geschwindigkeiten von 2-3 m verbreitet.
Dieser Umstand stellt besondere Anforderungen an die Wehrdienste, da die Zugänglichkeit stark eingeschränkt wird.

Gefahrenstufen

Die Gefahrenstufen ergeben sich gemäss Bundesempfehlung aus der Kombination von Wassertiefen (h) und Fliessgeschwindigkeiten (v).

Intensitätsklasse	Kriterien
stark	Wassertiefe h >2 m oder Tiefe h x Geschwindigkeit v >2 m^2/s (z.B. h = 1 m, v grösser 2 m/s)
mittel	Wassertiefe h 0.5 bis 2 m und / oder Tiefe h x Geschwindigkeit v 0.5 bis 2 m^2/s (z.B. h = 0.5 m, v grösser 1 m/s)
schwach	Wassertiefe h < 0.5 m und Tiefe h x Geschwindigkeit v < 0.5 m^2/s (z.B. h = 0.3 m, v kleiner 1 m/s)

In *Wattenwil* wurde für die Wahl der blauen Gefahrenstufe meist das Kriterium der Geschwindigkeit massgebend, während die Wassertiefen über weite Strecken gering sind.

Es ergeben sich ausgedehnte blaue Gefahrenbereiche in den Hauptfliesswegen, gelbe Bereiche an den Rändern. Einige rote 'Flecken' ergeben sich ebenfalls aus dem Kriterium der Geschwindigkeit, insbesondere im *Chriegsried* und auf der *Kreuzung Gurzelenmatt*, sehr lokal auch im Dorf (Verengung des Flusses auf der Strasse).
Es sind keine grossflächig roten Bereiche festzustellen. Auch gelangen keine Wohnhäuser vollumfänglich in einen roten Bereich. Hingegen sind der Kreisel im Dorfzentrum und die angrenzenden Häuser sowie der Gewerbebetrieb neben der *Wattenwilbrücke* kritische Zonen für den Aufenthalt von Personen.

8 Numerisierung, Kartendarstellung

8.1 Grundlagen

Die Karten wurden von Hand auf dem kantonalen Übersichtsplan, Massstab 1:5'000, getrennt nach Gefahrenprozess, dargestellt. Die Datenaufarbeitung erfolgte mit dem GIS-System Topobase der Firma C-Plan auf der Basis von Auto-CAD.

8.2 Numerisierung

In einem ersten Schritt sind sämtliche Prozesse digitalisiert und ebenenweise im Auto-CAD erfasst worden. Ebenso wie die Prozesse sind auch die 4 Gefährdungsstufen (gelb, blau, rot, gelb-weiss) je einer Ebene zugeordnet worden. Zusammen mit der Textebene ergeben sich damit total 20 unabhängige Datenebenen.

Die Gefahrenkarten sind als dwg-Files gespeichert.

8.3 Datenausgabe

Die verschiedenen Gefahrenstufen der einzelnen Prozesse wurden mit dem digitalen Übersichtsplan UP5 des Kantons Bern sowie den Grundstücksgrenzen überlagert und im Massstab 1:5'000 geplottet. Zur besseren Lesbarkeit sind die Übersichtsplandaten grau, die Grundstücksgrenzen schwarz dargestellt.
Neben den einzelnen Gefahrenkarten (1 pro Prozess) ist auch eine synoptische Karte erstellt worden, bei der sämtliche Prozesse überlagert sind.

Die numerische Datenabgabe an den Kanton erfolgt via dwg-File, möglich wäre auch die Generierung eines Interlis-Files mit dem entsprechenden Datenbeschrieb.

8.4 Synoptische Gefahrenkarte 1:5'000 Dauersiedlungsgebiet - Perimeter A (mit Teilen von Perimeter B)

In Beilage 4 ist die kartographische Umsetzung der Gefahrenstufen für das Dauersiedlungsgebiet und die angrenzenden Einzelsiedlungen dargestellt. Häufig besteht eine lokale Überlagerung durch mehrere Gefahrenprozesse. Massgebend ist in diesem Falle jeweils die höchste Gefahrenstufe. Die Umhüllende des Wirkungsbereichs des jeweiligen Gefahrenprozesses ist mit einer Strichsignatur ergänzt.

8.5 Plausibilisierung Gefahrenhinweiskarte GHK 1:25'000 im übrigen bewirtschafteten Gemeindegebiet - Perimeter B

8.5.1 Grundsätzliches

Wie bereits im Kapitel Perimeterabgrenzung dargelegt, wurde der hinsichtlich Schadenpotential sensitive Teil des Perimeters B in die Detailbearbeitung des Perimeters A integriert. Im Rahmen der Feldarbeiten wurde die Gefahrenhinweiskarte 1:25'000 für den restlichen Perimert B plausibilisiert. Untenstehend sind dabei festgestellte Erkenntnisse und Differenzen zur Felderhebung prozessweise kommentiert.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Gefahrenhinweiskarte 1:25'000 für das Gemeindegebiet Wattenwil gut zutrifft und als Arbeitsinstrument, unter Beachtung der nachfolgenden Ergänzungen, auf Stufe Hinweiskarte eingesetzt werden kann.

8.5.2 Rutschung, Sackung

- Der nördliche Rand der Rutschung *Widimatt* verläuft weiter nördlich als für die GHK modelliert entlang dem *Rüdlibächli*. Die Verflachung um Pt. 795 m.ü.M. ist stabil.
- Die Oberkante der Rutschung *Rohrmoos* befindet sich auf Kote 885 m.ü.M. Die seitliche Begrenzung weitet sich im Unterteil mehr aus, als dies aus der GHK hervorgeht.

8.5.3 Steinschlag, Bergsturz

- Die für die GHK modellierten Steinschlaggebiete sind korrekt.

8.5.4 Murgang, Übersarung

- Die Überflutungsgrenze *Widimatt-Stockeren* des *Ryschegrabens* aufgrund des Geländeverlaufes ist nicht plausibel.
- Nördlich des *Mettlieggens* ist eine grosse Fläche bei *Mettlimatten* nicht als Überflutungszone ausgeschieden. Der *Eggegrabe* kann hier das Gebiet überfluten.
- Eine Überflutung durch den *Horngrabe* und das *Rüdlibächli* ist nicht dargestellt.

8.6 Gefahrenhinweiskarte 1:25'000 übriges Gemeindegebiet - Perimeter C

Die vorliegende Gefahrenhinweiskarte ist eine Übersichtskarte, die Hinweise auf mögliche Gefahren umfasst. Es wurde keine Detailanalyse und Bewertung der jeweiligen Gefahren durchgeführt.

9 Empfehlungen, Massnahmen

Die vorliegenden Gefahrenbeurteilungen bilden die Grundlage für die Risikobewertung, welche von der zuständigen Behörde durchgeführt werden muss. Diese hat auch die Frage der Akzeptanz des vorhandenen Risikos zu klären und, sofern als notwendig erachtet, mögliche Massnahmen zur Reduktion desselben festzulegen. Nachfolgend sind einige technische Empfehlungen zusammengestellt:

9.1 Grundsätzliches

Das Rutschgebiet *Leimbruch – Tiefengraben* ist Gegenstand eines laufenden Überwachungsprogramms (Integralprojekt Gürbe). **Um eine Bedrohung für den Siedlungsraum zu minimieren, sind die laufenden Überwachungsprogramme zwingend weiterzuführen.** Mit der vorliegenden Gefahrenkarte ist die Grundlage für eine Beurteilung der Seitenbäche geschaffen. Das Projekt 'Seitenbäche', das auf dem Integralprojekt Gürbe aufbaut, ist voranzutreiben.

9.2 Steinschlag, Felssturz

Im Untersuchungsperimeter A konnten Schutzdefizite bei der Kantonsstrasse *Wattenwil-Burgistein* zwischen *Engi* und *Stützli* ausgemacht werden.
Es ergeben sich die folgenden Empfehlungen:

- Signalisation Steinschlag auf der Kantonsstrasse in Richtung *Burgistein* bei *Stützli*, Kote 630 m.ü.M., eingangs Waldstück sowie in der Gegenrichtung oberhalb des genannten Waldstücks.
- Signalisation Steinschlag auf der Kantonsstrasse in Richtung *Burgistein* bei *Engi* (Parzelle 2131), Kote 640 m.ü.M., unterhalb des Waldstück sowie in der Gegenrichtung oberhalb des genannten Waldstücks.

9.3 Rutschgebiete

Es ergeben sich folgende generelle Empfehlungen:

- Massgebend für die Stabilität der Rutschzonen ist primär der Wasserhaushalt im Rutschkörper. Vorhandene Drainagen, Entwässerungsgräben, etc. sollten deshalb systematisch gewartet und instand gehalten werden.
- Für die Erstellung von Gebäuden in Rutschgebieten sind spezielle Vorkehrungen zu treffen. Es sind dies beispielsweise Plattenfundationen, Einhalten des Gleichgewichtes zwischen Aushubmasse und aufzubringender Last, etc. Wir verweisen dazu auf die Publikation Richtlinie Objektschutz gegen Naturgefahren, Gebäudeversicherung des Kantons St. Gallen vom Juli 1999. Wir empfehlen der Gemeinde, die Bauherren entsprechend zu informieren.
- Bei unklaren Baugrundverhältnissen in Rutschzonen ist eine geologisch-geotechnische Beurteilung des Bauvorhabens durchzuführen.

9.4 Bachverbauungen

Als Grundlage für wasserbauliche Vorhaben sollte eine vertiefte Hochwasserberechnung durchgeführt werden. Ebenso sollten detailliertere Geschiebeberechnungen, als es im Rahmen einer Gefahrenkarte möglich ist, durchgeführt werden. Dies gilt v.a. für die

grösseren Bäche wie den *Öligraben,* den *Ryschegraben,* den *Lienegggraben,* den *Eggegraben und* den *Mettligraben.*
Die in der Folge beschriebenen Massnahmen konzentrieren sich auf einfache Eingriffe, mit welchen die Gefährdung im Perimeter herabgesetzt werden kann. Wegen der Interaktion der Bäche und der Rutschprozesse ist es wichtig, das Ganze im Rahmen eines Gesamtkonzeptes durchzuführen.

Für die einzelnen Bäche werden die folgenden Massnahmen vorgeschlagen:

Dornerebächli
Aufheben der Eindolungen und Ausbau auf ein grösseres Durchflussprofil. Die Durchlässe sollten vergrössert werden.

Sagibächli / Oeligrabe
Beim Strassendurchlass der Parzelle 968 kann mit einem strassenseitigen Damm oder einer kleineren Aufschüttung eine Überschwemmung Richtung *Höheschür* weitgehend verhindert werden.
Bei Parzelle 1296 bei der Grundbachkreuzung ist zu prüfen, ob mit einer günstigeren Lenkung des Baches der Aufstau am Holzgebäude umgangen werden kann. Der Strassendurchlass ist zu vergrössern.

Guggenhürlibächli
Der Bach sollte ausgedolt und der Strassendurchlass vergrössert werden.

Horngrabe
Bei der Strasse sollte der Brückendurchlass auf mindestens dem doppelten Querschnitt vergrössert werden. Unterhalb des Feuerweihers sollte der Durchlass vergrössert werden. Die Becken sind regelmässig von Feststoffen zu leeren.

Rüdlibächli
Die Durchlässe sind zu vergrössern. Es ist ferner zu prüfen, ob die ungünstige Linienführung des Baches westlich der Parzellen 478 und 108 verbessert werden kann.

Ryschegrabe
Als Massnahme wird die Vergrösserung aller Brückendurchlässe bis ins Dorf Wattenwil empfohlen.

Lienegggrabe
Im Oberlauf ist das Bachbett von Wildholz möglichst frei zu halten. Die Brückendurchlässe sind zu vergrössern.

Eggegrabe
Die Durchlässe sollten vergrössert werden. Wichtig ist auch die regelmässige Räumung des Bachbettes von Wildholz. Beim Brückendurchlass südlich Pt. 730 m.ü.M. sollten zusammen mit dem Strassenbau Massnahmen diskutiert werden, die Ausbrüche in Richtung Süden verhindern (Gestaltung der Strassenkurve). Im *Mettliegge-Kanal* sind das Gerinne und der Geschiebeablagerungsplatz regelmässig zu räumen.
Für die Gebiete *Mettliegge* und *Stockere* sollte ebenfalls ein Gesamtkonzept erarbeitet werden.

Mettlenbach
Der Wald kann hier als Auffangraum für Wasser und Geschiebe dienen. Die Durchlässe am *Mettlenbach* sollten vergrössert werden.

9.5 Gürbe

Die kritischen Bereiche für Siedlung, Mensch und Sachwerte liegen durchwegs eher weit entfernt von den eigentlichen Schwachstellen am Gerinne. Zur Zeit werden im Rahmen des Wasserbauplans Massnahmen am Gerinne geplant. Solche werden deshalb nachfolgend ausgeklammert. Die Überflutungskarten dienen als wichtige Grundlage zur Beurteilung der Wirksamkeit solcher Massnahmen.
Eine besondere Schwachstelle bilden die Brückenprofile, welche ungenügend sind, namentlich die *Erlenhofbrücke* und die *Wattenwilbrücke.* Diese sollten unbedingt vergrössert werden und bis zu ihrer baulichen Sanierung ein besonderes Augenmerk der Wehrdienste finden.
Je besser das Gerinne oberhalb des Dorfes ausgebaut ist, desto grösser wird die Ausbruchswahrscheinlichkeit weiter unten an der *Gürbe*, da dort dann mehr Wasser abfliesst. Jede Kapazitätserweiterung am Gerinne erfordert also ein Abwägen der möglichen Schäden im oberen Teil gegen jene im unteren Gemeindegebiet.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient in Wattenwil die Notfallplanung. Durch rechtzeitiges Eingreifen an den Brücken, Absperrung von heiklen Bereichen, vorbereitete Evakuationen, Materialbereitstellung etc. können Personenschäden vermieden und Sachschäden vermindert werden. Ein detaillierter Einsatzplan für Krisenstab, Zivilschutz, Feuerwehr und Dritte (z.B. Bauunternehmen mit geeigneten Maschinen) nimmt zeitaufwendige Planungs- und Organisationsarbeit vorweg und bereitet die kritischen Entscheide vor.

Im folgenden sind die wesentlichsten kritischen Bereiche sowie mögliche Massnahmen aufgelistet:

Gefährdetes Objekt	Massnahme	einbeziehen in
Brücken		
Erlenhofbrücke	Baumaschineneinsatz mittelfristig Profil vergrössern	Notfallplanung
Wattenwilbrücke	Baumaschineneinsatz mittelfristig Profil vergrössern	Notfallplanung
Linke Gürbeseite		
Wohnhäuser Erlenhof bis Ey	Kapazitätsvergrösserung unterhalb Forstsäge Bereitstellung von Material zum Schutz von Kellerfenstern etc.	Wasserbauplan Notfallplanung
Winterdomizil Zirkus b. Sägerei	spezielle Gefährdung von Fahrnisbauten beachten	Notfallplanung Information
Dorf beim Kreisel	Kapazitätsvergrösserung unterhalb Forstsäge bis Wattenwilbrücke Bereitstellung von Material zum Schutz von Kellerfenstern etc. Evtl. Evakuationen einiger Häuser vorbereiten	Wasserbauplan Notfallplanung
Sportplatz	Räumung bei Hochwasser	Notfallplanung
Aftermoos bis Gemeindegrenze	raumplanerisch freihalten	Ortsplanung
Rechte Gürbeseite		
Chriegsried	raumplanerisch freihalten	Ortsplanung
Tankstelle neben Wattenwilbrücke	Abklärung unterirdischer Tanks	Notfallplanung

	(Auftriebsproblem) Information des Eigentümers	Information
Kreuzung Gurzelenmatt	Fliessweg planerisch freihalten Objektschutz Siedlung Kantonsstrasse sperren / Umleitung	Ortsplanung Lokale bauliche Massnahme Notfallplanung
Im Gsäng	raumplanerisch freihalten	Ortsplanung
Gürbmatt	raumplanerisch freihalten	Ortsplanung
BKW Unterwerk	Hinweis an BKW-FMB Stromversorgung sicherstellen	Notfallplanung Information
Allgemein		
Alle Wohngebäude im gelben Bereich	Eigentümern Hinweis auf mögliche geringe Betroffenheit geben (Inhalte der Keller prüfen, evtl. versichern)	Information der Bevölkerung
Wohngebäude im blauen Bereich	Auflagen bei Umbaugesuchen vorbereiten aufgrund Überflutungskarten	Baureglement

Mit Umsetzung dieser Massnahmen kann die Sicherheit der Bewohner von Wattenwil schon vor Ausführung der im Wasserbauplan vorgesehenen weiteren baulichen Massnahmen erheblich verbessert werden.

10 Schlussbemerkungen

Wir sind gerne bereit, die vorliegende Gefahrenbeurteilung im Detail zu erläutern und bei der Risikobewertung mitzuwirken.

Für die Planung und Realisierung eines Gesamtprojektes „Seitenbäche Wattenwil" stehen wir gerne zur Verfügung.

Ingenieurgemeinschaft Gefahrenkarte Wattenwil, Bern im Februar 2001

Anhang 1: Verwendete Unterlagen

Bundes- und Kantonsempfehlungen

- Merkblatt Gefahrengutachten auf Stufe Nutzungsplanung, KAWA Kt. Bern (2000).
- Umweltmaterialien Nr. 107/I und 107/II, Naturgefahren, Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren, Methode, Fallbeispiele und Daten, BUWAL (1999).
- Achtung Naturgefahr! Verantwortung des Kantons und der Gemeinden im Umgang mit Naturgefahren, KAWA Kt. Bern (1999).
- Richtlinie Objektschutz gegen Naturgefahren, Gebäudeversicherungsanstalt des Kantons St. Gallen (1999).
- Umweltmaterialien Nr 85, Naturgefahren, Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren, BUWAL (1998).
- Begriffsdefinitionen zu den Themen: Geomorphologie, Naturgefahren, Forstwesen, Sicherheit, Risiko, BUWAL (1998).
- Naturgefahren, Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, Empfehlungen des BUWAL, BWW und BRP (1997).
- Empfehlungen Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, BWW, BRP, BUWAL (1997).

Kataster

- Ereignisdokumentation Gemeinde Wattenwil, Situation 1 : 10'000, KAWA NaGef (2000).
- Zonenplan, Situation 1 : 5'000, Gemeinde Wattenwil (Ausgabe 1989).
- Gewässernetz des Kantons Bern GN5, Wattenwil, Situation 1 : 10'000, Tiefbauamt (2000).
- Gewässerkataster, Gemeinde Wattenwil, Tiefbauamt (1987) Stand 1990.

Verbauprojekte

- Integralprojekt Gürbe, Ergebnisse der Verschiebungsmessungen 1988 / Sommer 1989, Kellerhals und Häfeli (1989).
- Gürbe im Gebirge, Verschiebungsmessungen 1990/91, Kellerhals und Häfeli (1991).
- Generelle Sanierungsvarianten, Ingenieurgemeinschaft Integralprojekt Gürbe, Kellerhals und Häfeli (1991).
- Wasserbauplan Hohli-Forstsägebrücke / Strassenplan Neubau Blumensteinbrücke, Voruntersuchungen zur UVP, Schlussbericht, Infraconsult AG (1992).
- Rutsch Tiefengraben Wattenwil / Geotechnische Beurteilung Materialdepot im Gürbegraben, CSD (1987).
- Aufforstungs- und Verbauungsprojekt Schwändli 6. Sektion, Gemeinde Blumenstein, Kreisforstamt 19 (1988).
- Gebrauchswasserentnahmen aus Oberflächengewässer Gürbe, Fallbach, Toffenkanal, Müsche, Rümligenbächli, Mülibächli, Technischer Bericht, Wasser und Energie-wirtschaftsamt, Bern (1997).
- Überbauung „Kilchweg", Wattenwil, Bericht und Baugrundabklärungen, CSD (1995).
- Gürbe im Gebirge, Überwachung 1998/99, Kellerhals und Häfeli (2000).
- Rutschgebiet Meierisli, Reaktivierung 1999, Kellerhals und Häfeli (2000).
- Integralprojekt Gürbe im Gebirge, Lagebeurteilung 2000 vom 14.9.2000, Kellerhals und Häfeli.
- Die Hochwasser der Gürbe, Die Ueberflutungen unterhalb der Forstsäge beim Hochwasser vom 29.7.1990, Tiefbauamt, IHW (1998).
- Die Hochwaser der Gürbe, ergänzende Untersuchungen, Tiefbauamt, IHW (1998).
- Gemeinde Wattenwil, Broschüre der Gemeindeverwaltung 3665 Lauenen.
- Das Unwetter vom 29. Juli 1990 im Gantrisch-Gebiet, Geo7, Bern (1990).

Karten- und Planunterlagen, Luftbilder

- Gefahrenhinweiskarte des Kantons Bern 1:25'000, Steinschlag, Rutschungen und Dolinen, Blatt 1207 Thun, Amt für Wald, Abt. Naturgefahren, Wasser- und Energiewirtschaftsamt, Tiefbauamt; Bern (1997).
- Gefahrenhinweiskarte des Kantons Bern 1:25'000, Wildbach und Lawinen, Blatt 1207 Thun, Amt für Wald, Abt. Naturgefahren, Wasser- und Energiewirtschaftsamt, Tiefbauamt; Bern (1997).
- Landeskarte der Schweiz 1:25'000, Blatt 1207 Thun, Bundesamt für Landestopographie; Wabern (1993).
- Landeskarte der Schweiz 1:25'000, Blatt 1187 Guggisberg, Bundesamt für Landestopographie; Wabern (1993).
- Mappe der Gemeinde Wattenwil mit Perimeterplan, Übersichtsplan der Gewässer, Detailplan Beitragsklassen und Objektschutz mit Reglement der Schwellenkorporation.
- Gemeinde Wattenwil, Baureglement vom 17. Juni 1988, Stand 1994.
- Wattenwil. Flugbilder 1988, Photodokumentation.
- Geologische Karte Gürbelauf nach dem Hochwasser vom 29. Juli 1990, Kellerhals und Häfeli (1990).
- Geologisch-Geomorphologische Karte 1:5'000, Integralprojekt Gürbe, Tiefbauamt, Bern (1989).
- Gefahrenkarte, Situation 1:5'000, Integralprojekt Gürbe, Tiefbauamt, Bern (1989).
- Gewässernetz, Gewässerzustand, Pegel, Pluviographen und Verschiebungsmessprofile, Situation 1:5'000, Integralprojekt Gürbe, Tiefbauamt, Bern (1989).

Literatur

- Wildbach- und Hangverbau, A. Böll, Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, 343; Birmensdorf (1997).
- Naturgefahren in der Schweiz, D. Vischer, SIA 47, 4-8; Zürich, 20. November 1997; basierend auf: Nationales Forschungsprogramm "Klimaänderung und Naturgefahren" (Entwurf Schlussbericht NFP 31 1997).
- WEP, Unterprogramm FLAM, Modul Naturgefahren, Schlussbericht (1997)
- Schriftenreihe Umwelt Nr. 266, Wanderwege, Haftung für Unfälle auf Wanderwegen, BUWAL (1996).
- Gefüge-, Geomechanikanalyse und Gefahrenkarte, Berichtsvorlage CRSFA; Sion (1996).
- FAN, Herbstkurs 1996 Lenk, Kursunterlagen.
- Empfehlungen Symbolbaukasten zur Kartierung der Phänomene, Bundesamt für Wasserwirtschaft und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Bern (1995).
- Kreisschreiben Nr. 20, BUWAL, Eidg. Forstdirektion (1994).
- Bergsturz und Menschenleben, A. Heim; Zürich (1952).

Gefahrenarten		*Mass der möglichen Wirkung*	*starke Intensität*	*mittlere Intensität*	*schwache Intensität*
Lawinen	Fliesslawinen	Lawinendruck	P > 30 kN/m²	P > 3 kN/m²	—
	Staublawinen	Lawinendruck	P > 30 kN/m²	30 > P > 3 kN/m²	P < 3 kN/m²
	Eissturz ist je nach gegebenen Verhältnissen wie Steinschlag, Felssturz oder wie Lawinen zu behandeln.				
Sturzprozesse	Block- und Steinschlag	kinetische Energie (Translation+ Rotation)	E > 300 kJ	300 kJ > E > 10 kJ	E < 10 kJ
	Fels- und Bergsturz	kinetische Energie Masse und Volumen	E > 300 kJ	---	---
Hochwasser / Murgang	Überschwemmung (mit Übersarung und lokaler Erosion)	Überschwemmungshöhe (h) (Wasser + Feststoffe) und Fliessgeschwindigkeit (v)	h > 2 m oder v x h > 2 m²/s	2 m > h > 0.5 m oder 2 m²/s > v x h > 0.5 m²/s	h < 0.5 m oder v x h < 0.5 m²/s
	Ufererosion (Böschungs- und Flankenerosion an Gerinnen)	Mittlere Mächtigkeit (d) der beim einzelnen Ereignis an der Böschung erwarteten Abtragung (gemessen senkrecht zur Böschungsoberfläche)	d > 2 m	2 m > d > 0.5 m	d < 0.5 m
	Übermurung	Geschwindigkeit und Mächtigkeit (h) der fliessenden Massen	h > 1 m und v > 1 m/s	h < 1 m oder v < 1 m/s	—
Rutschungen		Differentielle Bewegungen in Zug- / Scher- / Druckzonen; Anhaltspunkte; Geschwindigkeiten und Verschiebungsbeträge	starke Differentialbewegungen; v > 0.1 m/Tag bei oberflächlichen Rutschungen; Verschiebungen > 1 m pro Ereignis	v: dm / Jahr v: mm / Tag	v: cm / Jahr
Hangmuren		umgelagertes Volumen; Mächtigkeit (d) der mobilisierbaren Schicht	d > 2 m	2 m > d > 0.5 m	d < 0.5 m
Absenkung, Einsturz			—	Dolinen vorhanden	---

Anhang 3: Die Bedeutung der Gefahren für den Siedlungsraum

Rot: erhebliche Gefährdung

- Personen sind sowohl innerhalb als auch ausserhalb von Gebäuden gefährdet.
- Mit der plötzlichen Zerstörung von Gebäuden ist zu rechnen,
  oder:
- die Ereignisse treten zwar in schwächerem Ausmass, dafür aber mit einer hohen Wahrscheinlichkeit auf. Personen sind in diesem Fall vor allem ausserhalb von Gebäuden gefährdet.

Das rote Gebiet ist im wesentlichen ein Verbotsbereich.

Blau: mittlere Gefährdung

- Personen sind innerhalb von Gebäuden kaum gefährdet, jedoch ausserhalb davon.
- Mit Schäden an Gebäuden ist zu rechnen, jedoch sind plötzliche Gebäudezerstörungen in diesem Gebiet nicht zu erwarten, falls entsprechende Auflagen bezüglich Bauweise beachtet werden.

Das blaue Gebiet ist im wesentlichen ein Gebotsbereich, in dem schwere Schäden durch geeignete Vorsorgemassnahmen (Auflagen) vermieden werden können.

Gelb: geringe Gefährdung

- Personen sind kaum gefährdet.
- Mit geringen Schäden an Gebäuden bzw. mit Behinderungen ist zu rechnen, jedoch können erhebliche Sachschäden an und in Gebäuden auftreten.

Das gelbe Gebiet ist im wesentlichen ein Hinweisbereich.

Gelb-weiss gestreift: Restgefährdung (Restrisiko)

Eine besondere Gefährdung durch Bergsturz oder Felssturz mit einer sehr geringen Eintretenswahrscheinlichkeit und einer hohen Intensität kann durch eine gelb-weiss gestreifte Signatur bezeichnet werden. Das gelb-weiss gestreifte Gebiet ist ein Hinweisbereich, der eine Restgefährdung (Restrisiko) aufzeigt.

Weiss: nach dem derzeitigen Kenntnisstand keine oder vernachlässigbare Gefährdung