

GEMEINDE WORBEN
TIEFBAUAMT DES KANTONS BERN, OBERINGENIEURKREIS III
AMT FÜR WALD KANTON BERN, ABTEILUNG NATURGEFAHREN

NATURGEFAHREN GEMEINDE WORBEN

BERICHT ZUR GEFAHRENKARTE

Liebefeld, den 25. Oktober 2012
BE07464.100

CSD INGENIEURE AG

Hessstrasse 27d
CH-3097 Liebefeld
t +41 31 970 35 35
f +41 31 970 35 36
e bern@csd.ch
www.csd.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	5
1.1 Ausgangslage und Auftrag	5
1.2 Zielsetzung	5
1.3 Bearbeitung	6
2. UNTERSUCHUNGSPERIMETER	6
2.1 Perimeter A - Siedlungsgebiet (Gefahrenkarte)	6
2.1.1 Gefahrenstufen	7
2.1.2 Nachvollziehbarkeit	9
2.1.3 Datenablage	9
2.2 Perimeter B – übriges Gemeindegebiet (Gefahrenhinweiskarte)	9
3. ÜBERSICHT UNTERSUCHUNGSGEBIET	9
3.1 Gebietsabgrenzung	9
3.2 Geologie, Hydrogeologie, Geomorphologie	9
3.3 Hydrologie	10
3.4 Gefahrenhinweise	12
3.5 Ereigniskataster	12
4. METHODIK	12
4.1 Generelles Vorgehen	12
4.2 Wassergefahren	13
4.3 Rutschungen, Hangmuren	14
4.3.1 Permanente Rutschungen	14
4.3.2 Hangmuren und Spontanrutschungen	14
4.4 Sturzprozesse	15
4.5 Absenkung, Einsturz, Dolinen	16
5. GEFAHRENBEURTEILUNG IM PERIMETER A	16
5.1 Wassergefahren	16
5.1.1 Binnenkanal	17
5.1.2 Luterbächli	18
5.1.3 Mühlibach	19
5.1.4 Alte Aare	19
5.2 Hangmuren und Spontanrutschungen	19
5.2.1 Tribey 19	19
5.3 Permanente Rutschungen	20
5.4 Steinschlag	20
5.5 Absenkungen, Einsturz, Dolinen	21

6.	GEFAHRENBEURTEILUNG IM PERIMETER B	21
7.	GEFÄHRDUNGEN UND SCHUTZMASSNAHMEN	21
7.1	Allgemeines	21
7.1.1	Unterhalt und Kontrolle	22
7.1.2	Notfallplanung	22
7.1.3	Passive Massnahmen	22
7.1.4	Aktive Massnahmen	23
7.2	Objekte in der roten oder blauen Gefahrenzone	23
8.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	23
8.1	Aktuelle Gefahrensituation	23
8.2	Umsetzung und Anwendung der Gefahrenkarte	24
8.3	Beständigkeit der Gefahrenkarte	24
9.	GRUNDLAGEN	24
9.1	Allgemeine Unterlagen	24
9.2	Naturgefahrenspezifische Unterlagen	25
9.3	Technische Berichte	26

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Bearbeiter Gefahrenkarte	6
Tabelle 2	Beziehung Wiederkehrperiode, Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit	7
Tabelle 3	Intensität von Ereignissen	7
Tabelle 4	Bedeutung der Gefahrenstufen	8
Tabelle 5	Niederschlagshöhen in mm für 1- und 24-stündige Regenereignisse	13
Tabelle 6	Jährliche Abflusshöchstwerte bei Brücke Schützenweg	17
Tabelle 8	Berücksichtigung von Naturgefahren in der Ortsplanung	22
Tabelle 9	Gefährdung durch Wassergefahren	23

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Intensitäts-Wahrscheinlichkeitsdiagramm	8
-------------	---	---

BEILAGENVERZEICHNIS

Beilage A	Schema Beurteilung von Hangmuren (AGN-Methode, 2004)	28
Beilage B	Schema Beurteilung von Permanenten Rutschungen (AGN-Methode, 2004)	29
Beilage C	Fotodokumentation Wassergefahren	30

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang 1	Einzelgefahrenkarte Wassergefahren 1:5'000
Anhang 2	Einzelgefahrenkarte Hangmuren / Spontanrutschungen 1:5'000
Anhang 3	Plausibilisierte Gefahrenhinweiskarte im Perimeter B 1:10'000
Anhang 4	Intensitätskarten Wassergefahren Wiederkehrperiode <30 Jahre 1:10'000
Anhang 5	Intensitätskarten Wassergefahren Wiederkehrperiode 30 – 100 Jahre 1:10'000
Anhang 6	Intensitätskarten Wassergefahren Wiederkehrperiode 100 – 300 Jahre 1:10'000
Anhang 7	Synoptische Gefahrenkarte Sturz-, Rutsch- und Wassergefahren 1:5'000

PRÄAMBEL

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

CSD geht davon aus, dass

- ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage und Auftrag

Die Gemeinden Region Seeland Ost haben sich entschlossen eine Gefahrenbeurteilung vornehmen zu lassen. Die fachliche Leitung des Projektes seitens der kantonalen Behörden obliegt dem Tiefbauamt, vertreten durch den Obergeringenieurkreis III, und dem Amt für Wald, vertreten durch die Abteilung Naturgefahren. Die gesetzlichen Grundlagen bilden das kant. Wasserbaugesetz vom 14.2.1989, die kant. Wasserbauverordnung vom 15.11.1989 sowie das kant. Waldgesetz vom 5.5.1997 und die kant. Waldverordnung vom 29.10.1997.

Nach Art. 39 der kantonalen Waldverordnung ist es Aufgabe der Gemeinden Gefahrenkarten zu erstellen, aus denen die Risiken für Menschen und für erhebliche Sachwerte ersichtlich sind. Die Gemeinden berücksichtigen die Gefahrenkarten bei der Nutzungsplanung, bei der Erteilung von Baubewilligungen und anderen raumwirksamen Tätigkeiten.

Mit Schreiben vom 2. Juni 2009 erteilten die genannten Gemeinden und das Tiefbauamt des Kt. Bern der CSD Ingenieure und Geologen AG den Auftrag zur Ausarbeitung der Gefahrenkarte auf der Grundlage der Offerte der CSD AG vom 16. April 2009.

1.2 Zielsetzung

Folgende Ziele sind zu erreichen:

- Erkennen, dokumentieren und beurteilen (qualitativ und quantitativ) der sich für das Siedlungsgebiet (Perimeter A, entsprechend Ortsplanungsperimeter) aus den Prozessen Wassergefahren, Rutschung und Hangmure sowie Steinschlag ergebenden Gefahren.
- Erstellen von Einzelgefahrenkarten für die Prozessgruppen Wassergefahren, Rutschungen/Hangmuren, Steinschlag für den Perimeter A.
- Erstellen einer synoptischen, alle Gefahrenprozesse enthaltenden Gefahrenkarte für den Perimeter A.
- Erstellen einer synoptischen plausibilisierten Gefahrenhinweiskarte (GHK) für den Perimeter B (übriges, bewirtschaftetes Gemeindegebiet).
- Ausarbeiten von Empfehlungen für Massnahmen und allfällige Nutzungsauflagen (insbesondere Objektschutz).
- Ausarbeiten eines zusammenfassenden Gefahrengutachtens (Gefahrenkarte mit Begleittext) nach den Vorgaben der kant. Fachstellen.

Die Gefahrenkarte dient als fachliche Grundlage für die Raum- und Nutzungsplanung der Gemeinde, die Notfallplanung, die Planung von technischen Massnahmen des Objektschutzes und weiteren prozessspezifischen Schutzmassnahmen.

1.3 Bearbeitung

Tabelle 1 Bearbeiter Gefahrenkarte

Tiefbauamt des Kantons Bern (TBA), Oberingenieurkreis III	J. Bucher, Wasserbauingenieur	Kant. Fachstelle Wassergefahren
Kant. Amt für Wald (KAWA), Abt. Naturgefahren	J. Häberle, Geologe	Kant. Fachstelle Massenbewegungen
CSD Ingenieure AG	Dr. H. Steiner, Geologe	Projektleiter
Dr. Christoph Lehmann Geomorphologie, Hydrologie	Dr. Chr. Lehmann, Geomorphologe; Hydrologe	Projektleiter Stv. Prozess Wassergefahren
	T. Ninck, Geologe	Bearbeiter Prozesse Rutschung, Hangmuren, Steinschlag, Absenkung
	S. Fenner, Geologin	Kartographie GIS

2. Untersuchungsperimeter

2.1 Perimeter A - Siedlungsgebiet (Gefahrenkarte)

Der Perimeter A umfasst alle ganzjährig bewohnten Gebäude und Siedlungen. In der Regel entspricht er dem Ortsplanungsperimeter. Im Perimeter A werden alle relevanten Gefahrenprozesse ermittelt und die Verhältnisse im Detail abgeklärt. Wichtigste Grundlagen sind der Ereigniskataster bzw. die Ereignisdokumentation, die Auskunft über Ort, Intensität, Häufigkeit und Wirkung bereits abgelaufener Prozesse geben.

Die Gefährdung wird prozessspezifisch und für diskrete Wirkungszonen ermittelt. Massgebend für die Gefahrenstufe einer Fläche sind die Wahrscheinlichkeit und die Intensität von möglichen Ereignissen. Durch Überlagerung der prozessspezifischen Einzelgefahrenkarten entsteht die synoptische Gefahrenkarte. Sie liefert für jeden Punkt im Perimeter A die Angabe, welche Gefahrenprozesse mit welcher Intensität auftreten können.

In der Einzelgefahrenkarte wird jeweils das Szenario mit der höchsten Gefahrenstufe gemäss dem Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm (Abbildung 1) verzeichnet.

In der synoptischen Gefahrenkarte wird der Gefahrenprozess mit der höchsten Gefahrenstufe dargestellt.

2.1.1 Gefahrenstufen

Die Bewertung der Naturgefahren erfolgt mit Hilfe eines Gefahrenstufendiagrammes, das für jede Gefahrenart die Gefährdung in Abhängigkeit von der Intensität eines Ereignisses und seiner Wahrscheinlichkeit (Häufigkeit oder Wiederkehrdauer) angibt. Im Gefahrenstufendiagramm, auch als Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm bezeichnet, werden 3 Gefahrenstufen unterschieden. Sie zeigen den Grad der Gefährdung von Menschen, Tieren und erheblichen Sachwerten auf.

Wahrscheinlichkeit von Ereignissen

Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Ereignissen wird in 3 Klassen eingeteilt. Sie lassen sich auch durch die Wiederkehrperiode oder die Häufigkeit beschreiben.

Tabelle 2 Beziehung Wiederkehrperiode, Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit

Wiederkehrperiode	Wahrscheinlichkeit	Häufigkeit
1 – 30 Jahre	hoch	häufig
30 – 100 Jahre	mittel	mittel
100 – 300 Jahre	gering	selten

Intensität von Ereignissen

Nachfolgende Tabelle enthält die massgebenden Angaben für die Zuordnung der Intensitätsklassen.

Tabelle 3 Intensität von Ereignissen

Prozess	schwache Intensität	mittlere Intensität	starke Intensität
Hochwasser (Überschwemmung inkl. Übersarung)	$h < 0.5 \text{ m}$ oder $v \times h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$0.5 \text{ m} < h < 2 \text{ m}$ oder $0.5 \text{ m}^2/\text{s} < v \times h < 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$h > 2 \text{ m}$ oder $v \times h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$
Ufererosion	$d < 0.5 \text{ m}$	$0.5 \text{ m} < d < 2 \text{ m}$	$d > 2 \text{ m}$
permanente Rutschung	$v < 2 \text{ cm/Jahr}$	$2 < v < 10 \text{ cm/Jahr}$	$v > 10 \text{ cm/Jahr}$
Hangmure	$M < 0.5 \text{ m}$	$0.5 \text{ m} < M < 2 \text{ m}$	$M > 2 \text{ m}$
Stein-/Blockschlag	$E < 30 \text{ kJ}$	$30 \text{ kJ} < E < 300 \text{ kJ}$	$E > 300 \text{ kJ}$
Einsturz/Dolinen	Disposition gegeben	Dolinen vorhanden	-

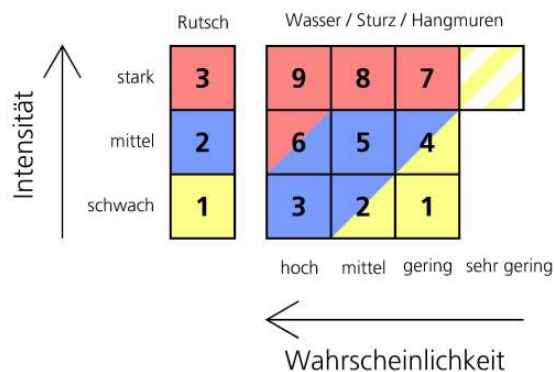
h = Fließ- resp. Ablagerungshöhe v = Geschwindigkeit d = Mächtigkeit der Abtragung
M = Mächtigkeit der mobilisierbaren Schicht E = Energie

Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm

Die Zuordnung in die Gefahrenstufen ergibt sich aus der Wahrscheinlichkeit und der Intensität jedes Prozesses.

Abbildung 1 Intensitäts-Wahrscheinlichkeitsdiagramm

Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm (Gefahrenstufendiagramm)



Bedeutung der Gefahrenstufen

Tabelle 4 Bedeutung der Gefahrenstufen

	Gefährdungen	Bedeutung Gefahrenstufe
rot	Erheblich Gefährdung <ul style="list-style-type: none"> Personen sind ausserhalb und innerhalb von Gebäuden gefährdet. Mit Zerstörung von Gebäuden ist zu rechnen. 	Verbotsbereich <ul style="list-style-type: none"> Es dürfen keine Bauzonen ausgeschieden werden. Das Errichten von Bauten oder Anlagen ist verboten. Nicht überbaute Bauzonen sind rückzuzonen. Umbauten und Zweckänderungen sind generell nicht erlaubt. Bei gravierenden Sicherheitsdefiziten (bestehende Siedlungen) sind nach Möglichkeit Schutzmassnahmen vorzusehen.
blau	Mittlere Gefährdung <ul style="list-style-type: none"> Personen sind v.a. ausserhalb von Gebäuden gefährdet. Mit Schäden an Gebäuden (ohne plötzlicher Einsturz) ist zu rechnen. 	Gebotsbereich <ul style="list-style-type: none"> Bauzonen nur in Ausnahmefällen (z.B. Schliessen von Baulücken) erlaubt. Umbauten sind erlaubt, wenn dadurch nicht mehr Personen gefährdet sind. Es sind keine sensiblen Objekte zu erstellen. Es gelten bauliche Auflagen um die Einwirkungen von Naturgewalten zu minimieren.
gelb	Geringe Gefährdung <ul style="list-style-type: none"> Personen sind kaum gefährdet. Mit geringen Schäden an Gebäuden ist zu rechnen. Es können Sachschäden in Gebäuden auftreten. 	Hinweisbereich <ul style="list-style-type: none"> Die Grundeigentümer sind auf die bestehende Gefährdung und auf mögliche Massnahmen aufmerksam zu machen. Für sensible Objekte ist eine spezielle Massnahmenplanung erforderlich.
gelb-weiss	Restgefährdung <ul style="list-style-type: none"> Gefährdungen mit einer sehr geringen Eintretenswahrscheinlichkeit und einer hohen Intensität. Es wird ein Restrisiko aufgezeigt 	Hinweisbereich <ul style="list-style-type: none"> Massnahmenplanung für besonders sensible Objekte ist erforderlich. Anlagen mit sehr hohem Schadenpotential sind zu vermeiden.

2.1.2 Nachvollziehbarkeit

Die Grundlagen für die Gefahrenbeurteilung, also die Ereignisdokumentation, die Resultate von früheren Studien, Projekten und Schutzmassnahmen, wie auch die Ergebnisse der Feldbeobachtungen, sind im Kap. 5 Gefahrenbeurteilung beschrieben und dokumentiert.

2.1.3 Datenablage

Alle erhobenen und dargestellten Daten wurden nach dem Datenmodell des Kantons Bern erfasst und beim zuständigen kant. Amt für Wald, Abteilung Naturgefahren abgelegt. Die Gefahrenkarten werden bei den Gemeinden, den kantonalen Fachstellen für Naturgefahren und im Internet (Geoportal des Kantons Bern) abgelegt.

2.2 Perimeter B – übriges Gemeindegebiet (Gefahrenhinweiskarte)

Der Perimeter B umfasst das übrige bewirtschaftete Gemeindegebiet. Hier wird für die ganz- und teilzeitbewohnten Siedlungen/Gebäude die Situation bezüglich Naturgefahren mit den vorhandenen Gefahrenhinweiskarten, der Ereignisdokumentation und einer Grobkontrolle anlässlich von Feldbegehungen überprüft und in der synoptischen Gefahrenhinweiskarte als Hinweis dokumentiert (s. Kap. 6).

3. Übersicht Untersuchungsgebiet

3.1 Gebietsabgrenzung

Die Abgrenzung der Gebiete erfolgte durch die kantonalen Fachstellen in Absprache mit den Gemeinden. Der Perimeter A umfasst die Siedlungsräume mit den unteren Zonen der angrenzenden Hänge, soweit in diesen Zonen mit relevanten Ereignissen zu rechnen ist. Der restliche, grössere Teil des Gemeindegebietes ist dem Perimeter B zugeordnet.

Im Perimeter A wird die Gefahrenbeurteilung mit Gefahreneinstufung nach den Vorgaben des Bundes (prozessspezifische Einzelgefahrenkarten und synoptische Gefahrenkarte) vorgenommen.

Im Perimeter B erfolgt die Gefahrenbeurteilung punktuell für gefährdete Objekte als Hinweis. Es wird angegeben welche Gefahrenprozesse wirken können. Die Wahrscheinlichkeit und die Intensität möglicher Ereignisse werden nicht untersucht und nicht dargestellt.

3.2 Geologie, Hydrogeologie, Geomorphologie

Allgemeiner Überblick

Der Felsuntergrund der Gemeinden des östlichen Seelands wird aufgebaut aus den Gesteinen der Mittelländischen Molasse. Sie bestehen aus wechselnden Abfolgen von Sandsteinen und Mergeln. Gegen das Ende der Jurafaltung wurden die Molasseschichten am Fuss des Juragebirges z.T. in die Faltung miteinbezogen, es entstanden verschiedene Antiklinal- und Synklinalstrukturen. Die heutige Morphologie ist geprägt von dieser Verfaltung, viel wichtiger für die Landschaftsgeschichte sind jedoch quartäre Prozesse. Durch das mehrmalige Vordringen der Alpengletscher bis an den Jurasüdfuss entstanden verschiedene

Taltröge, die nach den Gletschervorstössen z.T. wieder mit Lockergesteinen verfüllt wurden. Erosion durch alte Flussläufe und Gletscher führten zur Bildung von Terrassen, in Becken kam es zur Aufstauung von Seen mit der Ablagerung von Stillwasser- und Verlandungssedimenten.

Geologie und Geomorphologie

Die Morphologie im östlichen Seeland ist geprägt von den Hügelzügen des Jäissbergs und des Büttenbergs. Sie sind aufgebaut aus Mergeln und Sandsteinen der oberen Meeresmolasse. Am Jäissberg fallen die Schichten mit ca. 20° gegen Norden ein. Der Schichtverlauf ist damit etwa hangparallel zur Nordseite des Hügelzugs. Den Kern des Büttenbergs bildet eine Synklinalstruktur. Auf der Südseite fallen die Schichten mit wenigen Graden ebenfalls gegen Norden ein, biegen gegen den Jura hin aber um und fallen steil gegen Süden ein. Der Tröge des Bielersees und zwischen Kappelen und Meisberg sind glazial übertieft. Spuren der mehrmaligen Gletschervorstösse sind mit Moränenvorkommen und Erratikern an den Trogfanken (u.a. am Jäissberg und am Büttenberg) noch heute zu erkennen. Die Tröge selbst wurden nach dem Rückzug der Gletscher mit Sedimentfracht (z.B. der alten Aare) teilweise wieder aufgefüllt. In den Becken kam es zur Bildung von Seen und zur Ablagerung von feinkörnigen Sedimenten und in Verlandungsphasen zu Torfbildungen. Die Trogfüllungen sind somit inhomogen aufgebaut und geprägt von wechselnden Abfolgen von aufgeschotterten Rinnen, von randlichen Moräneablagerungen, von feinkörnigen Seeablagerungen und von Verlandungsbildungen.

Hydrogeologie

In den Trogfüllungen der Talböden existieren grosse Grundwasservorkommen. Mit umfangreichen Drainagemassnahmen im Rahmen der Juragewässerkorrekturen wurden grosse Flächen der Talböden landwirtschaftlich nutzbar gemacht, die Flurabstände der Grundwasservorkommen sind aber vielerorts nach wie vor sehr gering. Lokal kann es bei Grundwasserhochständen zu Wasseraufstössen kommen. Den Flanken der Molasseerhebungen (Jäissberg und Büttenberg) entspringen diverse gefasste und ungefasste Quellen. Zwischen Safnern und Meisberg liegt auf einer Höhe von ca. 500 m ü. M. ein eigentlicher Quellhorizont.

Massenbewegungen

Rutsch- und Sturzprozesse sind stets an ein Relief gebunden. In den Gemeinden des östlichen Seelands beschränken sich die Zonen mit einer Gefährdung durch Massenbewegungsprozesse auf die Hänge des Jäiss- und des Büttenbergs und lokal auf kleine Terrassenabhänge. Die Disposition für die Auslösung von Hangmuren konzentriert sich auf die Südhänge des Büttenbergs mit untief liegenden Molassefelsoberflächen, gehäuft vorkommenden Vernässungen und Quellaustritten. Kontinuierliche Rutschungen kommen hauptsächlich auf der Nordseite des Jäissbergs vor. Sie betreffen Gehängelehme über hangparallelen Molasseschichten. Sturzprozesse treten sehr untergeordnet auf und beschränken sich auf zwei ehemalige Molassesandsteinbrüche.

3.3 Hydrologie

Vor der Juragewässerkorrektur flossen verschiedene Gewässer, welche der Form heute nicht mehr existieren, auf Gemeindegebiet von Worben. Im Osten der Gemeinde floss die Aare, welche damals bis mehrere hundert Metern breit war und auch oft für Überschwemmungen sorgte. Von Kappelen her floss der Werdbach resp. der Worbenbach Richtung Norden und mündete anschliessend in die Aare. Im Westen des Dorfes floss der Jensbach ungefähr der Linie des heutigen Binnenkanals entlang. Ferner existierten verschiedene kleine Gewässer, welche heute durch den Binnenkanal ersetzt sind.

Die Juragewässerkorrekturen haben dann das heutige Aussehen des Seelandes geprägt. Bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts floss die Aare von Aarberg Richtung Norden an Lyss und Dotzigen vorbei in einer grösseren Schlaufe nach Büren und von dort weg Richtung Solothurn. Bei Meienried floss die Zihl in die Aare. Die Aare führte damals auch Geschiebe mit sich, welches entlang des besagten Laufes immer wieder abgelagert wurde.

Die erste Juragewässerkorrektur von 1868 bis 1891 brachte verschiedene Veränderungen mit sich:

- Die Ableitung der Aare von Aarberg in den Bielersee durch den neuen Hagneckkanal, welcher 1878 in Betrieb genommen wurde.
- Absenkung von Murten- und Neuenburger sowie Bielersee
- Bau des Nidau-Büren-Kanals
- Korrektur der Zihl zwischen Neuenburger- und Bielersee
- Korrektur der Broye zwischen Murten- und Neuenburgersee
- Anpassungsarbeiten auf der Strecke Büren bis zur Emme-Mündung unterhalb Solothurn.

Mit der ersten Juragewässerkorrektur konnten aber nicht alle Probleme gelöst werden. Überschwemmungen gab es weiterhin, v. a. aufgrund von ungünstigen Verhältnissen zwischen Zu- und Abfluss der drei Juraseen und Bodensetzungen im Grossen Moos.

Eine 2. Juragewässerkorrektur wurde geplant:

- Zusammenschluss der drei Juraseen zu einem kommunizierenden System durch Verbreiterung und Vertiefung der Kanäle
- Erhöhung der Abflusskapazität im Nidau-Büren-Kanal
- Regulierbarkeit aller drei Seeniveaus durch ein Wehr bei Port
- Regulierbarkeit des Wasserstands der Aare zwischen Port und der Emmemündung bei Zuchwil
- Möglichkeit zur künftigen Anpassung der Seespiegel an die voraussichtlich zunehmende Senkung der Böden im Grossen Moos
- Weitere Absenkung der Seespiegel um 1 Meter.

Bis 1939 entstand das Regulierwehr Port mit einer Schleuse für die Durchfahrt der Schiffe.

Von 1962 bis 1973 wurde die 2. Juragewässerkorrektur durchgeführt. Ferner wurde einerseits das Profil der Zihl zwischen dem Neuenburgersee und dem Bielersee vergrössert und andererseits die Aare zwischen Büren an der Aare und Solothurn ausgebaggert.

Für die Gemeinde Worben bedeutete die erste Juragewässerkorrektur, dass sich die Siedlung und die Landwirtschaft ausbreiten konnten und die früheren Hochwasser von der Seite der Aare nun ausblieben. Anstelle des alten Aarelaufes floss nun ein Gewässer mit stark reduziertem Abfluss dem Nidau-Bürenkanal zu. Das Landschaftsbild sowie die hydrologischen Bedingungen auf Gemeindegebiet Worben haben sich in den letzten 130 Jahren somit stark verändert.

Die Alte Aare führt heute zwischen Aarberg und vor der Mündung des Lyssbaches eine Dotierwassermenge von knapp 4 m³/s ab. Der grösste Teil des Abflusses wird bei Hochwasser durch den Lyssbach eingebracht. Überschwemmungsgefährdete Objekte hat es seit den Juragewässerkorrekturen auch weiterhin gegeben (Beispiel Waldhaus der Burgergemeinde).

Neben der Alten Aare fliessen auf Gemeindegebiet Worben noch weitere Gewässer. Der Binnenkanal fliesst von Südwesten her der Siedlung zu. Ferner führen die kleinen Bäche Luterbächli und Mühlibach Wasser. Bei Starkregen ist zudem mit oberflächlichen Abflüssen aus dem Gebiet des Jäissberges zu rechnen.

3.4 Gefahrenhinweise

In den Jahren 1994 bis 1997 wurde im Kanton Bern die Gefahrenhinweiskarte (GHK) ausgearbeitet. Basierend auf computergestützten Modellierungen, digitalen Daten (insbesondere Höhenmodell und Pixelkarte der Landeskarte 1:25'000, Gewässernetz, Bodenbedeckung) sowie gutachtlichen Ergänzungen konnte so eine flächendeckende Übersicht über die potenziellen Gefahrengebiete erstellt werden. Die vorhandenen Schutzbauten konnten in den Modellierungen nicht berücksichtigt werden. Die Karte stellt die Prozessräume für die Naturgefahren Rutschungen, Bodenabsenkungen, Stein- und Blockschläge, Murgänge und Lawinen dar. Seit 2011 beinhaltet sie auch die Wassergefahren. Die potentiell durch Hangmuren gefährdeten Gebiete wurden vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) schweizweit durch eine Modellierung ermittelt (SilvaProtect-Karte).

In den Perimetern der Gefahrenkarten der Gemeinden des östlichen Seelands sind für Worben, Aegerten, Brügg, Safnern und Meinisberg Zonen mit einer Gefährdung durch Hangmuren ausgeschieden. Aufgrund der Lage am Fusse des Büttenbergs sind in den Gemeinden Safnern und Meinisberg die Gebiete mit einer potentiellen Gefährdung häufiger und von grösserer Ausdehnung, in den übrigen erwähnten Gemeinden sind sie selten und klein. Kontinuierliche Rutschungen sind in den Gemeinden Bellmund und Aegerten eingezeichnet. Die Rutschgebiete sind klein und betreffen den Perimeter A nur randlich. Für die restlichen Massenbewegungsprozesse sind keine Hinweiszonen ausgeschieden.

Auf der Gefahrenhinweiskarte der Gemeinde Worben sind keine durch Wassergefahren gefährdeten Objekte ausserhalb des Perimeters A verzeichnet.

3.5 Ereigniskataster

Die früheren Ereignisse auf dem Gebiet der Gemeinden sind in den pro Gemeinde erstellten Ereigniskatastern vom Juli 2010 zusammengestellt. Als Quellen für die Informationsbeschaffung dienten die Datenbanken der kantonalen Gebäudeversicherung und der Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL). Dazu wurden die Archive der kantonalen Ämter (Amt für Wald, Abteilung Naturgefahren, Tiefbauamt, Oberingenieurkreis III) konsultiert. Die meisten Informationen stammen von Gesprächen mit Auskunftspersonen der Gemeinden.

4. Methodik

4.1 Generelles Vorgehen

Zustands- und Ereignisanalyse

- Beschaffen, Durchsicht, Auswerten vorhandene Unterlagen
- Auswertung historische Ereignisse
- Geologische, geomorphologische, hydrogeologische, hydrologische Zustandsanalyse
- Feldaufnahmen (Kartierung der Phänomene)
- Inventar und Beurteilung bestehender Schutzbauten und Schutzmassnahmen
- Formulieren der Grundszenarien pro Gefahrenprozess (Was kann geschehen?)

Wirkungsanalyse

- Bestimmen der Wahrscheinlichkeit und der Intensität möglicher Ereignisse pro Gefahrenprozess unter Berücksichtigung bestehender Schutzbauten und -massnahmen
- Lokalisieren und Abgrenzen der Wirkungsräume
- Darstellen der Resultate in prozessspezifischen Einzelgefahrenkarten und in Intensitätskarten (Überflutung).

Schutzdefizite, Massnahmenkatalog

- Generelle Massnahmenkonzeption
- Formulierung von Nutzungsaufgaben und von Massnahmen des Objektschutzes

4.2 Wassergefahren

Im Perimetergebiet ist primär der Prozess Überschwemmung von Bedeutung. Murgänge und Uebersa- rung treten lokal begrenzt und in geringer Grösse in einigen kleinen Seitengewässern ausserhalb des Perimeters A auf.

Niederschlag

Für die Bestimmung des massgeblichen Niederschlages als Eintragsgrösse in die Schätzverfahren ste- hen im Umfeld des Projektgebietes die Messstationen in Aarberg und Biel zur Verfügung. Diese beiden Stationen sind seit 1899 resp. 1883 in Betrieb. Die massgeblichen Niederschläge in mm betragen für 1- resp. 24-stündige Niederschlagsereignisse für die Wiederkehrperioden von 2.33 resp. 100 Jahre:

Tabelle 5 Niederschlagshöhen in mm für 1- und 24-stündige Regenereignisse

Station	1h/2.33	24h/2.33	1h/100	24h/100
Aarberg	19	29	40	96
Biel	16	29	35	120

Abflüsse

Für die Beurteilung der Überschwemmungsgefahr durch die Fliessgewässer sind die Hochwasserspitzen und die entsprechenden Hochwasserganglinien zu ermitteln. Die Hochwasserabflüsse werden mit ver- schiedenen Schätzverfahren angenähert bestimmt. Da diese aber oft keine brauchbaren Ergebnisse lie- fern, werden die endgültigen Hochwasserwerte mit einer zusätzlichen geomorphologisch–hydraulischen Überprüfung abgeschätzt.

In einem ersten Schritt werden die Abflüsse mit dem Programmpaket HAKESCH grob abgeschätzt. Die Schätzverfahren liefern häufig zu hohe, in einigen Fällen aber auch zu niedrige Werte, weil sie die geo- morphologischen Eigenheiten und die hydraulischen Kapazitäten der Bäche nicht berücksichtigen.

Bei der geomorphologischen und hydraulischen Betrachtung wird davon ausgegangen, dass das heutige Aussehen eines Gewässers das Ergebnis seiner Aktivität in der jüngeren Geschichte (d. h. in den letzten paar hundert Jahren) repräsentiert. Dabei wird angenommen, dass häufige Hochwasserereignisse mit einer Wiederkehrperiode von 1 bis 30 Jahre die Bachmorphologie nicht verändern und das Wasser in den meisten Fällen schadlos abfließt.

Bei den sehr seltenen Hochwasserereignissen mit Wiederkehrperiode 100 – 300 Jahre (HQ300) sind die abgeschätzten Abflüsse generell sehr unsicher. Es gibt keine Verfahren diese Abflussgrösse zuverlässig zu bestimmen. Die im vorliegenden Bericht aufgeführten Werte spiegeln deshalb eine höhere Genauigkeit vor als dies mit den heutigen Abschätzverfahren möglich ist.

Für den Binnenkanal wurde für die Hochwasserabschätzung und die Erstellung einer Ganglinie bei Beginn des Perimeters A ein einfaches Fliessmodell verwendet, in welchem für einzelne homogene Flächen aus dem Niederschlag ein Abfluss errechnet wurde. Charakter und Lage der einzelnen Flächen bestimmen Zeitpunkt und Stelle des Wassereintrages entlang des Kanals.

Für die Hochwasserwerte im Siedlungsgebiet sind die Abflusskapazitäten entlang des Baches bevor er den Perimeter A erreicht massgeblich. Die Zuflüsse in den Binnenkanal wie z. B. der Jäissbach bringen ebenfalls nur Wassermengen entsprechend ihrer Kapazität ein. Das überschüssige Wasser ergiesst sich auf die Felder.

4.3 Rutschungen, Hangmuren

4.3.1 Permanente Rutschungen

Permanente Rutschungen sind mehr oder weniger kontinuierliche Hangbewegungen über eine längere Zeit. Da sie stetig ablaufen erfolgt im Gefahrendiagramm keine Einstufung nach der Wahrscheinlichkeit sondern nur nach der Intensität resp. der Aktivität der Rutschung. Die Methodik der Arbeitsgruppe Geologie und Naturgefahren (AGN) von 2004 berücksichtigt bei der Klassierung der permanenten Rutschungen neben der durchschnittlichen jährlichen Bewegung noch 3 weitere Kriterien:

- Reaktivierungspotential: Beurteilt werden die Rutschgeschwindigkeitsänderungen, die Wechselwirkung mit Fliessgewässern und angrenzenden Rutschgebieten, die Infiltrationsverhältnisse für Niederschlagswasser, die Informationen über das frühere Verhalten der Rutschung.
- Differenzialbewegung: Beurteilt wird ob Zonen mit Disposition zu Differenzialbewegungen vorhanden sind und wie stark die Bewegungen sind.
- Tiefgang der Rutschung: Tiefliegende Rutschflächen und zusammenhängende, homogene Rutschkörper reduzieren die Rutschgefahr.

Das Vorgehen bei der Einstufung von permanenten Rutschungen nach der Methode AGN ist in der Beilage B erläutert.

4.3.2 Hangmuren und Spontanrutschungen

Bei den Hangmuren handelt es sich um Massenbewegungen aus einem Gemisch von Lockergestein (oft nur die obersten Bodenschichten mit der Vegetationsbedeckung) und Wasser. Hangmuren entstehen meist bei oder nach intensiven Niederschlägen oder Schneeschmelze. Die starke Durchnässung und die auftretenden Wasserdrücke führen zum plötzlichen Verlust der Scherfestigkeit und zur Mobilisierung der betroffenen Bodenschicht. Hangmuren treten je nach Bodenaufbau, Wasserdurchlässigkeitsverteilung im Untergrund, Geländeform, Möglichkeiten des ober- und unterirdischen Wasserzuflusses sowie der Oberflächenbeschaffenheit und Landnutzung bereits ab 20° Hangneigung auf.

Die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Hangmuren wird aufgrund der Häufigkeit früherer Ereignisse und der standortspezifischen Förderfaktoren bestimmt (s. Beilage A).

Es sind dies

- oberflächennahe, Wasser stauende Schichten im Untergrund
- Möglichkeit von Wasserzuflüssen (oberflächlich oder im Untergrund)
- exponierte oder Wasser sammelnde Geländeformen (Terrassenkanten, Mulden und Rinnen)
- Oberflächenbeschaffenheit (Wiese, Wald etc.) und Landnutzung
- menschliche Einflüsse (z.B. Hanganschnitte)

In den untersuchten Gemeinden liegt die mittlere kritische Hangneigung für Hangmuren bei ca. 23°. Es können Materialmengen von wenigen m³ bis einige Hundert m³ mobilisiert und Geschwindigkeiten bis 10 m/s erreicht werden.

Die Prozessräume für Hangmuren werden anhand von bekannten früheren Ereignissen, der Hangneigungskarte und der Beurteilung im Gelände festgelegt. Die potentiell durch Hangmuren gefährdeten Gebiete wurden vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) schweizweit durch eine Modellierung ermittelt. Das Produkt dieser Modellierung ist die SilvaProtect-Karte als Gefahrenhinweiskarte für Hangmuren.

Spontanrutschungen treten häufig an der übersteilen Front von permanenten Rutschungen auf. Hier können namentlich bei Wasserzutritt unter Bildung einer Gleitfläche Spontanrutschungen ausgelöst werden. Oft ist es im Gelände kaum möglich Spontanrutschungen von Hangmuren zu unterscheiden. Aus diesen Gründen werden in der vorliegenden Gefahrenbeurteilung die beiden Prozesse zusammen beurteilt.

4.4 Sturzprozesse

Sturzprozesse sind schnelle Massenbewegungen, bei denen sich meist durch Kluft- und Schichtflächen begrenzte Körper aus dem Gesteinsverband lösen und abstürzen. Steinschlag liegt vor, wenn der Durchmesser der Sturzkörper kleiner als 50 cm beträgt. Bei Durchmessern grösser 50 cm spricht man von Blockschlag. Die Sturzgeschwindigkeiten liegen im Bereich von 5-30 m/s. Man unterscheidet das Ausbruchgebiet, die Transitstrecke und das Ablagerungsgebiet.

Entstehungsort von Sturzprozessen sind Felswände. Hier führt die in Klüften, Spalten und Fugen angreifende Verwitterung zum allmählichen Zerfall des Festgesteins und zur Loslösung von absturzgefährdeten Gesteinskörpern. Steinschlag tritt oft nach Starkniederschlägen oder nach Frost/Tau-Zyklen auf. In der Gefahrenhinweiskarte des Kt. Bern (GHK25) sind die Gebiete möglicher Sturzprozesse ausgeschieden.

Die Intensität von möglichen Ereignissen wird anhand der Gegebenheiten im Ausbruchbereich (Höhenlage und Volumen möglicher Sturzkörper) und im Transit- und Ablagerungsbereich (Bewuchs- und Beschaffenheit des Untergrundes) abgeschätzt. Wichtige Informationen über die Form, Grösse und Reichweite liefern die früheren Ereignisse, v.a. alte Sturzkörper als stumme Zeugen im Gelände.

Die Reichweite von Sturzkörpern kann mit der Methode des Pauschalgefälles ermittelt werden. Darunter wird die Neigung zwischen dem Entstehungs- und dem Ablagerungspunkt verstanden. Diese kann unter Berücksichtigung der Grösse der Sturzkörper, der Vegetation und der Bodenbeschaffenheit im Transitbereich (Dämpfung) grob abgeschätzt werden.

In den Perimetern der Gefahrenkarten der Gemeinden des östlichen Seelands liegen lediglich an zwei Stellen Gefährdungen durch Sturzprozesse vor. Es handelt sich in beiden Fällen um ehemalige Steinbrüche. Potentielle Sturzkörper brechen aus den steilen Sandsteinwänden aus und stürzen im annähernd freien Fall an den Wandfuss, wo sie aufgrund von horizontalen und z.T. bebauten Flächen liegen bleiben. Die Transitstrecken sind sehr kurz, die auftretenden Energien aufgrund der geringen Sturzhöhen gering.

4.5 Absenkung, Einsturz, Dolinen

Bodenabsenkungen treten auf, wenn Gesteine (z.B. Gips, Salz, Dolomit oder Kalk) durch zirkulierendes Wasser angegriffen und stellenweise aufgelöst werden. Die so entstehenden Karsthohlräume können einstürzen und an der Geländeoberfläche zu Absenkungen führen. Sind Absenkungen und Dolinen an der Geländeoberfläche zu beobachten ist von einer mittleren Prozessintensität auszugehen. Die Wahrscheinlichkeit von Ereignissen wird nicht beurteilt.

In den Gemeinden des östlichen Seelands kommen keine verkarstungsfähigen Gesteine vor. Eine Gefährdung durch Absenkungs- und Einsturzprozesse liegt nicht vor.

5. Gefahrenbeurteilung im Perimeter A

5.1 Wassergefahren

Massgebende Wassergefahr in der Gemeinde Worben ist die Überschwemmung. Da die Bäche eher wenig Geschiebe führen kommen Übersarungen kaum vor. Hingegen können Ablagerungen mit Feinmaterial auftreten. Ufererosion spielt in den untersuchten Bächen, abgesehen von einigen Stellen in der Alten Aare und beim Binnenkanal, nur eine untergeordnete Rolle.

Auf dem Gemeindegebiet von Worben treten häufig Hochwasser auf, aber in geringer Intensität. Lokale Gewitter oder langdauernde Starkregen führen oft örtlich begrenzt zu Bachausuferungen. Der Grossteil des Niederschlags versickert im Boden und erreicht die Vorfluter verzögert, was die Abflussspitzen zusätzlich dämpft.

Der Ereigniskataster der Gemeinde Worben weist auf Überschwemmungen durch den Binnenkanal hin.

In der Folge werden die möglichen Hochwasserereignisse für die wichtigsten Bäche tabellarisch aufgelistet und erläutert. Die Namen der Bäche wurden gemäss dem „Gewässernetz des Kantons Bern GN5“ übernommen.

Als Folge ausserordentlicher Niederschlagsereignisse können Überschwemmungen aber auch Hangmuren und Rutschungen auftreten. Verklausungen mit Wasseraufstau können zu Überflutung und Übersarung gerinnenaher Bereiche führen.

Mit einigen Dezimetern sind die mittleren Flurabstände des Grundwassers im gesamten Siedlungsgebiet der Gemeinde Worben sehr gering. Dies führt insbesondere bei Grundwasserhöchstständen hin und wieder zu Problemen mit Leitungen (z.B. Kanalisation) und zur Überflutung von Untergeschossen. Der Bau des Sagibachs (Binnenwasserkanal) führte zur Entwässerung und damit zur landwirtschaftlichen Nutzbarmachung grosser Flächen. Neben Überläufen aus Bachgerinnen und Oberflächenwasserabflüssen in Mulden sind möglicherweise Grundwasseraufstösse als Ursachen der Überschwemmungen von Bedeutung. Die hohen Grundwasserstände können in Gebäuden mit schlecht abgedichteten Untergeschossen zu Schäden führen.

Die Überflutungen betreffen vor allem die unbewohnten Auengebiete der Alten Aare. Mit Dämmen ist das umliegende Kulturland geschützt. Im Gebiet Tribey sind wiederkehrende Überflutungen von Landwirtschaftsflächen bekannt. Aus der Geländemulde oberhalb des Bärgliweges erfolgen hin und wieder konzentrierte Oberflächenwasserabflüsse, die lokal zu Überschwemmungen führen können.

5.1.1 Binnenkanal

Vor dem Bau des heutigen Binnenkanals entwässerten der Jäissbach sowie der Werdbach/Worbenbach vom Werdhof her das Gebiet der Gemeinde Worben Richtung Nordosten, wo der Worbenbach bei Dotzingen in die ehemalige Aare floss. Den Mühlbach in seiner heutigen Form gab es damals noch nicht.

Der Binnenkanal entwässert heute das Gebiet bei Bühl und fliesst in nordwestlicher Richtung Worben zu. Unterwegs münden verschiedene Zubringergewässer wie Gummegrabe, Nespelgrabe und Jäissbach in den Kanal. Auf Gemeindegebiet Worben münden das Luterbächli sowie der Mühlbach (Bestandteil des ehemaligen Werdbaches) in den Binnenkanal.

Bei der Brücke Schützenweg besteht seit 1995 eine Abflussmessstation des Kantons Bern. Hier wurden folgende jährliche Höchstwerte gemessen (Werte von 1998 bis 2009):

Tabelle 6 Jährliche Abflusshöchstwerte bei Brücke Schützenweg

Jahr	Q (m ³ /s)	Tag / Monat
1998	2.35	Nov.
1999	3.36	20.02.
2000	2.44	5. 06.
2001	3.29	12.03.
2002	2.59	3.11.
2003	3.27	3.02.
2004	2.79	14.01.
2005	1.07	12.02.
2006	3.41	10.04.
2007	4.21	29.08.
2008	2.04	7.01.
2009	1.99	30.12.

Zwischen 1998 und 2010 ist im Binnenkanal nur am 29. August 2007 ein Abfluss aufgetreten, welcher 4 m³/s erreicht oder knapp überschritten hat. Die Jahreshöchstwerte traten zudem mit Ausnahme von 2000 und 2007 immer im Winterhalbjahr auf und lagen zwischen 1 m³/s und 3.5 m³/s. Die Abflusskapazität des Binnenkanals ist teilweise sehr klein, so dass sich das Hochwasser auf die benachbarten Felder ergiesst, ebenso das Wasser aus den Seitenbächen. Der Abfluss von 4 m³/s im Jahre 2007 hat bei den an den Kanal angrenzenden Flächen zu Überschwemmungen geführt.

Einzugsgebiet	10 km ²		
Kumulative Gerinnelänge	17 km		
Abflussspitzen HQ30, HQ100, HQ300	4 - 6 m ³ /s	6 - 8 m ³ /s	8 -10 m ³ /s
Wirkung bestehender Schutzbauten	keine Schutzbauten vorhanden		
Schwachstellen	Kapazität Gerinne und Durchlässe		

Umsetzung in der Gefahrenkarte		
Ü6/ Ü5/Ü3/ Ü2/ Ü1	Entlang der Jensstrasse, Schützenweg	Beim 30-jährlichen Ereignis bricht der Bach bereits südlich des Perimeters A auf die angrenzenden Flächen aus. Im Siedlungsgebiet tangiert er die Wohngebäude entlang der Jensstrasse zwar nicht, da diese etwas erhöht liegen, aber die Gärten sind mit mittlerer (Ü6) oder schwacher Intensität betroffen (Ü3). Beim 100-jährlichen Ereignis fliesst das Wasser dem Schützenweg entlang sowie auf die Jensstrasse (Ü2) und erreicht beim 300-jährlichen Ereignis auf der südlichen Seite die Wohnblöcke bzw. auf der Nordseite das angrenzende Terrain (Ü1).
Ü5/Ü2	Dorfzentrum / Bielstrasse	Beim 100-jährlichen Ereignis bricht der Bach bei der Brücke Bielstrasse Richtung Süden aus. Das Wasser breitet sich neben der Strasse gegen die Wohnhäuser hin aus, bei tiefer gelegenen Garageneinfahrten mit mittlerer Intensität (Ü5), ansonsten treten nur schwache Intensitäten auf (Ü2).
Ü5/Ü2	Dorfausgang / Gouchertweg	Beim 30-jährlichen Ereignis bricht der Bach orographisch rechts aus und trifft die nördlich der Unteren Worbenstrasse gelegenen Gebäude (Ü3). Beim 100-jährlichen Ereignis überfließt der Binnenkanal das nördlich angrenzende Terrain und via Gouchertweg auch das Restaurant, wobei hier die Fischweiher von mittleren Intensitäten betroffen sind (Ü5). Nach Süden bricht der Bach auf das Gewerbegebiet der an der Mühlestrasse aus (Ü2).

5.1.2 Luterbächli

Das Luterbächli fliesst von der südlichen Paletzey unter dem Oberen Paletzeyweg hindurch, wo das Gewässer für ca. 100 m an die Oberfläche tritt. Beim Schilfweg wird der Bach wiederum gefasst und parallel zur Tribeystrasse, dann entlang dem Luterbachweg zur Bielstrasse geführt, von wo das Gewässer wiederum oberflächlich fliesst.

Einzugsgebiet	0.3 km ²		
Kumulative Gerinnelänge	1 km		
Abflussspitzen HQ30, HQ100, HQ300	0.5 m ³ /s	0.7 m ³ /s	1 m ³ /s
Wirkung bestehender Schutzbauten	keine Schutzbauten vorhanden		
Schwachstellen	Kapazität Gerinne und Durchlässe		

Umsetzung in der Gefahrenkarte		
Ü2	Siedlung Tribeystrasse - Luterbachweg	Beim 100-jährlichen Ereignis kann der Bach auf die angrenzenden Flächen ausbrechen und die Wohngebäude treffen. Die Intensitäten sind jedoch durchwegs schwach (Ü2). Im untersten Bereich des Luterbachweges kann das Wasser nach Norden fließen und auch die Bielstrasse überfluten.

5.1.3 Mühlbach

Der Mühlbach fliesst vom Werdthof her in das Gebiet der Gemeinde Worben. Dort fliesst er unterirdisch parallel zum Fenchereweg nach Norden, um schliesslich bei der Mühlestrasse wiederum an die Oberfläche zu gelangen.

Einzugsgebiet	0.5 km ²		
Kumulative Gerinnelänge (oberfl.)	0.5 km		
Abflussspitzen HQ30, HQ100, HQ300	0.6 m ³ /s	0.8 m ³ /s	1 m ³ /s
Wirkung bestehender Schutzbauten	keine Schutzbauten vorhanden		
Schwachstellen	Kapazität Gerinne und Durchlässe		

Umsetzung in der Gefahrenkarte		
Ü2	Mühlestrasse	Beim 100-jährlichen Ereignis kann der Bach auf die angrenzenden Flächen überfließen und dabei die Gebäude tangieren (Ü2).

5.1.4 Alte Aare

Die Alte Aare fliesst von Aarberg her auf das Gemeindegebiet von Worben. Zwischen Aarberg und Lyss besteht eine Dotierwassermenge von knapp 4 m³/s. Nach dem Zusammenfluss mit dem Lyssbach im Gebiet Fenchere / Fulematt wird die Alte Aare vom Abflussregime des Lyssbaches geprägt. Sie kann bei seltenen Hochwassern nördlich der Busswilstrasse die Flächen Richtung Unterworben überschwemmen, wobei hier aufgrund der Gefällsverhältnisse (allmählich sinkender Gefällsgradient Richtung Nordwesten) einerseits sehr geringe Intensitäten auftreten, andererseits über die Ausdehnung des Wassers Unsicherheiten bestehen. Die Siedlung im Perimeter A ist hingegen nicht gefährdet.

5.2 Hangmuren und Spontanrutschungen

5.2.1 Tribey

Gebiet	Bärgliweg
Ereigniskataster	Keine Rutschungs- resp. Hangmurenereignisse eingetragen. Aus dem Graben in der Verlängerung des unteren Bärgliweges sind bei Starkniederschlägen erhöhte Oberflächenwasserabflüsse bekannt. Im Wald westlich von Tribey (Gemeinde Jens) sind mehrere kleine Hangmurenereignisse bekannt.
Hangneigung im Anrissbereich	23 - 30°, im westlichen Bereich bis 35° In Richtung Westen nehmen Hanghöhe und Hangneigung generell zu.

Geländebefunde:

Vom ebenen Talboden steigt die Talflanke erst steil an und flacht danach leicht ab. Im westlichen Teil sind die Hangneigungen mit 35 ° sehr steil, die Hanghöhe beträgt ca. 25 m. Richtung Osten nehmen die durchschnittliche Hangneigung und die Hanghöhe ab. Oberhalb des Bärgliweges liegt sie noch im Bereich von 10 m. Das Gelände oberhalb der Hangkante wird beweidet, z.T. sind Trittschäden und offene Erosionsflächen zu beobachten. Die Hangkante selbst ist mit Bäumen und Sträuchern teilweise bewachsen. Es sind weder Quellaustritte noch Vernässungszonen zu beobachten. Schwach ausgeprägte Muldenstrukturen sind möglicherweise auf alte Hangbewegungen zurückzuführen. Aufgrund des markanten Geländeknicks zum Talboden hin ist die Reichweite des weiteren Auslaufbereichs kurz (einige m).

Geologie:

Der geologische Untergrund wird aufgebaut von Sandsteinen der Oberen Meeresmolasse (OMM). Die Schichtung fällt mit ca. 15° Richtung Norden ein. Im Wald weiter westlich des betroffenen Gebietes stehen die Sandsteine lokal an. Im Untersuchungsgebiet liegen sie unter einer geringmächtigen Lockergesteinsbedeckung (0.5 – 1m). Im Talboden folgen lehmige Verlandungsbildungen. Aus dem Graben in der Verlängerung des Bergliweges erstreckt sich ein kleiner Schuttfächer. Im Graben befindet sich eine Quelfassung.

Förderfaktoren:

- untiefe Durchlässigkeitsdiskontinuität (Molasseoberfläche, ab einer Tiefe von 0.5 bis 1.5 m)
- Trittschäden und offene Erosionsflächen in der Weide oberhalb der Hangkante
- Hangneigungen lokal z.T. gross (bis 35 °)
- Muldenstrukturen sind ev. Spuren einer alten Spontanrutschung
- + Hanghöhe insbesondere im östlichen Bereich eher gering (ca. 10 m)
- + teilweise bewachsen (Bäume und Sträucher, stabilisierender Effekt)

Beurteilung Wahrscheinlichkeit (W) und Intensität (I)	W: gering I: mittel / gering
Umsetzung in der Gefahrenkarte	HM4 (blau): Anriss-, Transit- und Ablagerungsbereich HM1 (gelb): weiterer Auslaufbereich

In den Hängen östlich an die oben beschriebene Zone angrenzend wurden aufgrund der geringen Hang- resp. Böschungshöhen keine Gefahrenflächen ausgeschieden.

5.3 Permanente Rutschungen

Im Perimeter A der Gefahrenkarte wurden keine permanenten Rutschungen beobachtet.

5.4 Steinschlag

Im Perimeter A der Gefahrenkarte sind keine Sturzereignisse zu erwarten.

5.5 Absenkungen, Einsturz, Dolinen

Aufgrund des geologischen Aufbaus des Untergrunds sind keine Absenkungs- resp. Einsturzphänomene zu erwarten.

6. Gefahrenbeurteilung im Perimeter B

Im Perimeter B erfolgt die Gefahrenbeurteilung punktuell für ganz- und teilzeitbewohnte Siedlungen und Einzelgebäude: Grundlage dazu bilden die Gefahrenhinweiskarten und die Überflutungskarten des Kt. Bern sowie die SilvaProtect-Karte mit den modellierten Prozessräumen für das mögliche Auftreten von Hangmuren.

Die vorhandenen Hinweise wurden im Feld auf ihre Plausibilität überprüft. Die Gefahrenbeurteilung erfolgt als Hinweis ohne Angabe der Wahrscheinlichkeit und der Intensität möglicher Gefahrenprozesse.

Auf dem Gemeindegebiet von Worben befinden sich in den Zonen mit Hinweisen auf Gefahrenprozesse im Perimeter B keine gefährdeten Objekte.

Das Bürgerhaus Worben liegt im Überschwemmungsbereich der Alten Aare, ist aber nicht ständig bewohnt. Zurzeit ist ein Schutzprojekt in Arbeit.

7. Gefährdungen und Schutzmassnahmen

7.1 Allgemeines

Das Ziel der Gefahrenbeurteilung ist es festzustellen welche Gefahren wo mit welcher Häufigkeit und mit welcher Intensität auftreten können. Dort wo eine erhebliche Gefährdung von Personen besteht, ist der Handlungsbedarf für Schutzmassnahmen abzuklären.

Im Kanton Bern steht dafür das von der AG Nagef (Arbeitsgruppe Naturgefahren) im 2003 vorgeschlagene Schutzzieldiagramm zur Verfügung. Es besagt, dass für Bauzonen und ständig bewohnte Einzelbauten

- in der roten Gefahrenzone (Gefahrenstufen nach Abb. 1: rot 9, rot 8, rot 7) und in der blauen Gefahrenzone mit mittleren und häufigen Ereignissen (blau 6, blau 5) Schutzmassnahmen nötig sind
- in der blauen Gefahrenzone mit seltenen Ereignissen (blau 4) und in der gelben Gefahrenzone mit häufigen und mittleren Ereignissen (gelb 3, gelb 2) die Notwendigkeit von Schutzmassnahmen mit einer Risikoanalyse zu überprüfen ist.
- in der gelben Gefahrenzone mit seltenen Ereignissen (gelb 1) kein Handlungsbedarf besteht.

Die Erfahrung zeigt aber, dass in der gelben Gefahrenzone - ausser bei Objekten mit besonderer Schadenanfälligkeit oder von hohem materiellem oder immateriellem Wert – in der Regel keine Schutzmassnahmen notwendig sind. Hier kann der Ist-Zustand raumplanerisch und durch Unterhalt gesichert werden. Für Objekte in der blauen und v.a. in der roten Gefahrenzone sind fallweise die Schutzdefizite zu bestimmen und geeignete Massnahmen vorzuschlagen.

Grundsätzlich bieten sich folgende Massnahmen an:

7.1.1 Unterhalt und Kontrolle

- Periodische Begehung von Bächen, Rutsch- und Ausbruchgebieten
- Kontrolle und Beurteilung von bestehenden Verbauungen
- Dokumentation von Veränderungen und Ereignissen (Kontroll- und Unterhaltsjournal)
- Unterhalt von Gewässern, Bau von Drainagen, periodische Felsreinigungen.

7.1.2 Notfallplanung

- Errichten einer Organisations- und Führungsstruktur zur Bewältigung grösserer Ereignisse
- Vorbereitung möglicher Szenarien mit Einsatzplanung
- Bereitstellen von Maschinen und Material für Sofortmassnahmen

7.1.3 Passive Massnahmen

Es geht darum im möglichen Wirkungsbereich eines Naturgefahrenereignisses das Schadenpotential zu mindern. Im Vordergrund stehen dabei raumplanerische Massnahmen im Siedlungsgebiet. Das Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kt. Bern hat dazu die Arbeitshilfe „Berücksichtigung von Naturgefahren in der Ortsplanung „ erarbeitet. Die nachfolgende Tabelle aus dieser Publikation zeigt die wichtigsten Punkte auf.

Tabelle 7 Berücksichtigung von Naturgefahren in der Ortsplanung

Fall	Gefahrengebiet/Gefahrenstufe	Heutige Situation	Behandlung in der Ortsplanung
1	Rot	Nichtbauzone	Keine neue Bauzone
2	Rot	Bauzone / Nicht überbaut	Umzonung in die Nichtbauzone
3	Rot	Bauzone / Überbaut	In der Regel belassen in Bauzone (1)
4	Blau	Nichtbauzone	Umzonung in Bauzone nur ausnahmsweise (1) (2)
5	Blau	Bauzone / Nicht überbaut	Belassen in Bauzone nur ausnahmsweise (1) (2)
6	Blau	Bauzone / Überbaut	In der Regel belassen in Bauzone (1)
7	Gelb		Zurückhaltung bei Bauzonen für sensible Nutzungen (siehe Umschreibung im Muster-Artikel)
8	Gelb-weiss		Zurückhaltung bei Bauzonen für Nutzungen, welche der Aufrechterhaltung der öffentl. Ordnung dienen (Spital, Feuerwehr usw.) oder ein grosses Schadenpotenzial aufweisen.
9	Gefahrenhinweis (unbestimmte Gefahrenstufe)	Bauzone / Nichtbauzone	Keine neue Bauzone (solange Gefahrenstufe nicht bestimmt ist).

Eine detaillierte Risikoanalyse für gefährdete Gebiete ist nicht Bestandteil der Gefahrenkarte. Im Kap. 7.2 sind die wichtigsten gefährdeten Objekte für jeden Gefahrenprozess aufgeführt. Bei den Schutzmassnahmen werden die generellen Möglichkeiten aufgezeigt.

7.1.4 Aktive Massnahmen

Aktive Schutzmassnahmen sind bauliche Massnahmen und erfolgen an der Gefahrenquelle oder im Wirkungsbereich durch technische Schutzbauwerke. Mit diesen Massnahmen wird das Gefahrenpotential verringert. Die bereits vorhandenen technischen Schutzbauwerke sind periodisch auf ihre Funktionstüchtigkeit und Wirksamkeit zu überprüfen. Bei Bauvorhaben erlässt die Gemeinde entsprechende Auflagen.

7.2 Objekte in der roten oder blauen Gefahrenzone

Nachfolgend werden die Objekte aufgelistet, die in der blauen oder in der roten Gefahrenzone liegen. Es sind nur diejenigen Gefahrenprozesse erwähnt die in der Gemeinde auftreten und die für ständig bewohnte Gebäude im Perimeter A eine mittlere (blaue Zone) oder erhebliche (rote Zone) Gefährdung darstellen.

Tabelle 8 Gefährdung durch Wassergefahren

Gewässer	betroffene Objekte	Gefahrenstufe	mögliche Schutzmassnahmen
Binnenkanal	Garageneinfahrten EFH	Ü5, blau	Prüfung eines Rückhaltebeckens, Objektschutzmassnahmen

8. Schlussfolgerungen

8.1 Aktuelle Gefahrensituation

Wassergefahren

- Die Abflusskapazität des Binnenkanals ist zu klein und führt zu Überschwemmungen des angrenzenden Terrains. Beim 100-jährlichen Ereignis sind auch bewohnte Gebäude und Gewerbebetriebe betroffen.
- Das Luterbächli kann beim 100-jährlichen Ereignis Wohngebäude erreichen.
- Ausserhalb des Siedlungsraumes im Perimeter B sind keine Objekte im Bereich von Gefahrenzonen.

Massenbewegungen

- Bei der einzigen im Perimeter A vorhandenen Gefahrenzonen im Gebiet Tribey (Hangmuren) ist mit Ereignissen von schwacher bis höchstens mittlerer Intensität zu rechnen. Ein Gebäude grenzt an die blaue Gefahrenzone.
- Bei den ausserhalb des Siedlungsraumes im Perimeter B ausgeschiedenen Gefahrenhinweisgebieten für Hangmuren ist mit keinen relevanten Schadenereignissen zu rechnen.

Absenkungen, Einsturz, Dolinen

- Auf dem Gemeindegebiet von Worben treten keine verkarstungsfähigen Gesteine auf.

8.2 Umsetzung und Anwendung der Gefahrenkarte

Die Gefahrenkarte ist eine der Grundlagen für die Ortsplanung, die Schutzmassnahmen- und die Notfallplanung sowie das Baubewilligungsverfahren. Die Gefahrenkarte muss innerhalb von zwei Jahren nach der Fertigstellung raumplanerisch im Zonenplan umgesetzt werden. Die Gefahrenggebiete sind bei der Ausscheidung neuer Bauzonen zu beachten. Bei den bestehenden Bauzonen ist die Gefahrensituation anhand der erstellten Gefahrenkarte zu überprüfen und sofern notwendig anzupassen.

Baugesuche in der blauen oder roten Gefahrenzone müssen der zuständigen kantonalen Fachstelle zur Beurteilung vorgelegt werden. Bei Wassergefahren das Tiefbauamt, Oberingenieurkreis III in Biel, bei den übrigen Gefahren das kant. Amt für Wald, Abteilung Naturgefahren in Interlaken.

8.3 Beständigkeit der Gefahrenkarte

Die Gefahrenkarte ist ein dynamisches Dokument. Bedrohungen durch Naturgefahren können sich im Laufe der Zeit ändern. Zu erwähnen sind realisierte Schutzbauten oder die Auswirkungen von Sturmwinden im Wald. Es ist deshalb notwendig die Gültigkeit der Gefahrenkarte periodisch zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Wichtige Voraussetzung dazu ist das laufende Erfassen und Dokumentieren neuer Gefahrenereignisse im Ereigniskataster. Gefahrenbereiche können zurückgestuft werden, wenn die Gefährdung durch wirksame Schutzmassnahmen reduziert oder aufgehoben wurde.

9. Grundlagen

9.1 Allgemeine Unterlagen

- Amt für Geoinformation des Kt. Bern (2001): UP5, digitaler Übersichtsplan des Kt. Bern 1:5'000
- Amt für Geoinformation des Kt. Bern (2000): Grenz25; politische Grenzen des Kantons Bern 1:5'000
- Amt für Geoinformation des Kt. Bern (1999): GN5, Gewässernetz 1:5'000
- Landeshydrologie und –geologie: Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blätter 126 Büren a.A. (2004), 1145 Bieler See (1971), Lyss (1981)
- Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kt. Bern (1976): Hydrogeologie Seeland
- Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kt. Bern (1976): Seeland: Infiltration aus Hagneckkanal und Alter Aare

9.2 Naturgefahrenspezifische Unterlagen

- AGR Kt. Bern (2009): Berücksichtigung von Naturgefahren in der Ortsplanung : Arbeitshilfe für die Ortsplanung
- Kant. Arbeitsgruppe Naturgefahren (2009): Arbeitshilfe zu Art. 6 BauG, Bauen in Gefahrengeländen
- Kantonale Gebäudeversicherungen (2005): Wegleitung Objektschutz gegen gravitative Naturgefahren
- AG Nagef Kt. Bern (2005): Grundlagenpapier Risikostrategie Naturgefahren – Umgang mit dem Risiko Wasser-, Massenbewegungs- und Lawineneignissen
- Bollinger D., Keusen H.R., Rovina H., Wildberger A., Wyss R. (2004): Entwurf Gefahreneinstufung Rutschungen i.w.S., Arbeitsgruppe Geologie und Naturgefahren (AGN)
- KAWA/TBA Kt. Bern (2003): Digitale Gefahrenkarte des Kt. Bern – Datenmodell GK5 light
- BWG (2003): Hochwasserabschätzung in schweizerischen Einzugsgebieten. Praxishilfe des BWG
- AG Nagef Kt. Bern (2003): Schutzziele Kt. Bern für Siedlungen und Verkehrswege (Schutzzielmatrices)
- BWG, WSL (2002): Hochwasserabschätzung in schweizerischen Einzugsgebieten. Software zur Praxishilfe (HAKESCH Version 1.03)
- BWG (2002): Hochwasserabschätzung in schweizerischen Einzugsgebieten. Berichte des BWG Serie Wasser, Nr. 4
- Arbeitsgruppe Naturgefahren Kt. Bern (2002): Merkblatt Gefahrengutachten
- BWG (2001): Hochwasserschutz an Fließgewässern. Wegleitungen des BWG
- KAWA/TBA/AGR Kt. Bern (1999): Achtung Naturgefahr – Verantwortung des Kantons und der Gemeinden im Umgang mit Naturgefahren
- BUWAL (1999): Umweltmaterialien Nr. 107/I Naturgefahren – Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren – Fallbeispiele und Daten
- BUWAL (1999): Umweltmaterialien Nr. 107/I Naturgefahren – Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren - Methode
- BUWAL (1998): Umweltmaterialien Nr. 85 Naturgefahren – Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren
- BWG Bundesamt für Wasser und Geologie (1998): Anforderungen an den Hochwasserschutz 95
- BRP/BWW/BUWAL (1997): Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Empfehlung des Bundesamtes für Wasserwirtschaft und des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft
- BWW/BRP/BUWAL (1997): Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Empfehlung des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft und des Bundesamtes für Raumplanung
- Rickli Ch., Forster F. (1997): Einfluss verschiedener Standorteigenschaften auf die Schätzung von Hochwasserabflüssen in kleinen Einzugsgebieten. Schweiz. Z. Forstwes. 148
- Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie (GHO), Landeshydrologie und Geologie (1996): Empfehlung zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen
- VAW (1995): Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie: Diskussion einiger kritischer Punkte bei der Abschätzung von Hochwasserabflüssen (massgebender Niederschlag, Abflussbildung, Fließzeiten im Gerinne). Unveröff. Bericht Nr. 4021 /93a. Zürich
- BWW/BUWAL (1995): Symbolbalken zur Kartierung der Phänomene

- Lehmann C. (1993): Zur Abschätzung der Feststofffracht in Wildbächen. Grundlagen und Anleitung. Geographica Bernensia G42. Bern
- Forster F. (1992): Hochwasserabflüsse in kleinen Einzugsgebieten. Unterlagen zur Fortbildungsveranstaltung der Forstlichen Arbeitsgruppe für Wildbach-, Hang- und Rensenverbau
- Rickenmann D. (1990): Bedload transport capacity of slurry flows at steep slopes. Mitteilung 103 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie. Zürich
- Smart G.M., Jaeggi M.N.R. (1983): Sedimenttransport in steilen Gerinnen. Mitt. der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie Nr. 64. Zürich
- EAFV (1979ff): Eidg. Anstalt für das Forstliche Versuchswesen (heute WSL): Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes. Birmensdorf

9.3 Technische Berichte

- Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis III (2010): Ereignisdokumentation Naturgefahren Gemeinde Worben
- Kanton Bern, Baudirektion, Tiefbauamt, Gebäudeversicherung (o.J.): Überflutungsgefährdung Kanton Bern, Gemeinde Worben, Überflutungskarte 1:25'000
- Tiefbauamt des Kantons Bern (o.J.): Gewässernetz des Kantons Bern 1:5'000

CSD INGENIEURE AG



Hansruedi Steiner



Thomas Ninck

Liebefeld, den 25. Oktober 2012

BETEILIGTE MITARBEITENDE

Dr. Hansruedi Steiner, dipl. Geologe

Dr. Christoph Lehmann, dipl. Geomorphologe, Hydrologe

Thomas Ninck, dipl. Geologe

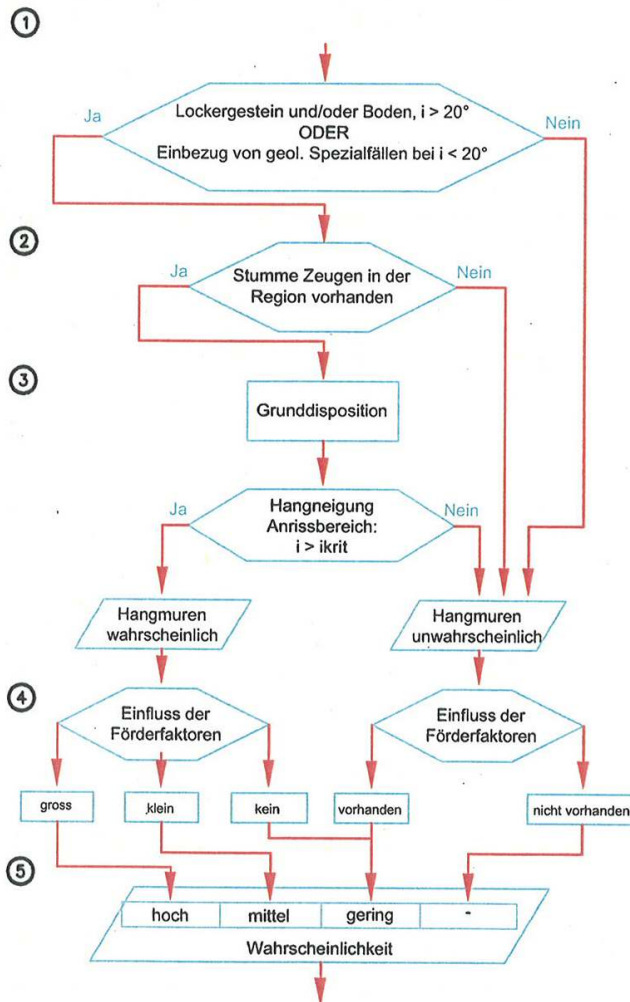
Sibylle Fenner, dipl. Geologin

Aus Umweltschutzgründen druckt CSD seine Dokumente auf 100 % Recyclingpapier (ISO 14001).

BEILAGE A SCHEMA BEURTEILUNG VON HANGMUREN (AGN-METHODE, 2004)

Flussdiagramm und Kriterien zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeiten von Hangmuren

Flussdiagramm



Kommentar

Einschränkung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet wird festgelegt. Einbezogen werden Lockergesteinsböschungen und Bodenschichten mit folgenden Kriterien:

- Hänge mit einer Hangneigung $> 20^\circ$
- geologische Spezialfälle, wo Hangmuren bei kleineren Hangneigungen vorkommen können (Gebiete mit geringer Scherfestigkeit, oder mit markanten Gleitflächen, etc.)

Kartierung und Beurteilung der stummen Zeugen

Die stummen Zeugen im Untersuchungsgebiet werden aufgenommen und beurteilt. U.a. wird die kritische Hangneigung (für den Abgang einer Hangmure) und deren Streubreite erfasst.

Einbezug und Beurteilung der Grunddisposition

Anhand eines statistischen Ansatzes wird die Grunddisposition eines topographisch und geologisch/geotechnischen Bereiches beurteilt. Anhand der stummen Zeugen wird die durchschnittliche effektive Hangneigung (i_{quer}) und die Standardabweichung (i_s) für den Abgang einer Hangmure in der Region in Abhängigkeit der Datenlage entweder berechnet oder abgeschätzt. Da es sich dabei um Operationen an Winkelmassen handelt, wird der Mittelwert und die Stdabw. über den Tangens der Neigungen berechnet.

Als Schwellenwert zur Ausscheidung von potentiellen Hangmurzonen wird die mittlere Hangneigung (i_{quer}) um eine Standardabweichung (i_s) abgemindert und als kritische Hangneigung bezeichnet (i_{krit}).

Schlussendlich wird die Neigung des zu beurteilenden Hanges (i) mit der kritischen Hangneigung verglichen. Ist (i) grösser als (i_{krit}) sind Hangmuren wahrscheinlich.

Einbezug und Beurteilung der Förderfaktoren

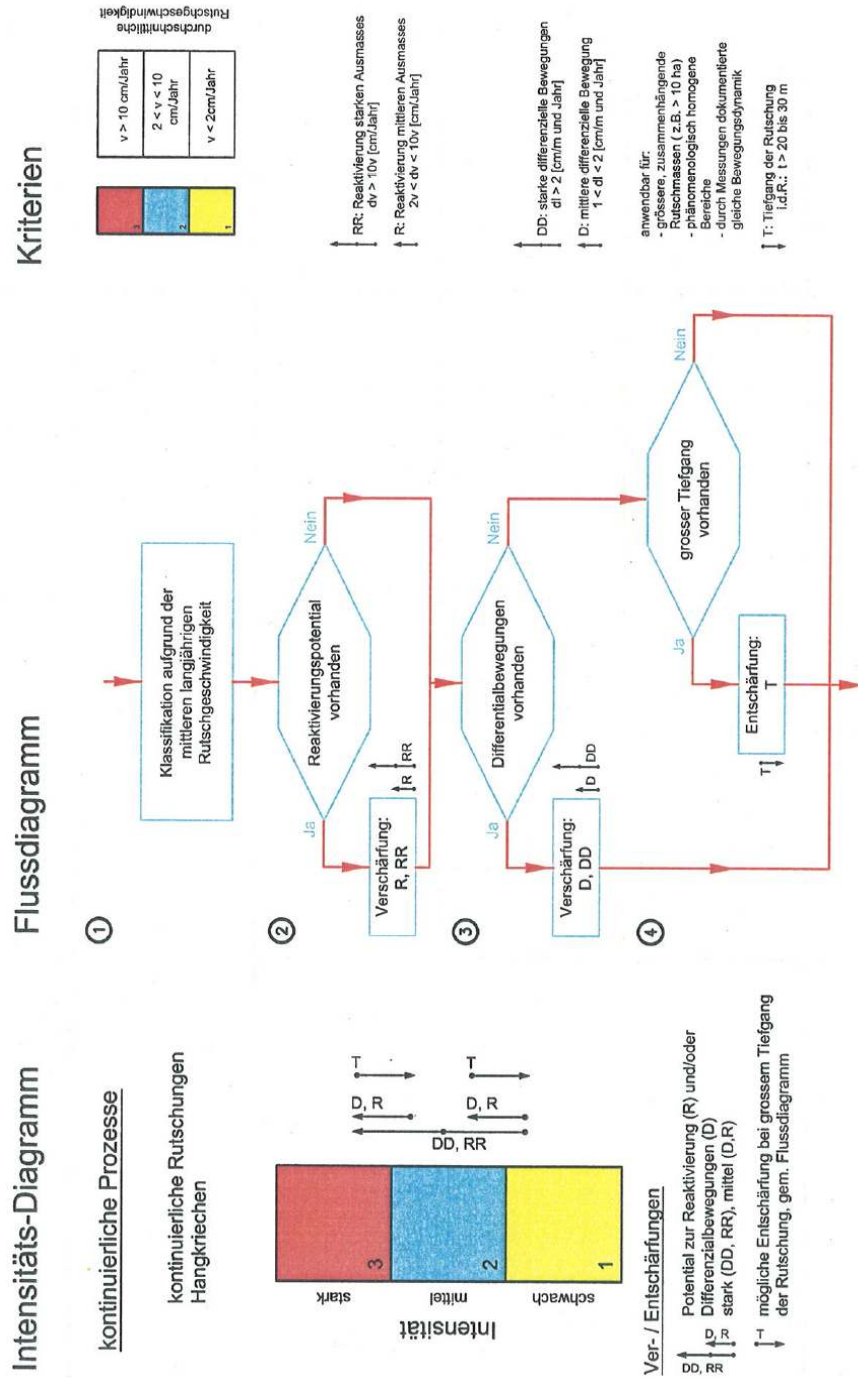
Die Anzahl der vorhandenen Förderfaktoren (Durchlässigkeitskontraste, Oberflächenbeschaffenheit, Geländeform, etc.) wird einbezogen und beurteilt.

Bestimmung der Wahrscheinlichkeit

Entsprechend der Beurteilung der Förderfaktoren ergibt sich dann die Eintretenswahrscheinlichkeit der Hangmuren.

BEILAGE B SCHEMA BEURTEILUNG VON PERMANENTEN RUTSCHUNGEN (AGN-METHODE, 2004)

Flussdiagramm und Kriterien zur Beurteilung von permanenten Rutschungen



BEILAGE C FOTODOKUMENTATION WASSERGEFAHREN



5.1.1 Binnenkanal
Im Bereich Chromme.



5.1.1 Binnenkanal
Bei Bugglere-Breitmat.



5.1.1 Binnenkanal :
Brücke Tribeystrasse



5.1.1 Binnenkanal:
Brücke bei der Bielstrasse.



5.1.1 Binnenkanal:
Einfamilienhäuser mit gefährdeten Garageneinfahrten.



5.1.1 Binnenkanal :
Restaurant Fischereipark



5.1.2 Luterbächli :
Beim Durchlass Bielstrasse.



5.2.1 Luterbächli:
Vor der Mündung in den Binnenkanal.



5.1.3 Mühlbach



5.1.3 Mühlbach
Steg beim Bauernhaus.