

Baukommission Riemenstaldnerbach

Sisikon HW 77 / Riemenstaldnerbach, Rutschung Binzenegg

Gefahrengutachten Nr. L0154.1

Horw und Zollikofen, 24. Oktober 2001 / ar

Bearbeiter: Dr. Hans Rudolf Keusen
Dr. Serena Liener

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	3
1. Einleitung	4
2. Fragestellung	4
3. Unterlagen	4
4. Ausgeführte Untersuchungen	5
5. Die Rutschung Binzenegg	5
5.1 Ausdehnung, Ereignis 1988 (Anhang 1 und 2)	5
5.2 Geologie	6
5.3 Hydrogeologie	7
5.4 Dynamik der Rutschung Binzenegg	7
5.5 Rutschmodell, Mechanismen, Kausalität	8
5.6 Gefahrenpotential der Rutschung Binzenegg und Risiken	10
5.7 Auswirkungen von in den Riemenstaldnerbach gelangenden Rutschmassen	11
6. Beantwortung der Fragen	13

Anhang

Übersicht Rutschung Binzenegg 1:2'000 (aus Bericht Grundbauberatung)	1
Ansicht vom Gegenhang am 19.9.2001 (Foto GEOTEST)	2
Erläuterungen zu den Gefahren- und Risikokarten	3
Gefahrenkarte mit Intensitäten und Eintretenswahrscheinlichkeit	4
Schadenerwartungswerte	5
Frühwarndienst	6

Zusammenfassung

Im Gebiet Binzenegg besteht eine grössere, aber langsame Hangbewegung. Sie umfasst eine Fläche von ca. 15 ha und ein Volumen von 2 - 3 Mio. m³. 1988 erfolgte in der Front dieser Bewegung, im rechtsufrigen Einhang des Riemenstaldnerbaches, eine spontane Rutschung von 50'000 m³, welche den Bach vorübergehend aufstaute. Ein Teil des Rutschmaterials wurde im Laufe der Zeit, vor allem während dem Hochwasser-Ereignis von 1999 abgetragen.

Es soll beurteilt werden, welche Risiken von der Hangbewegung Binzenegg ausgehen, einerseits a) für die Häuser der Binzenegg, Eichboden und Buelacher selbst und b) für das Dorf Sisikon in Form von durch die Rutschung allfällig indirekt verursachten Geschiebeverfrachtungen. Im Weiteren sollte untersucht werden, ob der Einsatz von Schutzmassnahmen zweckmässig ist.

Der Bericht kommt zum Schluss, dass die Gefährdung der Häuser Binzenegg und der Gemeindestrasse nach Riemenstalden relativ gering ist. Die Risiken beschränken sich hier auf allfällige bauliche Schäden an den Bauwerken.

Eine nicht auszuschliessende weitere Sekundärrutschung aus dem rechtsufrigen Hang des Riemenstaldnerbaches erhöht das Gefahrenpotential für Sisikon, jedoch nicht massgebend.

Es werden Massnahmen in Form von Tiefenentwässerungen (ca. 1 Mio. Fr.) und grossflächigen Hangverbauungen (gegen ca. 2 Mio. Fr.) diskutiert. Neben Problemen der technischen Realisierung solcher Massnahmen ist vor allem ihre Wirkung im Hinblick auf eine Verminderung der vorhandenen Risiken beschränkt. Für die bestehenden Wohnhäuser bringen diese Massnahmen praktisch keinen Gewinn an Sicherheit. Für Sisikon könnte ein grossflächiger Hangverbau das Gefahrenpotential etwas reduzieren. Die davon ausgehenden Risiken werden aber nur geringfügig vermindert.

Der Bericht kommt deshalb zum Schluss, keine grösseren baulichen Schutzmassnahmen vorzunehmen. Deren Kosten und technische Probleme stehen in keinem Verhältnis zum Gewinn in Form einer Reduktion der Schadenerwartungswerte.

Es wird aber neben kleineren, ergänzenden Verbaumassnahmen im Gerinne empfohlen, einen systematischen und aussagekräftigen Frühwarndienst aufzuziehen. Damit können eine allfällige Beschleunigung der Hangbewegung und die Entstehung der Gefahr von Sekundärrutschungen frühzeitig erkannt werden.

1. Einleitung

Nach einer gemeinsamen Feldbegehung am 30.5.2001 gemeinsam mit den Herren H. Weber und W. Handschin (Amt für Tiefbau, Uri) und Herrn Dr. H. Raetzo (BWG) unterbreiteten wir am 18.6.2001 eine Offerte für ein Gefahrengutachten und die Beantwortung der konkret gestellten Fragen. Mit der Bestellung der Baukommission Riemenstaldnerbach vom 28.6.2001 erhielten wir den Auftrag für die Abklärungen.

2. Fragestellung

Hauptproblem ist die Beurteilung der von der Rutschung Binzenegg für die Siedlungsgebiete ausgehenden **Risiken**: a) für die Gehöfte im Gebiet Binzenegg, welche von der Rutschung direkt betroffen sind und b) für das Dorf Sisikon, welches durch Hochwasser des Riemenstaldnerbaches, allenfalls intensiviert durch Rutschmassen der Rutschung Binzenegg, gefährdet sein kann.

In diesem Zusammenhang wurden uns vom Auftraggeber konkrete Fragen gestellt. Diese betreffen neben der Einschätzung der oben erwähnten Risiken auch das zweckmässige **Gefahren- und Risikomanagement**, d.h. geeignete Schutzmassnahmen in Form von Verbauungen und Entwässerungen sowie Frühwarndienste. Die Fragen sind im Kapitel 6 wortgetreu aufgeführt.

Mit dem Bericht der Grundbauberatung vom 29.1.2001 liegen bereits eine Beurteilung und konkrete Empfehlungen für Schutzmassnahmen vor.

Unser Gutachten ist daher in gewissem Sinne eine "second opinion", wie sie bei grösseren Naturrisiken durchaus sinnvoll ist.

3. Unterlagen

Wir stützen uns im Wesentlichen auf die folgenden Unterlagen:

- Grundbauberatung AG, 29.1.2001: Rutschung Binzenegg, Chronik 1988 - 2000
- Grundbauberatung AG, 13.8.2001: Rutschung Binzenegg, Extensometer-, Klinometer und geodätische Messungen
- T.R. Schneider, 15.6.1987: Umfahrung Sisikon, Geologische Detailkartierung
- Geoplan, 25.7.1989: Wasserversorgung Sisikon, Aegerli-Quellen, Herkunft des Wassers
- T.R. Schneider, 31.12.1999: Auswertung der Seismik im Raume Sisikon.
- Birchler, Pfyl + Partner AG, 23.7.1997: Technischer Bericht Bachsanierung im Dorf Sisikon
- Oeko-B AG, Januar 1997: Gefahrenkarte Riemenstaldnerbach

- Ch. Lehmann, 1994: Expertise Geschiebe Riemenstaldnerbach: Feststoffhaushalt und Verlagerungsprozesse während eines künftigen Grossereignisses
- Ch. Lehmann, 1996: Erläuterungen zur Feststofffracht im Riemenstaldnerbach, Uri
- Ch. Lehmann, 1999: Bericht über die Feststoffverlagerung während des Ereignisses vom 22. Mai 1999 im Riemenstaldnerbach, Gemeinde Sisikon, Kanton Uri
- A. Zwyszig Ingenieurbüro AG, Kissling + Zbinden AG, 11.4.2000: Technischer Bericht Sofortmassnahmen nach dem Hochwasserereignis vom 22.5.1999
- A. Zwyszig Ingenieurbüro AG, Kissling + Zbinden AG, 31.7.2001: Arbeitspapier, Schwemmholz-Rückhaltmassnahmen
- BUWAL, 1999: Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren, Umwelt-Materialien Nr. 107/I und II.

4. Ausgeführte Untersuchungen

Wir stützen uns im Wesentlichen auf das Studium der vorhandenen Unterlagen und einige gezielte Feldbegehungen.

Der nachfolgende Bericht ist so aufgebaut, dass wir in Kapitel 5 die Rutschung Binzenegg vorerst bezüglich ihrer Kausalität, ihrer Dynamik und Mechanismen sowie des davon ausgehenden Gefahrenpotentials beschreiben und beurteilen und dann im Kapitel 6 die gestellten Fragen direkt beantworten.

5. Die Rutschung Binzenegg

5.1 Ausdehnung, Ereignis 1988 (Anhang 1 und 2)

Als Rutschung Binzenegg verstehen wir nachfolgend die 1988 im Gelände sichtbar gewordene grossflächige, langsame Massenbewegung. Sie ist ca. 300 - 350 m breit und ca. 400 m lang und umfasst eine Fläche von ca. 15 ha. Bergseits wird sie begrenzt durch die Gemeindestrasse nach Riemenstalden (wobei sie im Osten noch etwas höher hinaufgreift), talseitig durch den Riemenstaldnerbach. Die seitliche Begrenzung im Osten war 1988 offenbar relativ scharf durch offene Anrisse erkennbar, während diese im Westen abgesehen von einigen Anrissen nahe den Häusern Binzenegg undeutlich ist. Im Rutschgebiet selbst liegen demzufolge vor allem die Häuser Eichboden und Büelacher (3 Wohnhäuser, mehrere Ställe).

Am 23.4.1988 erfolgte in der Front dieser Rutschung, im rechtsufrigen Steilhang über dem Riemenstaldnerbach ein spontaner Abgang von ca. 50'000 m³ Lockermaterial. Die Bewohner von Büelacher wurden auf das Ereignis durch Lärm und eine Staubwolke aufmerksam. Offenbar (Aussage Ortsansässiger im Büelacher) hatte sich die spontane Rutschung durch

Anrisse bereits früher angekündigt. Im Bericht vom 6.10.1988 der Grundbauberatung wurde dieses Phänomen beschrieben.

Die Rutschmassen stauten den Riemenstaldnerbach auf, so dass im Gerinne während kurzer Zeit ein kleiner See entstand. Das Bachbett wurde örtlich bis zu 16 m mit Hangschuttmaterial eingedeckt. Der Riemenstaldnerbach bahnte sich anschliessend auf der linken Bachseite einen Weg durch die Rutschmassen und führte das abgelagerte Geschiebe teilweise ab.

Verschiedene kleinere Hochwasserereignisse erodierten den Böschungsfuss so, dass sich das Gerinne wieder nach rechts an den Böschungsfuss verlagerte. Intensive Niederschläge verbunden mit der Schneeschmelze führten am 22. Mai 1999 zu einem Hochwasser, welches bei der Sekundärrutschung Binzenegg mehr als 20'000 m³ Material erodierte und zusammen mit weiteren ca. 10'000 m³ nach Sisikon führte. Der hohe Geschiebeanteil und der hohe See- wasserstand verursachten rasch Auflandungen in der gesamten Schale bis zur Sagerei Wyrsh. Das minimale Freibord bei der SBB-Brücke, beim Fussgängersteg sowie bei der Axenstrasse lag zeitweise zwischen 10 und 20 cm. Dank dem Baggereinsatz konnte eine Verklausung und ein Ausbrechen des Riemenstaldnerbaches verhindert werden.

5.2 Geologie

Die Rutschung Binzenegg liegt im Gebiet des Fronwaldbergsturzes, der möglicherweise interglazial erfolgt ist. Die Bergsturzmasse wurde später durch Gletscher überfahren.

Aus dieser Geschichte erklärt sich der Aufbau des Untergrundes. Über dem Fels, welcher aus Valangenienergeln besteht, folgen meist stark kiesige und blockige Lockergesteine mit hohem Sand- aber wenig Silt-Ton-Gehalten. In der z.T. noch offenen Fläche des Rutsches von 1988 können die Lockergesteine gut studiert werden: relativ locker gelagerte, sandige Kiese mit einem grossen Anteil an Steinen und Blöcken.

Der Fels, Mergel des Valangeniens, liegt im Rutschgebiet in Tiefen von 15 bis 35 m und dürfte mehr oder weniger hangparallel zum Bach abfallen. Seismische Untersuchungen (Schneider) zeigen, dass der Fels im Bachbereich ca. 10 m unter dessen Sohle liegt. Gleichzeitig deutet sich eine Rinne an, die etwas nördlich (und wesentlich tiefer) des heutigen Bachbettes verläuft. Das Bett des Riemenstaldnerbaches wurde demzufolge im Laufe der Zeit durch Schutt und Bergsturzmateriale, welches von Norden in den Graben gelangte, deutlich angehoben.

Etwas weiter bachaufwärts, östlich der Rutschung 1988, bilden hausgrosse Bergsturzböcke eine markante Stufe (Wasserfälle). Oberhalb dieser Stufe ist rechtsufrig Valangenienergel anstehend. Dies bedeutet, und es wird auch durch die geologische Kartierung von Schneider bestätigt, dass der Felsuntergrund östlich der Rutschung Binzenegg ansteigt und hier untief ansteht. Es ist deshalb nicht ganz ausgeschlossen, dass der Fels, welcher am Ostrand der Rutschfläche 1988 zum Vorschein kommt, ebenfalls anstehend ist. Diese Beobachtungen sind für die Beurteilung der Hangstabilität (siehe unten) wichtig.

5.3 Hydrogeologie

Es fällt auf, dass das Rutschgebiet Binzenegg weitgehend trocken ist. Es sind keine Bäche und, abgesehen von den Quellen nahe am Bach, keine grösseren Wasseraustritte vorhanden. Das Wasser fliesst, und dies ist wegen der relativ grossen Durchlässigkeit der Bergsturzmasse nicht erstaunlich, vorwiegend im tieferen Untergrund ab. Die von Geoplan 1989 durchgeführten Färbversuche bestätigten die grosse Durchlässigkeit mit schnellen Fließgeschwindigkeiten.

Am Fuss der rechtsufrigen Steilhänge des Riemenstaldnerbaches sind mehrere grössere Quellwasserfassungen vorhanden: Hangquelle (150 - 440 ℓ /min), Aegerliquelle (290 - 1'015 ℓ /min), Schachtquelle (120 - 760 ℓ /min). Es fallen die z.T. sehr grossen Schüttungsschwankungen auf; Spitzen erscheinen im Mai und Juni. Die Wassertemperaturen sind dagegen auffallend konstant: 8.7 - 9.2°C.

Von uns wurden zudem am 1.9.2001 starke Wasseraustritte aus einer kleinen Rutschfläche unmittelbar bergseits, östlich der Rutschung 1988 beobachtet. Die Rutschfläche von 1988 war dagegen vollständig trocken.

Leider wurden die Wasserbeobachtungen im Zuge der Untersuchungen äusserst stiefmütterlich behandelt. Keine der Bohrungen wurde mit einem Piezometer (z.B. gelochtes Inklinometer) ausgerüstet. Die Angaben zum Wasser beschränken sich auf wahrscheinlich beim Bohren beobachtete Spiegel in KB 6 (-15.80 m), KB 7 (-21.50 m) und Extensometer 6 (17 - 22 m). Ob die übrigen Bohrungen trocken waren, ist nicht bekannt. Immerhin bestätigen diese wenigen Angaben den vermuteten tiefgründigen Wasserabfluss unmittelbar über der Felsoberfläche oder innerhalb einer aufgelockerten Felszone.

Ob das Wasser ausschliesslich aus den bergseitigen Lockergesteinen zuströmt oder nicht auch aus dem Felsuntergrund (evtl. Karst), ist unbekannt. Wir gehen aber davon aus, dass die Abflüsse des Hangwassers a) tief erfolgen und b) sehr inhomogen sind.

5.4 Dynamik der Rutschung Binzenegg

Das in der Rutschung liegende Inklinometer KB 1 gibt Anhaltspunkte bezüglich der Dynamik der grossen Rutschung. Nach dem deutlichen Schub von 1988, der aber wahrscheinlich mit den Messungen nicht mehr voll erfasst wurde, folgte eine Phase relativer Ruhe (Hangbewegung bei KB 1 ca. 5 mm/J). Im Frühsommer 1999 folgte dann ein erneuter starker Schub (ca. 150 mm/J). Seit Mitte 1999 hat sich die Kriechbewegung wieder stark beruhigt.

Es muss festgehalten werden, dass nur das Inklinometer KB1 diese z.T. markante Bewegung zeigt. Alle anderen Inklinometer zeigen sehr geringe Deformationen von <5 mm/J und wurden durch die Nässeperioden von 1988 und 1999 kaum beeinflusst. Alle diese Bohrungen liegen am Rande oder ausserhalb der Rutschung. Ob die in KB 1 beobachteten Hangbewegungen für das ganze von der Grundbauberatung abgegrenzte und 15 ha grosse Rutschgebiet (siehe Anhang 1) repräsentativ sind, ist unsicher.

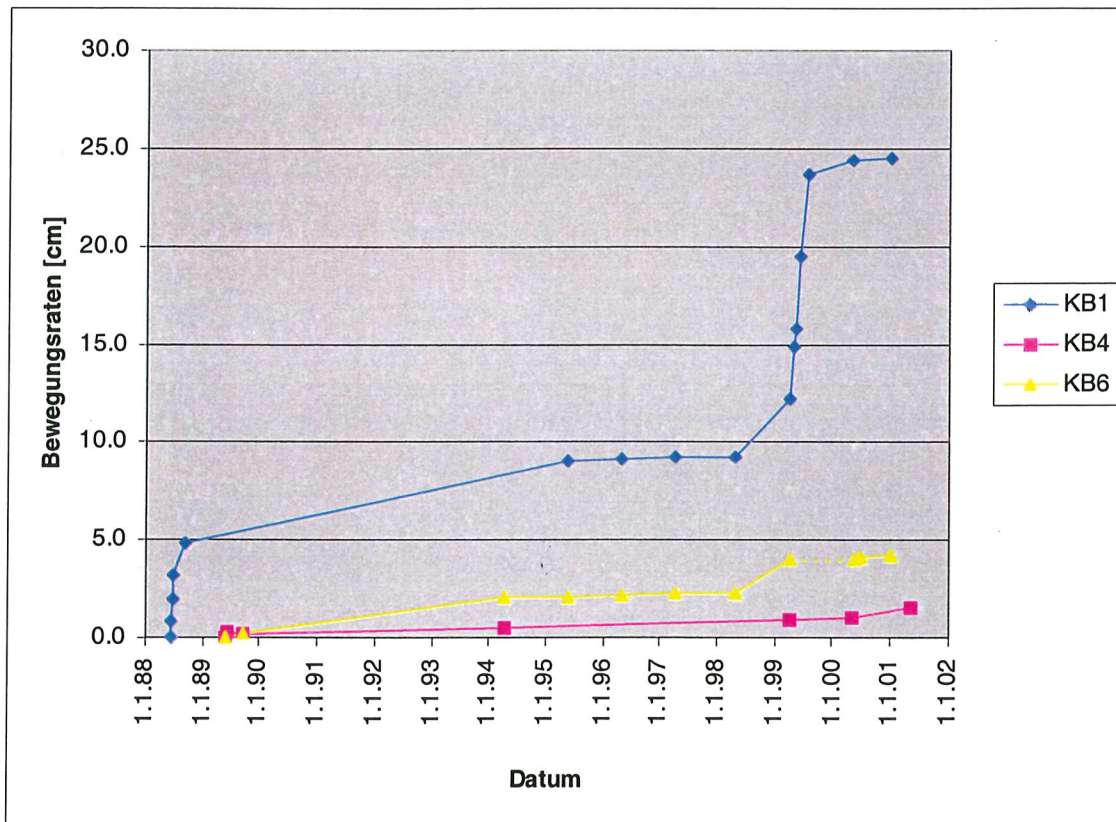


Abbildung 1 Die Hangbewegungen der Rutschung Binzenegg 1988 - 2001 (aus Inklino- und Extensometermessungen der Grundbauberatung)

Eindeutig erkennbar war das Öffnen der 1988 aufgetretenen Risse im Bereich der Riemenstaldnerstrasse sowie, allerdings deutlich geringer, im Bereich der zum Weiler führenden Flurstrasse. Anzeichen, welche auf eine erneute grössere Rutschung hinweisen könnten, waren nicht auszumachen (Auszug Bericht Schwemmholzproblematik Grundbauberatung vom 17.6.1999). Heute sind nirgends Anzeichen einer stärkeren Aktivität zu beobachten.

1999 war bezüglich der Massenbewegungen ein ausserordentliches Jahr. Nach einem sehr nassen Herbst 1998 folgte ein nasser, z.T. warmer (Februar) Winter mit grossen Schneemengen bis weit in den Frühling, einer späten Schneeschmelze und Regen im Mai. Die Bedingungen reaktivierten vielerorts alte Rutschungen.

5.5 Rutschmodell, Mechanismen, Kausalität

Die Rutschung Binzenegg umfasst ca. 2 - 3 Mio. m³ Lockergestein. Diese Masse kriecht mit einer Geschwindigkeit von normalerweise ~5 mm/Jahr talwärts. In Jahren starker Nässe, ins-

besondere bei später und intensiver Schneeschmelze, wie 1988 und 1999, kann sich die Rutschung stark beschleunigen. In Normaljahren kommt sie fast zum Stillstand (Abb. 1). Es ist unsicher, ob überall, wie bei KB 1, eine scharfe Gleitfläche (hier Valangenienergel) vorhanden ist (Abb. 2). Die Rutschmasse brandet im Tobel des Riemenstaldnerbaches auf. Die Front der Rutschmasse übersteilt sich so im Laufe der Zeit und es kann dann hier zu spontanen Abbrüchen kommen. Die Bildung übersteilter Hänge ist aber wegen der kleinen Bewegungsraten sehr langsam.

Ähnliche Rutschungen kennen wir von vielen Orten in den Alpen, z.B. Lauterbrunnen, Gryfenbach (15 Mio. m³, Normalbewegung 10 - 20 mm/Jahr, Spitze 1999 >300 mm/J). Charakteristisch für diese Rutschungen ist, dass sie über Jahrzehnte und Jahrhunderte kriechen können, ohne grössere Schäden anzurichten und dass sie offenbar problemlos stärkere Belastungen viskoplastisch verarbeiten können. Ursachen sind die Materialeigenschaften, Topographie sowie Porenwasserdrücke. Der vorübergehende Anstieg der Porenwasserdrücke in Nässezeiten verursacht die vorübergehenden Beschleunigungen.

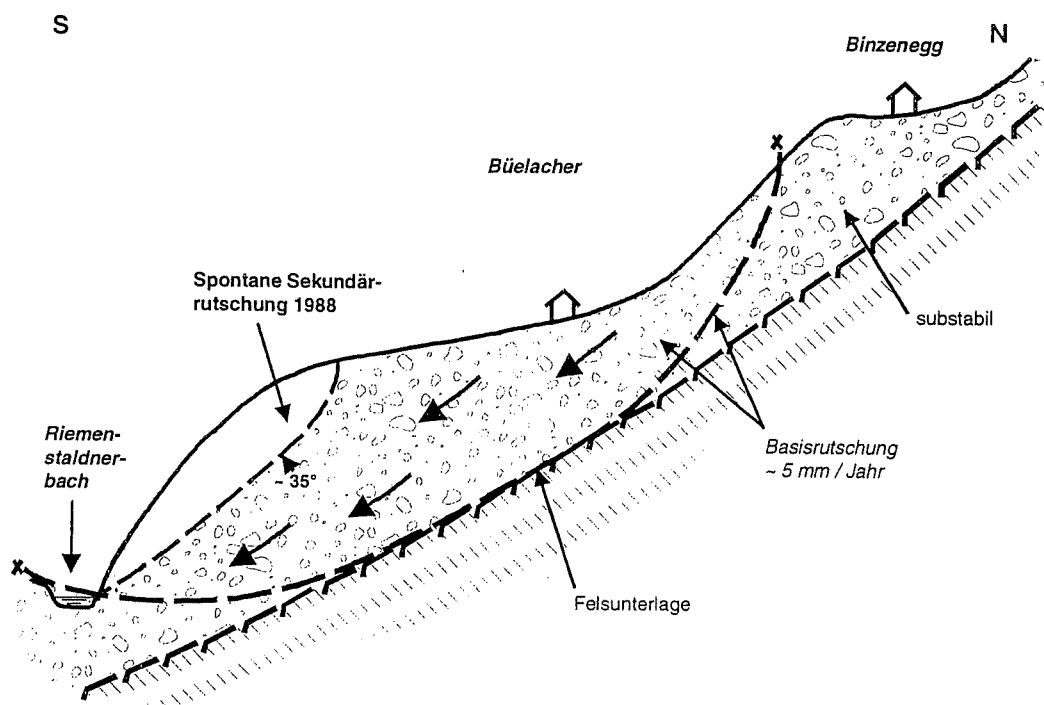


Abbildung 2 Geologisches Modell der Rutschung Binzenegg

Die 1988 in der Front erfolgte Spontanrutschung hatte ihre Ursache in der langsamen Übersteilung des Geländes infolge der schiebenden grossen Rutschmasse. Heute, nach dem Abgang der Erdmassen, weist der Hang eine natürliche Neigung von ca. 35 - 38° auf. Dies entspricht etwa der inneren Reibung des stark kiesigen Materials. Bis 1988 hatte sich der Hang auf über 45° versteilt und wurde zunehmend instabil. Die Erosion des Hangfusses durch den

Riemenstaldnerbach könnte die Spontanrutschung begünstigt und schlussendlich ausgelöst haben. Ähnliche Voraussetzungen verursachten auch die spontanen Tripfirutsche 1966 und 1983 in der übersteilten Front der oben erwähnten Gryfenbachrutschung in Lauterbrunnen.

5.6 Gefahrenpotential der Rutschung Binzenegg und Risiken

Für die Beurteilung des Gefahrenpotentials der Rutschung Binzenegg müssen zwei Prozesse klar unterschieden werden:

- a) die langsam **kriechende** grosse Rutschmasse (Basisrutschung)
- b) lokale **spontane** Sekundärrutschungen.

a) Hangkriechen (Basisrutschung)

Das Gefahrenpotential von a) kann als klein beurteilt werden. Die Rutschung ist tiefgründig und vorwiegend langsam. Die Hangbewegung hat in der Regel keine direkten grösseren Auswirkungen an der Oberfläche. In Phasen grösserer Beschleunigungen, wie sie immer wieder auftreten können, kann es bei den Grenzflächen zu stärkeren differentiellen Bewegungen kommen.

Dass die Rutschmasse sich so beschleunigt, dass sie als Ganzes abgleitet, ist sehr unwahrscheinlich, da sie auch grosse Belastungen plastisch verarbeiten kann.

Die von diesem Prozess ausgehenden Risiken sind sehr klein. Sie betreffen die lokale Deformation von Strassen (wie 1988), welche die Grenzflächen der Rutschung queren.

Von den bestehenden Häusern liegen einige (Eichboden, Büelacher) innerhalb der grossen Rutschung. Hier sind bisher keine grösseren Schäden aufgetreten (Ausnahme siehe unten). Die tiefgründige Rutschung wirkt sich an der Oberfläche abgesehen von Stellen bei Grenzflächen nur wenig aus.

Die Häuser der Binzenegg liegen knapp ausserhalb der oberen Anrisse. Messungen (KB 4, KB 5, KB 7) zeigen hier generell und auch im Jahr 1999 nur leichte Bewegungen.

b) Spontane Sekundärrutschungen

In übersteilten Hangpartien mit Neigungen von $\geq 45^\circ$ sind lokale Sekundärrutschungen möglich. Solche Steillagen sind z.T. unterhalb der Riemenstaldnerstrasse (Binzenegg) oder in den rechtsufrigen Einhängen des Riemenstaldnerbaches vorhanden.

Die im Bereich der Gemeindestrasse nach Riemenstalden vorhandenen Steilhänge sind lokal eng begrenzt. Heute deutet nichts auf akute, rezente Bewegungen hin. Allfällige Spontanrutschungen sind nicht auszuschliessen; sie dürften aber begrenzt sein und sich durch Deformationen in der Strasse ankündigen. Dass die oberhalb der Strasse stehenden Häuser der Binzenegg betroffen würden, ist heute eher unwahrscheinlich, aber nicht völlig auszuschliessen.

Die steilen rechtsufrigen Einhänge des Riemenstaldnerbaches sind grossflächiger. Der lockere Gehängeschutt ist erosionsanfällig. Deshalb sind die getroffenen Massnahmen im Bach in Form einer gossen Sperre zur Hebung des Bachbettes und der massive Blockverbau des Bachbettes äusserst wichtig und wirksam.

Es ist vor allem die Stabilität der östlich und westlich an den Rutsch von 1988 anschliessenden Hänge zu überprüfen. Im Rutschhang selbst hat sich die Situation durch eine Abflachung auf den natürlichen Böschungswinkel weitgehend beruhigt.

Der **östlich** anschliessende Hang ist ca. 40° steil. Er wird etwas weiter bachaufwärts durch hausgrosse Bergsturzböcke begrenzt. Diese bilden ein natürliches Widerlager und verhindern eine Erosion des Hangfusses durch den Bach. Zudem könnte Fels hier untief anstehen (siehe 5.2). Obschon nahe am Bach eine kleine Rutschung von 50 m² mit aktiven Wasseraustritten vorhanden ist, ist die Stabilität des Hanges wahrscheinlich nicht kritisch. Es gibt nirgends Anzeichen von rezenten Bewegungen.

Der **westlich** an die Rutschfläche 1988 anschliessende Hang ist teilweise über 40° steil (Abb. 3 und 4). Die im Stall Nr. 4 während der Rutschung 1988 aufgetretenen Risse deuten auf eine Labilität hin. Ein ähnlicher Vorgang wie 1988 könnte hier 5'000 bis 10'000 m³ Material mobilisieren. Aber auch hier deutet heute nichts auf ein solches Ereignis hin und der Bach ist durch den Blockwurf verbaut. Sollte jedoch der Bach bei Hochwasser über das rechtseitige Ufer treten, würde die vorhandene Geländerippe erodiert werden und könnte Spontanrutschungen auslösen. Wir empfehlen deshalb, den Hangfuss hier durch Blockwurf abzudecken(ca. 50 - 100 m² Blockwurf.)

5.7 Auswirkungen von in den Riemenstaldnerbach gelangenden Rutschmassen

Die Beurteilung der im Riemenstaldnerbach auftretenden Gefahren und Risiken stützt sich im wesentlichen auf die Untersuchungen von Lehmann (1994, 1996) und der Oeko-B AG (1997). Das Einzugsgebiet des Riemenstaldnerbaches oberhalb der Rutschung Binzenegg wurde von uns nicht untersucht. Lehmann (1994) geht hier von einer Feststofffracht von ca. 26'000 m³ aus.

Durch Sekundärrutschungen können unterhalb Binzenegg, wie im Kapitel 5.6 beschrieben, ca. 5'000 - 10'000 m³ in den Riemenstaldnerbach gelangen. Es ist ein Aufstau des Riemenstaldnerbaches analog zum Ereignis von 1988 möglich. Nach einem Aufstau wird sich der Bach wahrscheinlich einen neuen Weg durch die Ablagerungen suchen, wobei das abgelagerte Material zum grössten Teil liegen bleibt und erst beim nächsten grösseren Hochwasserereignis in den Dorfbereich transportiert wird. Bei diesem Szenario kann durch das Feststoffpotential des Einzugsgebietes oberhalb der Rutschung Binzenegg und der abgelagerten Rutschmassen im Raum Binzenegg eine Feststofffracht von total ca. 30'000 - 35'000 m³ bis in den Kegelbereich gelangen.



Abbildung 3 Der kritische, erosionsanfällige Hangabschnitt von oben gesehen



Abbildung 4 Kritischer Hangabschnitt (Blockverbau empfohlen)

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die aufgestaute Rutschmasse durchbricht und als Murgang weiterfließt. Zudem kann eine Sekundärrutschung direkt als Murgang im Gerinne weiterfließen. Es besteht aber aufgrund des geringen Gefälles und der vielen Abstürze nur eine geringe Wahrscheinlichkeit, dass grössere Murgänge den Dorfbereich erreichen. Im Dorfbereich können Abflüsse mit starkem Geschiebetrieb auftreten. Bei einem Durchbruch der Verklausung liegt die Feststofffracht, welche ins Siedlungsgebiet gelangt, wahrscheinlich zwischen 5'000 und 15'000 m³. Allfälliges Geschiebe aus dem Einzugsgebiet oberhalb der Rutschung Binzenegg wird bei einem Aufstau im Gerinne vor der Verklausung abgelagert und kann bei einem Durchbruch wahrscheinlich nur teilweise mobilisiert werden.

Unsere Beurteilung des Feststoffeintrages durch Sekundärrutschungen im Raum Binzenegg und ihren Auswirkungen auf den Riemenstaldnerbach führt somit zu denselben Resultaten, die Lehmann (1994, 1996) beschrieben hat: Im Dorfbereich ist daher mit einem 100-jährlichen Spitzenabfluss von 86 m³/s und einer Feststofffracht von maximal 30'000 - 35'000 m³ zu rechnen. Wie das Hochwasser vom Mai 1999 gezeigt hat, kann auch durch einen länger andauernden Abfluss von 20 - 25 m³/s eine grosse Geschiebemenge nach Sisikon transportiert werden und dort zu Problemen führen.

Die Gefährdungsszenarien für Sisikon entsprechen unserer Meinung nach den im Bericht zur Gefahrenkarte Riemenstaldnerbach (Oeko-B AG 1997) dargestellten Ausbruchsszenarien und -wahrscheinlichkeiten für den Ausbauzustand 1. Mit einer Eintretenswahrscheinlichkeit von 30 - 100 Jahren können Verklausungen an der SBB-Brücke oder Auflandungen von der Mündung her zu Ausuferungen im unteren Kegelbereich führen (Szenarien 5 und 6).

Weitere Ausbruchsmöglichkeiten befinden sich am Kegelhals, bei der Sägerei, bei der Axenstrassen-Brücke und möglicherweise an weiteren Stellen entlang der Schale. Oeko-B geht hier von einer Eintretenswahrscheinlichkeit von 100 - 300 Jahren aus, da Maschineneinsätze an den Brücken bei der Beurteilung mit berücksichtigt wurden. Wir würden solche Maschineneinsätze bei der Gefahrenbeurteilung nicht berücksichtigen und die Eintretenswahrscheinlichkeit für einen Ausbruch an der Axenstrasse dementsprechend als 30 - 100-jährlich einstufen.

6. Beantwortung der Fragen

A. Grundlagen

Frage 6.1. Ziehen Sie dieselben Schlussfolgerungen wie die Grundbauberatung AG bezüglich

- **Rutschungsmechanismen**
- **Massnahmen**
- **Überwachung**
- **zusätzlichen Untersuchungen insbesondere Hangwasserspiegelmessungen (Piezometer)?**

Wenn nein, bitte Differenzen aufzeigen und begründen.

Wir gehen mit der Beurteilung von **Rutschmodell** und **Rutschmechanismen** mit der Grundbauberatung weitgehend einig. Die Zweckmässigkeit von **Massnahmen** schätzen wir jedoch anders ein. Dies hängt mit unserer Beurteilung der Risiken zusammen. Diese gehen in erster Linie von möglichen lokalen Sekundärrutschungen aus. Sie sind relativ schwer bekämpfbar, da hier allgemeine Entwässerungsmassnahmen kaum wirken. Sekundärrutschungen müssten im vorliegenden Fall mit aufwändigen Verbaumassnahmen gesichert werden. Sekundärrutschungen, welche die Riemenstaldnerstrasse lokal treffen könnten, sind besser im Bedarfsfall zu sanieren. Bei den zum Riemenstaldnerbach abfallenden Steilhängen wurden bereits Verbauungen am Fuss realisiert. Bei dieser Verbauung handelt es sich um eine Sofortmassnahme, die nach dem Ereignis vom Mai 1999 ausgeführt wurde. Wir empfehlen, den Ausbaustandard zu überprüfen und wenn nötig zu verstärken. Etwas oberhalb der Rutschung wird durch grosse Blöcke eine natürliche Sperre gebildet, die das Bachbett stabilisiert, die Erosion verunmöglicht und den Hang teilweise abstützt.

Wollte man die grosse Basisrutschung verlangsamen, d.h. ihre periodisch wiederkehrenden Bewegungsspitzen brechen, so käme nur eine wie von der Grundbauberatung vorgeschlagene schwimmende Tiefenentwässerung in Frage. Diese Massnahme hat jedoch keine kurz- und mittelfristige positive Wirkung auf die Sekundärrutschungen, da letztere vor allem durch langsam entstehende Übersteilungen entstehen. Abgesehen von technischen Problemen einer solchen Tiefenentwässerung (siehe Frage 6.5, 6.8) erachten wir eine solche Massnahme nicht als notwendig. Gleichzeitig und hier sind wir mit der Grundbauberatung einig, ist unsicher, ob und wie weit die Basisrutschung damit überhaupt verlangsamt werden könnte.

Zusätzliche Untersuchungen, wie z.B. die flächenhafte Erkundung der Hangwasserspiegel und deren Schwankungen sowie der Felsoberfläche wären für die Projektierung einer Tiefendrainage unumgänglich. Diese Untersuchungen sind aber nur notwendig, wenn die Massnahme Tiefenentwässerung weiter verfolgt werden soll. Da bisher aber jegliche Wasserspiegelbeobachtungen fehlen, könnten 1 - 2 Piezometerrohre für die Vervollständigung der Modellvorstellungen sinnvoll sein.

Einer **Überwachung** des Rutschgebietes im Sinne des Risikomanagements geben wir dagegen eine hohe Priorität. Diese sollte aber im Hinblick auf einen längerfristigen und aussagekräftigen Frühwarndienst konzeptionell überarbeitet werden. Inklinometer, Setzclinometer und einzelne geodätische Messpunkte sind nicht ideale Komponenten, da sie zu kostspielig, zu wenig flexibel und z.T. bedingt aussagekräftig sind. Besser wäre der Aufbau eines Systems mit Laser-Distanzmessungen vom Gegenhang (Äbnet). Diese kostengünstigen und genauen Messungen sind anpassungsfähig und aussagekräftig. Die Rutschung kann grossflächig erfasst werden (Anhang 6). Kosten: Installation Basisstation und ca. 20 Spiegel: ca. Fr. 20'000.--, pro Messung ca. Fr. 1'200.--. Wir betreuen viele solche Frühwarndienste seit Jahren mit Erfolg. Anhang 2 zeigt einen Blick auf das Rutschgebiet von der möglichen Stelle der Basisstation am Gegenhang (Strommast auf Rippe). Die vielen wichtigen Stellen des Rutschgebietes sind einsehbar. Die Basisstation ist bis in unmittelbare Nähe (Stall) befahrbar. Für eine allfällige Automatisierung wäre Strom vorhanden.

Die vorgeschlagenen Messungen sollten durch jährliche Begehungen des Geländes z.B. durch den Revierförster ergänzt werden. Auch die Rutschung von 1988 hatte sich nach Aus-

sagen Ortsansässiger durch die Bildung von Anrissen angekündigt. Solche Erscheinungen gilt es bei den Feldbegehungen zu beachten.

B. Basisrutschung/Sekundärrutschungen in Verbindung mit Hochwasserabflüssen im Riemenstaldnerbach mit Blick auf die Gefährdung von Sisikon resp. der Verkehrsanlagen

6.2. Was geschieht, wenn keine Massnahmen getroffen werden (Entwicklung)?

Sisikon ist in erster Linie durch spontane Sekundärrutschungen betroffen, welche Murgänge auslösen und zu einer Erhöhung der Geschiebefrachten beitragen könnten. Wie oben aufgeführt können Massnahmen in Form von Tiefenentwässerungen die Gefahr von Sekundärrutschungen nicht massgeblich entschärfen. Ihre Wirkung ist höchstens sehr langfristiger Natur. Im Weiteren ist eine Grossrutschung (ganze Rutschmasse) sehr unwahrscheinlich.

Die steile Hangrippe westlich der Rutschung von 1988 (Abb. 2 und 3) könnte mit relativ geringem Aufwand mit einem Blockwurf vor Erosion geschützt werden. Dadurch würde die Gefahr einer lokalen spontanen Rutschung reduziert. Falls die Überprüfung der Sofortmassnahmen eine reduzierte Sicherheit gegen eine Erosion des Rutschhangfusses von 1988 aufzeigen sollte, könnten mit ergänzenden Massnahmen diese wesentlich erhöht werden.

6.3. Wie schätzen Sie das Risiko für Sisikon ein (Quantifizierung der Eintretenswahrscheinlichkeit und des Schadenpotentials)?

Sisikon ist durch Hochwasser des Riemenstaldnerbaches mit hohen Feststofffrachten gefährdet. Ablagerungen in der Schale können die Gerinnequerschnitte stark reduzieren und stellen insbesondere im Zusammenhang mit Holz ein Verklauungs- und Ausbruchrisiko dar. Die denkbaren Sekundärrutschungen unterhalb Binzenegg können maximal 10'000 m³ zur Geschiebefracht beitragen. Aus dem Einzugsgebiet oberhalb der Rutschung Binzenegg sind gemäss den Abschätzungen von Lehmann (1994) 26'000 m³ Feststoffe zu erwarten, was bei gleichzeitiger Mobilisierung eine gesamte Feststofffracht von ca. 30'000 - 35'000 m³ ergibt.

Aus der steilen Hangrippe westlich der Rutschung von 1988 kann mit einer mittleren Wahrscheinlichkeit (30 – 100 Jahre) eine Sekundärrutschung in den Riemenstaldnerbach erfolgen. Da eine solche Sekundärrutschung auch durch Seitenerosion des Riemenstaldnerbaches ausgelöst werden kann, ist das gleichzeitige Auftreten mit einem Hochwasser nicht auszuschliessen. Falls eine Sekundärrutschung vor oder während eines Hochwassers erfolgt und gleichzeitig aus dem Einzugsgebiet oberhalb der Rutschung Binzenegg 26'000 m³ Feststoffe erodiert werden, ist mit einer Feststofffracht von 30'000 – 35'000 m³ zu rechnen. Die Wahrscheinlichkeit für ein solches Ereignis stufen wir als < 100-jährlich ein.

Wie im Kapitel 5.7 erläutert, kann eine Sekundärrutschung zu einem Aufstau des Riemenstaldnerbaches führen. Als Folge davon kann bei einem gleichzeitigen oder später nachfolgenden Hochwasser eine Feststofffracht von maximal 30'000 – 35'000 m³ bis zum Kegelhals gelangen.

Die Gefährdungsszenarien für Sisikon werden im Kapitel 5.7 beschrieben. Mit einer Eintretenswahrscheinlichkeit von <100 Jahren sind Ausuferungen zwischen der Eisenbahnbrücke

und dem Mündungsbereich möglich, welche den unteren Kegelbereich betreffen. Grössere Siedlungsgebiete und Verkehrswege (Nationalstrasse und Eisenbahnlinie) werden mit geringer Wahrscheinlichkeit (100 - 300 Jahre) durch Ausbrüche zwischen Kegelhals und Mündungsbereich betroffen. Die Gefahrenpotentiale für Sisikon sind in Anhang 4 mit den entsprechenden Intensitäten und Wahrscheinlichkeiten dargestellt.

Die Ausscheidung der einzelnen Gefahrenstufen würden wir stellenweise etwas pessimistischer vornehmen, als sie in der bestehenden Gefahrenkarte Riemenstaldnerbach (Zustand 1) ausgeschieden wurde (Anhang 4). Insbesondere die Gefahrenstufen bei der Sagerei (Parzelle 98) und beim Gebäude am Kirchweg zwischen dem Friedhof und dem Riemenstaldnerbach (Parzelle 13) (blau statt gelb/weiss) sowie den gelben Streifen unterhalb der Eisenbahnbrücke, linksseitig des Baches würden wir pessimistischer einstufen.

Basierend auf der bestehenden Gefahrenkarte wurden die Schadenerwartungswerte für Sisikon berechnet (Anhang 3 + 5).

6.4. Welche Massnahmen sind geeignet das unter 3. quantifizierte Risiko zu vermindern (inkl. Ausmass der Abminderung und der Kosten für den Bau und Unterhalt)?

Da bei der Ausscheidung der Gefahrenstufen Maschineneinsätze bei den Brücken berücksichtigt worden sind, stellt ein gut funktionierendes Notfallkonzept mit möglichst frühzeitigem Einsatz von Maschinen eine unabdingbare Massnahme dar. Als weitere Massnahme sollte allfälliges Holz, welches sich im Gerinne und gerinnenahen Bereich befindet, regelmässig zerkleinert werden. Auf diese Weise kann das Verkläusungsrisiko bei den Brücken möglichst gering gehalten werden.

Wie in 6.3 ausgeführt, könnten Sekundärrutschungen unterhalb Eichboden von max. 10'000 m³ die Geschiebefracht erhöhen oder sogar Murgänge auslösen.

Gemäss den Ausführungen unter 6.1 würde eine Tiefenentwässerung der Basisrutschung Binzenegg höchstens sehr langfristig die Gefahr von Spontanrutschungen in der Front, d.h. im Einhang zum Riemenstaldnerbach, verringern. Wollte man solche Spontanrutschungen unterbinden, so wären aufwändige schwimmende Hangverbauungen (z.B. mittels rückverankerten Betonelementen) erforderlich. Der Hangverbau würde den potentiell labilen Keil zwischen Geländeoberfläche und einer Böschungslinie von 30 - 35° (natürlicher Reibungswinkel) stabilisieren (Abb. 2). Es wäre mit Kosten von mehreren Millionen Franken zu rechnen. Die Werke sind unterhaltsarm, haben aber eine beschränkte Lebensdauer von ca. 30 - 40 Jahren.

Gemäss Anhang 5 betragen die Schadenerwartungswerte für Sisikon ca. Fr. 30'000.--/Jahr oder 5.8 Mio. Fr. für ein Grossereignis. Diese Zahlen sind nur als Grössenordnungen zu betrachten. Durch die Tiefenentwässerung und einen massiven Hangverbau (Kosten ca. 1 Mio. resp. 2 Mio. Fr., Lebensdauer 25 - 40 Jahre) könnten die Schadenerwartungswerte für Sisikon wohl etwas gesenkt, aber **nicht massgeblich** reduziert werden. Aus wirtschaftlichen, wie aber vor allem auch aus technischen Gründen sind diese Massnahmen nicht zweckmässig (siehe auch 6.5).

Die bereits getroffenen Massnahmen im Gerinne in Form einer grossen Sperre und einem massiven Blockverbau des rechten Ufers des Riemenstaldnerbaches im kritischen Abschnitt sind sehr wirksam: sie unterbinden eine stärkere Erosion des Hangfusses. Dieser Blockverbau könnte noch etwas ergänzt werden (siehe 5.6).

Dem unter 6.1 empfohlenen Frühwarndienst geben wir eine hohe Bedeutung, da durch eine Früherkennung einer allfälligen Spontanrutschung Schutzmassnahmen eingeleitet werden können.

6.5 *Wie beurteilen Sie die Machbarkeit und die Wirksamkeit einer Drainageentwässerung?*

Für eine seriöse Beantwortung dieser Frage fehlen wichtige Kenntnisse bezüglich des Abflusses des Hangwassers. Die nachfolgende Beurteilung basiert auf unseren Modellvorstellungen, welche weitgehend mit jener der Grundbauberatung übereinstimmt. Das Hangwasser dürfte **tief** unmittelbar über der Gleitfläche, und **unregelmässig** (Rinnenstrukturen) abfließen. Wegen der hohen Durchlässigkeit der Rutschmasse dürfte der wassergesättigte Bereich nur **wenig mächtig** sein. Auch in Nässezeiten dürfte der Hangwasserspiegel nur wenig ansteigen.

Die Absicht, in einer solchen Situation möglichst viel oder alles Hangwasser zu drainieren, dürfte schwierig realisierbar sein. Die von der Grundbauberatung vorgeschlagene Methode mittels schwimmenden Vertikalschächten und fächerartig vorgetriebenen Horizontalbohrungen ist der richtige Ansatz. Die unruhige Felsoberfläche, allenfalls vorhandene Verwitterungszonen und inhomogene Zirkulationswege erschweren das Vorhaben aber enorm.

Bezüglich der Wirksamkeit einer Entwässerung müssen deshalb Vorbehalte gemacht werden (wie sie auch die Grundbauberatung aufführt): Es wird kaum möglich sein, die Basisrutschung völlig oder weitgehend zu beruhigen. Eine Verlangsamung grösserer Bewegungsspitzen wäre bereits ein guter Erfolg, der aber nicht gesichert ist.

6.6 *Mit welchen Auswirkungen ist zu rechnen, falls Drainageleitungen beschädigt werden und dadurch konzentrierte Wassereinträge in die Rutschmasse stattfinden?*

Das drainierte Wasser würde in den Schächten gesammelt und von hier wahrscheinlich tiefgründig mittels gebohrter Rohrleitungen freilaufend abgeführt (ein Pumpbetrieb ist wenig sinnvoll und störungsanfällig). Die Gefahr, dass diese Ableitungen durch die Hangbewegung beschädigt werden, ist sicher vorhanden; sie könnte aber durch eine entsprechende Konstruktion, Materialwahl und Kontrollen in Grenzen gehalten werden. Dieser Aspekt ist für uns nicht entscheidend.

6.7 Welche Grundlagen sind für die Konzeption (Bemessung) einer Drainageentwässerung zu beschaffen? Wieviel Aufwand entsteht für diese Beschaffung (Schätzung)?

Für die Projektierung einer möglichst wirksamen Tiefenentwässerung müssen detaillierte Grundlagen bezüglich der Abflusswege, der Wasserspiegelschwankungen und der Lage des festen, stabilen Untergrundes beschafft werden. Hierzu sind eine grössere Anzahl Bohrungen und Grundwasserspiegelmessungen erforderlich.

Im Weiteren müssen Abklärungen im Hinblick auf eine allfällige Beeinträchtigung der öffentlichen Quellen und die Bereitstellung von Ersatzwasser gemacht werden.

Für diese Vorabklärungen rechnen wir mit Kosten von Fr. 60'000.-- bis 120'000.--.

6.8 Welche Kosten verursacht eine Drainageentwässerung beim Bau und beim Unterhalt?

Aus vergleichbaren Projekten (Rutschung Gryfenbach Lauterbrunnen) rechnen wir mit etwa folgenden Kosten (ohne Kosten infolge möglicher Beeinträchtigung der Aegerliquellen):

Bau:

- | | | |
|---|----------------|------------------------------------|
| • Schächte (Annahme 3 Stk. Tiefe 20 - 30 m, Spritzbetonschale, 0.25 m) | ca. Fr. | 300'000.-- |
| • Drainagebohrungen ca. 600 m' und
gebohrte Entwässerungsleitungen, ca. 200 m' | ca. Fr. | 400'000.-- |
| • Unvorhergesehenes | ca. Fr. | 100'000.-- bis 300'000.-- |
| Total Baukosten | ca. Fr. | 800'000.-- bis 1'000'000.-- |

Unterhalt:

Die Systeme dürften relativ unterhaltsarm sein. Es ist aber mit einer beschränkten Lebensdauer (Versinterungen, Deformationen etc.) von ca. 20 - 25 Jahren zu rechnen (siehe z.B. Erfahrungen in Braunwald). Nach dieser Zeit müsste mit aufwändigeren Reparaturen resp. Ersatz der Drainagen gerechnet werden.

C. Teil Basisrutschung / Sekundärrutschungen mit Blick auf die Gefährdung der Gebäude Binzenegg resp. der Riemenstaldnerstrasse

6.9 Was geschieht, wenn keine Massnahmen getroffen werden (Entwicklung)?

Es ist zu unterscheiden zwischen den beiden Prozessen, den a) langsamen grossflächigen Kriechbewegungen und b) spontanen lokalen Rutschungen.

Die diskutierten Entwässerungen wirken längerfristig in einer möglichen Verlangsamung von a) Spontanrutschungen werden dadurch nicht direkt unterbunden; hier ist höchstens sehr langfristig ein positiver Effekt zu erwarten.

Wenn keine Tiefenentwässerung erstellt wird, wird die kontinuierliche Kriechbewegung wie bis anhin mit 5 mm/Jahr anhalten mit klimatisch bedingten gelegentlichen Spitzen von bis 150 mm/Jahr. Mit einer wirksamen Drainage könnten allenfalls die Bewegungsspitzen reduziert werden, kaum aber die Normalbewegung.

Das Gefahrenpotential infolge lokaler Spontanrutschungen bleibt in den nächsten ca. 100 Jahren erhalten, unabhängig der Realisierung einer Tiefenentwässerung.

6.10 Wie schätzen Sie das Risiko für die Liegenschaften Binzenegg resp. Strasse ein (Quantifizierung der Eintretenswahrscheinlichkeit und des Schadenpotentials)?

Die Gefahrenpotentiale für die Liegenschaften Binzenegg und Büelacher sowie für die Gemeindestrasse sind in Anhang 4 in Form von punktuellen Beurteilungen der Intensitäten und Eintretenswahrscheinlichkeit dargestellt. Es ist wiederum wichtig zwischen a) langsamen Kriechbewegungen und b) spontanen Rutschungen zu unterscheiden. Die Schadenwirkung von a) ist wegen der grossen Tiefgründigkeit allgemein gering und beschränkt sich auf leichtere Gebäude- und Strassenschäden. Die Wohngebäude von Binzenegg und Büelacher haben bis heute keine grösseren Schäden, welche eindeutig auf die Kriechbewegung zurückzuführen wären, zu verzeichnen. In der Gemeindestrasse zeigen sich vor allem im Übergang zum stabilen Untergrund grössere Deformationen.

Die Schadenwirkung von b) ist hingegen wesentlich grösser. Die Gefahr solcher Prozesse ist aber lokal beschränkt.

Eintretenswahrscheinlichkeit:

Für die kontinuierliche Rutschung kann keine Eintretenswahrscheinlichkeit angegeben werden. Dies ist ein schleichender Prozess.

Die aber lokal begrenzt möglichen Spontanrutschungen haben eine mittlere resp. geringe Eintretenswahrscheinlichkeit. In Anhang 4 ist diese für die einzelnen Objekte (Häuser und Strasse) ablesbar, z.B. Häusergruppe Binzenegg SR4 = geringe Eintretenswahrscheinlichkeit mittlere Intensität.

Basierend auf diesen Gefahrenpotentialen können die vorhandenen Schadenerwartungswerte (Sachrisiken, Anhang 5) berechnet werden.

Diese liegen gemäss Berechnung für Wohnhäuser und Strasse in der Grössenordnung von ca. Fr. 15'000.--/J. Ein Grossereignis könnte in der Binzenegg einen Gesamtschaden von ca. Fr. 450'000.-- verursachen. Dies sind nur Grössenordnungen, wie sie aufgrund der Anleitung des BUWAL (Anhang 3) berechnet werden können.

6.11, 6.12 Welche Massnahmen sind geeignet, das unter 10. quantifizierte Risiko zu vermindern (inkl. Ausmass der Abminderung und der Kosten für den Bau und Unterhalt)?

Wie beurteilen Sie die Wirksamkeit einer Drainageentwässerung für die Gebäude Binzenegg und der Strasse?

a) **Langsame Kriechbewegungen**

Mittels der von der Grundbauberatung vorgeschlagenen Tiefendrainage können die Hangbewegungen möglicherweise etwas verlangsamt oder die Bewegungsspitzen gebrochen werden. Für die bestehenden Gebäude, die durch diesen Prozess keine oder nur geringe Schäden davon tragen, bringen die Massnahmen praktisch keine Veränderung der Situation.

b) **Spontane Rutschungen**

Dieser Prozess tritt lokal auf und könnte am wirksamsten mit Hangverbauungen bekämpft werden. Die Tiefenentwässerung hat auf die Entstehung solcher spontanen Rutschungen keine direkte positive Wirkung, höchstens sehr langfristig. Es gibt zur Zeit keine Anhaltspunkte einer stärkeren Gefährdung von Wohnbauten durch diesen Prozess. Der in Abschnitt 6.4 erwähnte Hangverbau unterhalb Büelacher bringt keinen Stabilitätsgewinn für die oben vorhandenen Wohnhäuser. Aus diesem Grunde erachten wir prophylaktische Hangverbauungen als nicht zweckmässig. Wir empfehlen, das Problem mittels eines geeigneten Frühwarndienstes zu lösen und allfällige Verbaumassnahmen im Bedarfsfalle einzusetzen.

GEOTEST AG

H. R. Keuser *S. Liener*

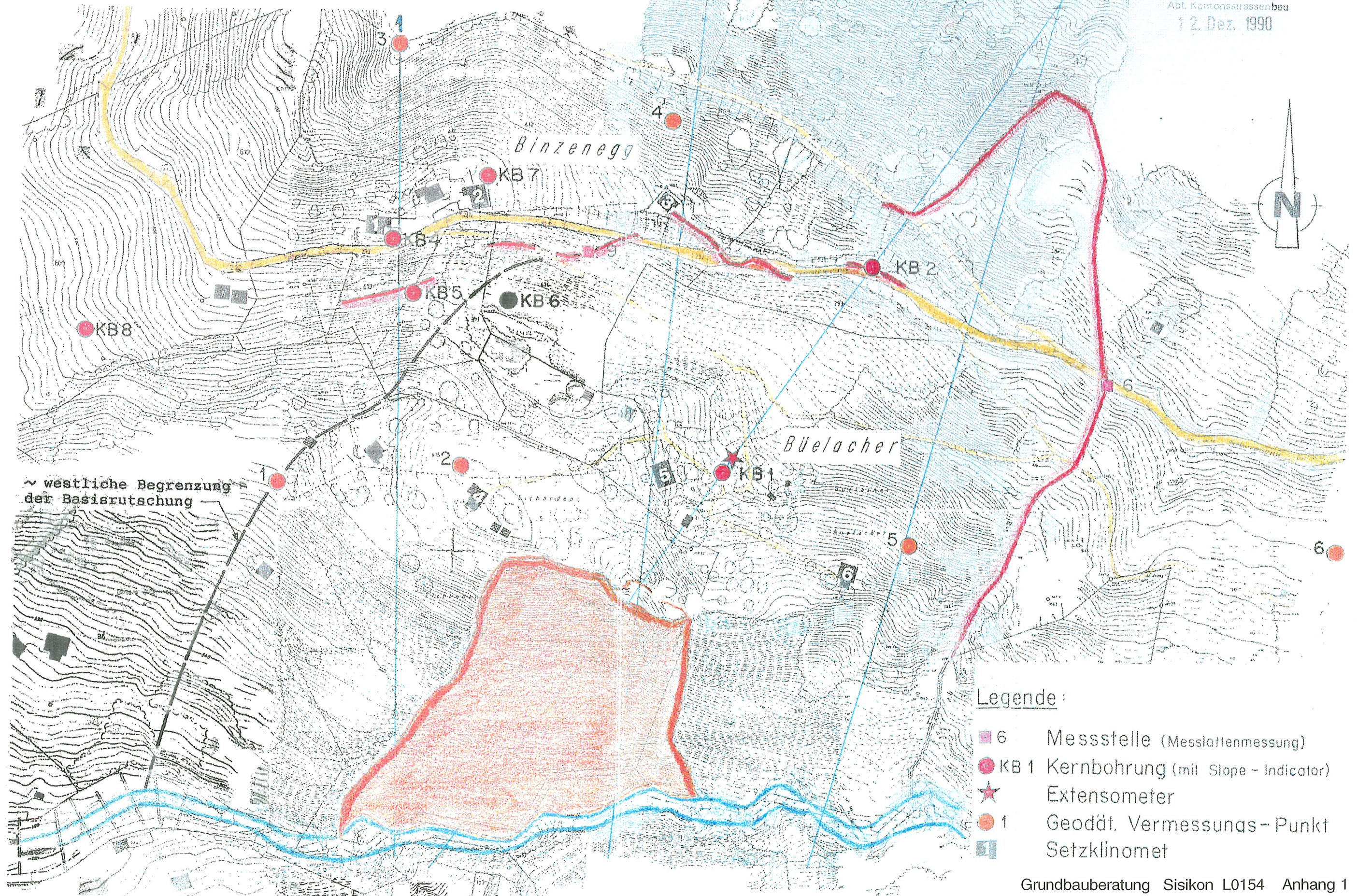
RUTSCHUNG BINZENEGG

Situation 1 : 2000

Anrisszonen, Sondierstellen, Messstellen

G 2232/99/
Beilage 1

TIEFBAUAMT
des Kantons Schwyz
Abt. Kantonsstrassenbau
12. Dez. 1990





Anhang 2: Blick von Süden (Aebnet) auf das Rutschgebiet Binzenegg (Foto 19.9.2001).

..... Basisrutschung (gemäss Grundbauberatung)

— — — Spontanrutschung 1988

(Der Standort des Fotografen ist eine mögliche Stelle für die Basisstation einer Überwachung mit Laser-Distanzmessungen.)

Anhang 3: Erläuterungen zu den Karten in den Anhängen 4 und 5

Gefahrenkarte mit Intensitäten und Eintretenswahrscheinlichkeiten

Im Anhang 4 sind die Gefahrenbereiche der Rutsch- und Wildbachprozesse im Raum Binzenegg und Sisikon dargestellt. Mit einem Index werden die massgebenden Intensitäten und Wahrscheinlichkeiten entsprechend dem auf der Karte dargestellten Diagramm angegeben.

Die Gefahrenkarte für Sisikon (Riemenstaldnerbach) wurde von der Oeko-B ausgeschieden und von uns ohne Änderungen übernommen. Bereiche mit Restgefährdung werden auf der Gefahrenkarte nicht dargestellt, da sie bei der Berechnung der Schadenerwartungswerte nicht massgebend sind.

Die Gefahrenbereiche für Binzenegg (Rutschungen, Beurteilung durch GEOTEST) gelten für das Gebäude oder die Gebäudegruppe, welche mit einem Kreis markiert sind. Es wurden nur Wohngebäude berücksichtigt! Im zugehörigen linken Quadrat wird die Rutschgefahr für langsame Kriechbewegungen dargestellt. Im jeweils rechten Quadrat sind die Gefahrenbereiche für spontane Sekundärrutschungen ausgeschieden. Die Bezeichnungen in den Quadranten zeigen den Gefahrenprozess (K: Kriechbewegungen, SR: Sekundärrutschungen) und das zugehörige Feld aus den massgebenden Intensitäts-Wahrscheinlichkeitsdiagrammen an.

Schadenerwartungswerte

Im Anhang 5 sind die möglichen Schadenerwartungswerte für die Gebäude im Raum Binzenegg und für Sisikon dargestellt. Die Berechnung der Schadenerwartungswerte erfolgt gemäss der ‚Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren‘ (BUWAL 1999) und basiert auf den im Anhang 4 dargestellten Intensitäten und Wahrscheinlichkeiten.

Die Schadenerwartungswerte werden gemäss BUWAL-Publikation (1999) festgelegt und werden für den Untersuchungsraum entsprechend den nachfolgend aufgeführten Objektarten zugewiesen.

Objektarten im Raum Sisikon

Objektart	Zonenplan Sisikon
Siedlungskern	Kernzone, Gewerbezone, Wohn- und Gewerbezone, Wohnzone, Bauzonen
Campingplatz	Zone für Camping
Eisenbahn Doppelspur	Zone für Verkehrsanlagen (Eisenbahn)
Nicht bewertet	Zone für Verkehrsanlagen (Strassen), Freihaltezone, Landwirtschaftszone, Übriges Gemeindegebiet

Objektarten im Raum Binzenegg

Objektart	eigene Beurteilung
Gebäudefläche allgemein	Einzelne Gebäude
Kantonsstrasse	Strasse

Im Anhang 5 werden die Schadenerwartungswerte pro Jahr und pro Are (für Sisikon) oder pro Gebäude (Binzenegg) dargestellt. Für den Strassenabschnitt im Raum Binzenegg wird ein Schadenerwartungswert pro Jahr für den gesamten bezeichneten Abschnitt ausgeschrieben. Die Schadenerwartungswerte im Raum Binzenegg umfassen Schäden durch Kriechbewegungen und durch Sekundärrutschungen. Schäden durch Kriechbewegungen werden alle 5 – 10 Jahre (pessimistische Annahme) erwartet, während die Auftretenswahrscheinlichkeit von Sekundärrutschungen entsprechend ihrer Auftretenswahrscheinlichkeiten (siehe Anhang 4) festgelegt werden. Als Schadenwerte für Kriechbewegungen werden die Werte für Rutschungen und für Sekundärrutschungen die Werte für Übermurungen gemäss BUWAL (1999) übernommen.