

die.wildbach
und lawinenverbauung



lebensministerium.at

Early Warning and Monitoring Systems in Austria

Task Force Early Warning and Monitoring Systems
Austrian Service for Torrent and Avalanche Control

Report 2008

Decision-making tool: Early warning system





NACHHALTIG FÜR NATUR UND MENSCH SUSTAINABLE FOR NATURE AND MANKIND

Lebensqualität / *Quality of life*

Wir schaffen und sichern die Voraussetzungen für eine hohe Qualität des Lebens in Österreich.

We create and we safeguard the prerequisites for a high quality of life in Austria.

Lebensgrundlagen / *Bases of life*

Wir stehen für vorsorgende Verwaltung und verantwortungsvolle Nutzung der Lebensgrundlagen Boden, Wasser, Luft, Energie und biologische Vielfalt.

We stand for a preventive preservation and responsible use of the bases of life, soil, water, air, energy, and biodiversity.

Lebensraum / *Living environment*

Wir setzen uns für eine umweltgerechte Entwicklung und den Schutz der Lebensräume in Stadt und Land ein.

We support an environmentally benign development and the protection of living environments in urban and rural areas.

Lebensmittel / *Food*

Wir sorgen für die nachhaltige Produktion insbesondere sicherer und hochwertiger Lebensmittel und nachwachsender Rohstoffe.

We provide for the sustainable production in particular of safe and high-quality foodstuffs and of renewable resources.

Imprint

Published by:

Austrian Service for Torrent and Avalanche Control
Provincial headquarter of Salzburg
Bergheimerstraße 57
5021 Salzburg

Overall coordination:

DI Dr. Rudolf Schmidt
Mag. Michael Preiner
Andrea Mrak

Graphics:

Mag. Michael Preiner

Produktion

www.adprico.at

Print:

Federal Ministry of Agriculture, Forestry,
Environment and Water Management

Pictures:

Austrian Service for Torrent and Avalanche Control
Provincial headquarter of Salzburg

Printed on recycling paper, Biotop 3 © All rights reserved

PREFACE

In March 2006 the Third International Conference on Early Warning took place in Bonn guided by the motto "from concept to action". Apart from the presentation of numerous projects, comprising trans-national tsunami early warning systems just as much as traditional flood warning systems along European rivers, above all the pragmatic and result-oriented approach practiced by the torrent and avalanche control in Austria attracted interest.



Early warning on natural hazards offers the chance to gain control of the rising cost of defence structures and narrow settlement areas. However, it carries risks as well. In many projects, as illustrated in the present report, Torrent and Avalanche Control tries not only to use those systems to protect people and the economy, but also takes efforts to improve the systems continuously. The cooperation with other partners - whether meteorological services, warning centres or measuring system companies - is essential and indispensable in this context.

In the next few years monitoring and early warning will constitute a great challenge for our field of business, which we will be glad to tackle. Many questions are still unsolved: the way of funding, not only concerning the establishment but also, and even more important, concerning the maybe year-long servicing of such facilities, the legal framework conditions and, last but not least, the question of reliability and, thus, of people's confidence in this rather young method of protection against natural hazards.

In general, we are presently observing that not only investments in the establishment of "new" means of protection are required, but increasingly also the maintenance of the existing "level of protection" is becoming a cost factor. The servicing and maintenance of many protective structures (floods, avalanches, rock fall, slides) will become increasingly demanding tasks in the future.

I am hoping that the continuous servicing of a great number of early warning systems is regarded as a necessary supplement and extension of our field of activities and not as a burden.

In the course of the more than 120 years of its existence, the Forest Engineering Service in Torrent and Avalanche Control has not only always accepted the challenges of novel scenarios and technologies but, even more, has always helped tackle them at the front line.

A handwritten signature in cursive script that reads "Maria Patek".

Dipl.-Ing. Maria Patek
Head of the
Austrian Service for
Torrent and Avalanche Control





Introduction

Since 1950 the number of huge natural disasters has continuously risen all over the world (Münchner Rückversicherung, 2007); a similar trend can be observed for the sum of the total damage assessed in terms of money. For the Alpine area in particular, the situation is no less critical. Unfortunately especially big mass movements like the presently active earth currents in the Gschlifgraben at Gmunden reach dimensions all too quickly that are hardly manageable by technical means. Monitoring and, if necessary, early warning, are frequently the only opportune tools to gain time. Time needed to become sure about future measures, time needed to evacuate people from the hazard zone, but also time which is needed to minimise considerable economic loss.

Nowadays, early warning and monitoring systems have become an inseparable part of modern natural hazard management. However, the requirements involved in their use and application are often underestimated. In addition to a basic comprehension of the different processes driving natural hazards, users should also have a good grasp in fields of knowledge as different and contrary as measuring technology, electrical engineering, telecommunications, web applications, but also emergency and disaster planning. This truly cross-sectoral subject requires great commitment and, due to the novel character of the topic, also quite some idealism on the part of stakeholders.

Early warning systems are diverse. The broad range encompasses simple glass feeler units to monitor cracks on houses just as much as national and international, cooperative warning systems. Traditional weather and storm forecast aside, which is probably the oldest form of early warning, they often support traditional, technical protective structures (dams, barriers etc.) or bridge the time until such structures have been completed. At present, most of those systems still serve scientific purposes or protect low-priority facilities (infrastructural facilities, roads, railway routes etc.).

By order of their frequency, one can distinguish the following main areas of application:

In the meantime, the field of Early Warning has seen huge investments and research activities all over the world, even more so since the 2004 tsunami disaster. Due to its limited staff and financial resources the Task Force Early Warning and Monitoring Systems within Torrent and Avalanche Control can pursue an inductive approach only. Based on practical applications and individual facilities, conclusions are to be drawn for more complex systems and integrative approaches to problems.

In this context we can be particularly proud of the development of MOSES, a Mobile Security Emergency System which was made ready for service in cooperation with private companies and is meanwhile applied routinely (see also pp. 79 and 88).

In Austria alone different institutes (Forest Engineering Service in Torrent and Avalanche Control, universities, research institutes, building authorities, etc.) are presently operating several dozens of measuring facilities to protect against natural hazards in alpine catchment areas. Together with the warning centres of the Provinces, the territorial authorities and the task forces, they are the partners that can make the wheels of early warning run. Cooperation is the key to success; not to cooperate is a recipe for disaster.

Scientists and practitioners have to cooperate closely when working out the basics of the applicability, the technical reliability and the theoretical know-how of such systems, for only if this is done will those systems eventually be fit to meet the purpose for which they were developed – to protect people.

DI Dr. Rudolf Schmidt
Head of the Department Flach- und Tennengau/Salzburg
Head of the Task Force
Early Warning and Monitoring Systems

Table of contents

Task Force Early Warning and Monitoring Systems	7
1. Nature of the problem	7
2. Objectives	7
Status Quo Report 2008	8
3. Methodology	8
3.1. General matters	8
3.2. Handling of Report	8
3.3. Methodology of data acquisition	8
4. Data sets	8
5. Overview catchment areas	9
6. Datenblätter Einzugsgebiete	11
6.1. Oberösterreich	11
6.2. Salzburg	19
6.3. Steiermark	32
6.4. Kärnten	35
6.5. Tirol	44
6.6. Vorarlberg	73
7. MOSES - Mobiles Sicherheits-Einsatzsystem	91
LEITFADEN: Frühwarnsystem	92
8. Analyse Einzugsgebiet	92
9. Entscheidungshilfe: Frühwarnsystem	94
10. Entscheidungshilfe: Umsetzung	94
11. Sensorik	95
Extension and Information	96

Task Force Early Warning and Monitoring Systems

1. Nature of the problem

As of the beginning of 2004 the Task Force *Warning and Measuring Systems* (Head: Dr. Rudolf Schmidt) was established within the Forest Engineering Service in Torrent and Avalanche Control. After a first analysis of the status quo it became evident very soon that it would be necessary and useful to determine the actual situation at the beginning of the work – the Status Quo Report 2004 was prepared.

Another 3 years later, and under the updated name "*Task Force Early Warning and Monitoring Systems*", the both systematic and continuous application of those facilities has to be documented again in the "**Status Quo Report 2008**" and a basis for further exchange of knowledge and experience between the acting persons must be developed.

Moreover, efforts are to be taken to design something like a **guideline** or **decision-making tool** for the installation of early warning systems by means of comprehensive and detailed dealing with the potential framework conditions of catchment areas.

2. Objectives

The present "**Status Quo Report 2008**" is to be regarded as an essential part of the activities undertaken by the Task Force. The duties of the Task Force comprise:

- Collection of the standard of knowledge on the topic; maintenance of the state-of-the-art in the field of business
- Provision of information and advice to the own staff
- Cooperation with external research institutions
- Own research and development
- Service agency for the population and for external questions

The Status Quo Report is to help persons dealing with such facilities in the framework of their work to gain an overview of the systems presently in use and/or to inform themselves in greater detail. The Status Quo Report does not claim completeness.

Doubtlessly useful knowledge is available in the field of early warning and monitoring systems, but it is

widely scattered. The present report is to boost the exchange of information and lay the basis for further developments.

The final objective still has to be to raise the possibilities of early warning in catchment areas of torrent and avalanche control to a level which justifies their use from the technical point of view and enables it from the legal point of view (keyword 'liability').

By means of the "**Guideline: Early Warning System**" (original German title: "Leitfaden Frühwarnsystem") an effort is to be taken to create a dynamic tool or aid which raises the essential questions of the catchment area of a potential early warning system and whose answers will subsequently inform both about the general reasonableness and feasibility of a facility. Furthermore, a presentation of sensors and equipment for early warning and monitoring as well as an overview of their modes of action are offered.

At present, the Task Force deals with the following concrete projects:

- Preparation of the Status Quo Report
- Development of a Mobile Security Emergency System (MOSES)
- Clarification of legal aspects of early warning and monitoring systems (see separate publication of the opinion commissioned by the Task Force)
- Preparation of technical guidelines and rules on the topic

Partners

In almost all of the facilities described die.wildbach in addition to the producers of measuring instruments cooperates also with third parties: either with private offices (civil engineering offices from the fields of geology, constructional engineering etc.) or with public institutions.

In Austria, the first facility in the torrent sector was developed on the initiative of the Institute for Alpine Natural Hazards of the *University of Natural Resources and Applied Life Sciences*. Many others are presently scientifically monitored and managed by universities or by the *Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape (BFW)*. To all of them a great thank you once again for the smooth and fruitful cooperation.

Status Quo Report 2008

3. Methodology

3.1. General matters

In analogy to the 2004 Report the data for the Status Quo Report 2008 were gathered from persons immediately dealing with the facilities.

The "quality" of the data received was first heterogeneous and incomplete, but with some "pressing" was improved to an extent that a homogeneous overall view of the status quo of Austria's early warning systems developed; however, for lack of time the claim to exhaustiveness was again not completely fulfilled.

3.2. Handling of the Report

According to the subdivision within Torrent and Avalanche Control the data sets were ordered by sections and departments and, after that, were further subdivided in terms of catchment areas affected by torrent problems or mass movements. Due to the huge amount of data received for the Eiblschrofen, the entire measurement system was subdivided once again into 4 measuring groups.

The Gamsleitnlahn is an avalanche catchment area, but as earth pressures from the slope are measured, they were included as well.

3.3. Methodology of data acquisition

Also work for the present Status Quo Report started with an email inquiry to all Austrian Torrent and Avalanche Control departments, the Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape, and the Institute of Alpine Natural Hazards of the Vienna University of Natural Resources and Applied Life Sciences.

By means of digital questionnaires (*Microsoft Excel*) – one for facilities that were newly developed or included and one for facilities appearing already in the 2004 Report (see Annex) – it was possible to make known the most important information on catchment areas, sensors and experiences without the expenditure of much time.

The respective facilities were presented as comprehensively as possible without going into great detail.

Data which were not considered useful for the facility concerned, which were not available or whose acquisition would have been too costly were not collected and are thus not presented in the Report. This explains also the non-uniform structure of the data within the data sheets.

Also this time standard sensors, e.g. for temperature measurements, were not given separately, as they are incorporated in virtually all facilities "ex works" to consider the required temperature compensation of the measured values.

Moreover, also this time the data of many facilities operated by institutions outside the Forest Engineering Service in Torrent and Avalanche Control (public agencies like land surveying offices, water engineering authorities or private stakeholders like the Austrian Federal Railways, operators of ski lifts or power plants) were not collected.

4. Data sets

Like in the case of the "first data acquisition" conducted in 2004 all Torrent and Avalanche Control departments in Austria returned a report on the present state of the facilities subject to their care. In cases where there were no relevant early warning and measuring systems, a nil report was submitted. So in terms of area, the present report covers the entire federal territory.

By means of questionnaires, data from totally 29 (for brief information, see Table 1) currently operating facilities with most different sensors were collected. Systems consisting only of climate and/or meteorological stations were not considered.

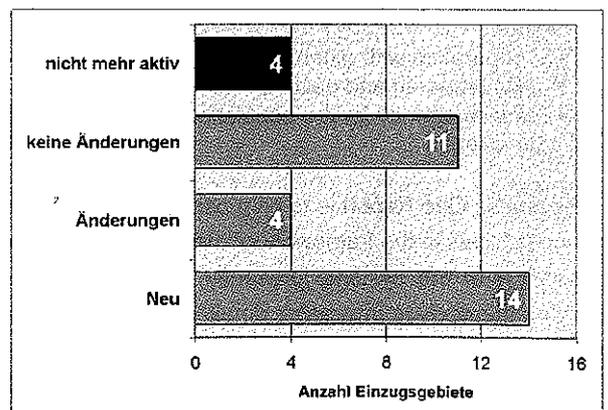


Fig. 1: Changes 2004 to 2008

If we compare the data of the present survey with the Status Quo Report 2004, 11 systems remained unchanged. Four times the sensors were partly or entirely renewed, and 14 sites were completely newly established. 4 systems which were still listed as being "in operation" in 2004 are no longer operating now (Dürnbach, Felsgleitung, Perleben, Gaschiera, Starkenbach; see Fig. 1).

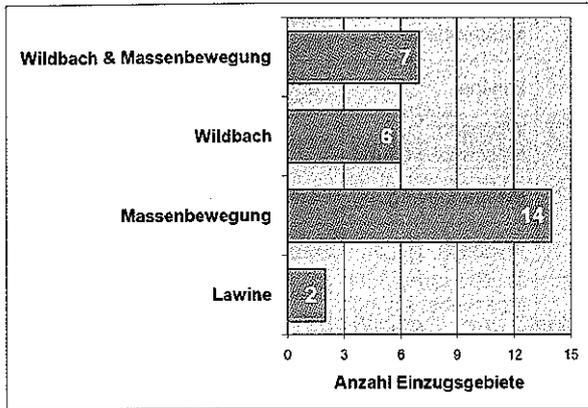


Fig. 2: Data sheets by natural hazard

As regards the distribution by Federal Provinces, most systems were found in the Tyrol (9), followed by Vorarlberg (6), Salzburg (5), and Upper Austria (5) (see Fig. 2).

5. Overview catchment areas



Fig. Distribution of the catchment areas surveyed in Austria. Data base: "Image 2000" satellite-image mosaic of Austria, made available by Umweltbundesamt GmbH.

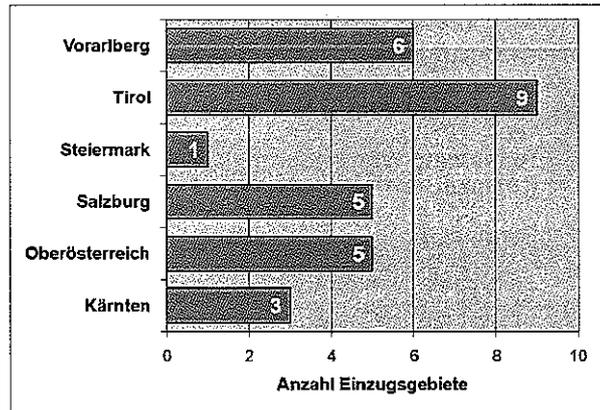


Fig. 3: Data sheets by Federal Province

At the 29 systems, 14 monitor and/or observe mass movements, 6 monitor torrents and 2 avalanche-prone areas. At 7 other sites both torrent and mass movement phenomena are monitored (see Fig. 3).

Nr.	Einzugsgebiet	Bundesland	GBL	Naturgefahr	Art der Messung
1	Gschlifgraben	Oberösterreich	Salzkammergut	Wildbach, Massenbewegung	Niederschlag, Abfluss, geoelektrische Untersuchung (Tomografie)
2	Hallstätter Mühlbach	Oberösterreich	Salzkammergut	Wildbach, Massenbewegung	Niederschlag, Bewegung (periodisch)
3	Rutschung Wurmstein (Stambach)	Oberösterreich	Salzkammergut	Massenbewegung	Inklinometer, Bergwasserspiegel, terrestrische Vermessung
4	Stambach	Oberösterreich	Salzkammergut	Wildbach, Massenbewegung	Niederschlag, terrestrische Distanzmessung (periodisch)
5	Zlambach (Sandlingmure)	Oberösterreich	Salzkammergut	Wildbach, Massenbewegung	Terrestrische Distanzmessung (periodisch)
6	Fürwag	Salzburg	Flach- und Tennengau	Massenbewegung	Bewegung (Terr. Vermessung, Neigungsmessung)
7	Gamsleitenlahn	Salzburg	Pongau	Lawine	Zugkräfte in vorgespannten Ankern
8	Wagrainer Ache	Salzburg	Pongau	Wildbach, Massenbewegung	Bewegung, Kräfte
9	Blaubach	Salzburg	Pinzgau	Massenbewegung	Bewegung
10	Schmittenbach	Salzburg	Pinzgau	Wildbach	Niederschlag, Abfluss, Erschütterung
11	Lärchenberg	Steiermark	Oberes Murtal	Massenbewegung	Bewegung (Seilextensometer, terr. Vermessung)
12	Rutschung Rieger	Kärnten	Mittel- und Unterkärnten	Massenbewegung	Warnanlage (Bewegung) mit Ampelschaltung und Handyalarm
13	Oselitzenbach (Reppwandgleitung)	Kärnten	Gail- und Mittleres Drautal	Massenbewegung	Abfluss
14	Gradenbach (Berchtoldhang)	Kärnten	Drau- und Mölltal	Massenbewegung	Abfluss, Bewegung
15	Murenbach (Hornberg)	Tirol	Außerfern	Wildbach, Massenbewegung	GPS, Präzisionslängenmessung, Geodätische Messung
16	Lattenbach	Tirol	Oberes Inntal	Wildbach	Niederschlag, Abfluss, Erschütterung
17	Malch- & Salvesenbach	Tirol	Oberes Inntal	Wildbach	Niederschlag für Ampelschaltung
18	Kerschbaumsiedlung	Tirol	Mittleres Inntal	Massenbewegung	Bewegung, Satelliten-Radarinterferometrie
19	Schneenetztstfeld Hafelekar	Tirol	Mittleres Inntal	Lawine	Zug- und Druckkraftmessung, Neigung
20	Eiblschrofen	Tirol	Westliches Unterinntal	Massenbewegung	Bewegung, Kluftdistanzmessung, Erschütterung, Inklinometer
21	Informationssystem Dristenau	Tirol	Westliches Unterinntal	Wildbach	Niederschlag, Abfluss
22	Bretterwandbach	Tirol	Osttirol	Wildbach	Niederschlag, Abfluss
23	Wartschenbach	Tirol	Osttirol	Wildbach	Niederschlag, Abfluss, Erschütterung
24	Breitenberg	Vorarlberg	Bregenz	Massenbewegung	Bewegung, Erschütterung, Kräfte
25	Ebnit	Vorarlberg	Bregenz	Massenbewegung	Pegel
26	Rutschung Doren	Vorarlberg	Bregenz	Massenbewegung	Bewegung (Tachymeter)
27	Rutschung Eggstraße	Vorarlberg	Bregenz	Massenbewegung	MOSES - Frühwarnung (Bewegung)
28	Sibratsgfäll	Vorarlberg	Bregenz	Massenbewegung	Niederschlag, Abfluss, Bewegung, Bodenfeuchte
29	Mäßtobel	Vorarlberg	Bludenz	Wildbach, Massenbewegung	Bewegung, Erschütterung, Inklinometer

6. Datenblätter Einzugsgebiete

6.1. Oberösterreich

GSCHLIEFGRABEN



Bundesland
Oberösterreich

Bezirk
Gmunden

Gemeinde
Gmunden

GBL
Salzkammergut

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Wildbach, Massenbewegung (Erdstrom)

Art der Messung

Abfluss, geoelektrische Untersuchungen, Niederschlag, Inklinometer, GPS, ...

Ansprechperson(en)

Name(n)

DI Michael Schiffer; DI Dr. Wolfram Bitterlich

Organisation

Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Salzkammergut

Anschrift

Traunreiterweg 5a, 4820 Bad Ischl

Telefon

0664/1501079; 0664/4136719

Fax

06132/23232-14

E-Mail

gbl.salzkgt@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²)

3,0 km²

HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s)

Theoretisch 31,9 m³/s (GZP = HQ 150), Bemessungsereignis = Murgang mit rund 1.000.000 m³

Geologie

Grenzbereich Kalkalpen – Flyschzone

Geomorphologie

Oberstes Einzugsgebiet steile Felsabbrüche, Ansammlung großer Auflastmassen - ML: ausgeprägte Schuttstromformen - im Anschluss mächtiger Schwemmkegelbereich (weit in den Traunsee hinein reichend)

Chronik

Historische Aufzeichnungen seit dem 13. Jhd. (siehe GZP Gmunden), mehrere Projekte seitens der Wildbach- und Lawinenverbauung, umfassende Arbeiten Mag. P. Baumgartner (1982), Diss. DI Jedlitschka 1990, umfassende Erhebungen (1984 - 1987)

Aktuelle Ereignisse

Aktivierung eines Erdstromes am 28.11.2007; Arbeiten bei Berichtsverfassung noch im Gange

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Monitoring, Wissenschaft

Anlass für die Installation

Früherkennung weiterer Bewegungstendenzen, Abklärung Ursachen – Auslösemechanismus

Datum der Installation

- ⇒ Wildbach- und Lawinenverbauung: Dr. Jedlitschka 1984, Vorläufiger Abschluss 1990/91
- ⇒ 2006/2007: Universität Leoben, Dr. Millahn/Dr. Niesner, in Zusammenarbeit mit Dr. Johannes Weidinger, Erkudok Gmunden, zurzeit laufende geoelektrische Messungen an fixen Messprofilen (Tomographie)
- ⇒ 2006: Wildbach- und Lawinenverbauung - Installation Wetterstation Gschlieffgraben (Fa. Sommer)

Betreuung/Wartung**Analyse/
Datenauswertung****Aktueller Ausbaut-
zustand****Sensoren**

Wildbach- und Lawinenverbauung

Wildbach- und Lawinenverbauung, div. Geologen

(aufgrund der Rutschung vom 28.11.2007)

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Inklinometer	Glötzl	Winkel	---	5
Piezometer	---	Porenwasserdruck	---	5
Grundwasserpegel	---	---	---	5
Niederschlagsstation	Sommer	---	---	1
Radarpegel (mobil)	Sommer	---	---	1
TDR*- Sonde	---	Dielektrizitäts- konstante	---	---
Laserscanner	---	---	---	---
Terr. Vermessung	---	---	---	---
GPS	---	---	---	---

*Time Domain Reflectometry

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Modem	---	---	---

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenlogger	Sommer	---	---

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Öffentliches Stromnetz	---	---	---
Solarpanel inkl. Batteriepuffer	---	---	---

Kosten**Materialkosten**

€ 20.000,-- (Niederschlagsstation)

€ 8.000,-- (mobiler Pegel)

Literatur/Unterlagen

- ⇒ Diss. DI Dr. Manfred Jedlitschka, 1990
- ⇒ Mag. Peter Baumgartner, Dr. J. T. Weidinger (2007)

**(Foto)grafische
Darstellungen**

HALLSTÄTTER MÜHLBACH



Bundesland
Oberösterreich

Bezirk
Gmunden

Gemeinde
Hallstatt

GBL
Salzkammergut

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr Massenbewegung (Berg-, Felssturz), Wildbach

Art der Messung Bewegung (periodisch), Niederschlag

Ansprechperson(en)

Name(n) DI Michael Schiffer; Mag. Michael Mölk

Organisation Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Salzkammergut

Anschrift Traunreiterweg 5a, 4820 Bad Ischl

Telefon 0664/1501079

Fax 06132/23232-14

E-Mail gbl.salzkgt@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²) 3,37 km²

HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s) 30 m³/s

Geologie Plassenkalk, Haselgebirge, Hallstätter Kalk

Geomorphologie Bergzerreißung Plassen, System „Hart auf Weich“

Chronik

- ⇒ Historisch belegte Großereignisse - periodische Zerstörung der Bergbauanlagen, 1884 Murgang, 1968: Murgang
- ⇒ Zahlreiche Massenbewegungen im Hochtal

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage Monitoring, Wissenschaft

Anlass für die Installation Bergsturz 1980 (ca. 40.000 m³, Rotes Kögele)

Datum der Installation 1980

Betreuung/Wartung Universität Erlangen

**Analyse/
Datenauswertung** Dr. Michael Moser, Dr. Joachim Rohn (Nachfolger)

In Planung

Intensivere Beobachtungen seitens WLW – GZP-Revision, Abklärung des vorhandenen aktuellen Gefährdungspotentiales für den Bereich Hochtal und Hallstatt, erste Detailerhebungen und Modellierungen erfolgten im Rahmen des Projektes Monitor 2007

(Foto)grafische Darstellungen

RUTSCHUNG WURMSTEIN/STAMBACH



Bundesland Oberösterreich	Bezirk Gmunden	Gemeinde Bad Goisern	GBL Salzkammergut
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------------	-----------------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Massenbewegung (Rutschung)

Art der Messung

Inklinometer, Bergwasserspiegel, terrestrische Vermessung

Ansprechperson(en)

Name(n)

DI Michael Schiffer; Ing. Wilhelm Putz

Organisation

Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Salzkammergut

Anschrift

Traunreiterweg 5a, 4820 Bad Ischl

Telefon

0664/1501079

Fax

06132/23232-14

E-Mail

gbl.salzkg@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²)

Abbruchlänge ca. 120 m (Kubatur rd.10.000 m³)

Geologie

Fleckenmergel, Moränenauflage

Geomorphologie

Rutschgelände, markante Abbruchkanten

Chronik

Rutschung 1981 (rd. 10.000 m³), Nachböschung und weitere Rutschung 2006 (Abbruch reicht bis ca. 8 m an Wohnhaus)

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Frühwarnung

Anlass für die Installation

Massenabbruch 2006 bis 8 m an ein bestehendes Wohnhaus heran

Datum der Installation

Herbst 2006

Betreuung/Wartung

Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Salzkammergut, Fa. Sommer

Analyse/

Datenauswertung

Stabstelle für Geologie, Mag. Sausgruber

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Druckmess-Pegel	Sommer	Abstichmaß	m / cm	1
Inklinometer	Glöttzl	Bewegung	mm	2

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
GSM (Notfallkoffer)	Sommer	---	1

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenlogger	Sommer	---	1



Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Batterie	---	---	1
Solarpanel	---	---	1

Kosten

Preis der Anlage

€ 14.000,-

**Betriebs- und
Wartungskosten**

€ 3.000,-/Jahr

Finanzierung

Projekt

**(Foto)grafische
Darstellungen**

06 (Ab-

Anzahl

1

2

Anzahl

1

Anzahl

1

STAMBACH



Bundesland Oberösterreich	Bezirk Gmunden	Gemeinde Bad Goisern	GBL Salzkammergut
-------------------------------------	--------------------------	--------------------------------	-----------------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Massenbewegung (Felssturz), Wildbach

Art der Messung

Terrestrische Distanzmessung (periodisch), Niederschlag

Ansprechperson(en)

Name(n)

DI Michael Schiffer; Ing. Wilhelm Putz

Organisation

Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Salzkammergut

Anschrift

Traunreiterweg 5a, 4820 Bad Ischl

Telefon

0664/1501079

Fax

06132/23232-14

E-Mail

gbl.salzkgt@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²)

5,8 km²

HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s)

85 m³/s (GZP, Landeshydrographie)

Geologie

Liasfleckenmergel mit Haselgebirge, Hallstätterkalk und Zlambach-Schichten, Kössener Schichten mit Moränenauflagen, Mündungsbereich in die Traun ausgedehnter Schwemmkegel

Geomorphologie

System "Hart auf Weich", Abbrüche im obersten EZG, markante Murstromformen im ML

Chronik

- ⇒ Mehrere Felssturzereignisse 1978 - 1981
- ⇒ Letzter Felssturz 1981 (40.000 m³)
- ⇒ 1982 nach lang anhaltender Schneedecke einsetzen der Rutschbewegung - Murgang (rd. 1 Mio. m³ in Bewegung), Untersuchungen durch Uni Karlsruhe (Dr. Rohn),
- ⇒ Intensive Planungs- und Erhebungsphase bis Mitte der 1980er Jahre, Kernbohrungen, Inclinometermessungen, N/A-Messungen, umfangreiche Untersuchungen der Bodenkennwerte etc.
- ⇒ 1982 - Anfang 1990 - rege Verbauungstätigkeit
- ⇒ Mitte der 1990er Jahre zunehmende Konsolidierung - allmähliche Einstellung der laufenden Beobachtungen (Universität Karlsruhe)
- ⇒ Zurzeit lediglich periodische Distanzmessungen 2003 - 2005: Erhebungen und Untersuchungen durch BOKU Wien - Wasserhaushalt, Entwicklung der Erlen- und Weiden- Pioniervegetation - Ableitung von Pflegemaßnahmen und künftiger Behandlung (Untersuchungen wurden 2005 abgeschlossen)

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Monitoring, Wissenschaft

Betreuung/Wartung

Universität Erlangen



Analyse/
Datenauswertung

Dr. Joachim Rohn

In Planung

ev. Fissurometeranlage, geoelektrische Messungen (Tomographie) durch Montan
Universität Leoben (Niessner, Weidinger)

(Foto)grafische
Darstellungen

ut

n, Kö-
gedehn-

nformen

egung -
arlsruhe

ernboh-
suchun-

stellung

gen und
r Erlan-
d künfti-

ZLAMBACH (SANDLINGMURE)



Bundesland	Bezirk	Gemeinde	GBL
Oberösterreich	Gmunden	Bad Goisern	Salzkammergut

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr Massenbewegung (Berg-, Felssturz), Wildbach

Art der Messung Terrestrische Distanzmessung (periodisch)

Ansprechperson(en)

Name(n) DI Michael Schiffer; Ing. Wilhelm Putz

Organisation Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Salzkammergut

Anschrift Traunreiterweg 5a, 4820 Bad Ischl

Telefon 0664/1501079

Fax 06132/23232-14

E-Mail gbl.salzkgt@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²) 23,4 km²

HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s) 150 m³/s

Geologie Hallstätter Fazies, Unterlagerndes Haselgebirge und Zlambach-Schichten, Liasfleckenmergel, Plassenkalk, Tressensteinkalk, Gehängeschutt, dazwischen Moränenauflagen

Geomorphologie System "Hart auf Weich", Abbrüche im obersten EZG, markante Murstromformen im ML

Chronik Sandling: Bergsturz 1920 (Pulverhörndl), Murgang

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage Monitoring, Wissenschaft

Anlass für die Installation ⇨ Ständige Bewegungen und großflächige Nachböschungsprozesse, wissenschaftliches Interesse mit praktischem Nutzen

⇨ Laufende Statusberichte (mehrere Diplomarbeiten)

Datum der Installation ca. 1980

Betreuung/Wartung Universität Karlsruhe bzw. Universität Erlangen

**Analyse/
Datenauswertung** Dr. Joachim Rohn

In Planung

ev. Fissurometeranlage, geoelektrische Messungen (Tomographie) durch Montan Universität Leoben (Niessner, Weidinger)

(Foto)grafische Darstellungen

6.2. Salzburg

FÜRWAG



Bundesland Salzburg	Bezirk Salzburg-Land	Gemeinde Anthering	GBL Flach- und Tennengau
-------------------------------	--------------------------------	------------------------------	------------------------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Massenbewegung (Rutschung)

Art der Messung

Bewegungen (Terrestrische Vermessung, Neigungsmessung)

Ansprechperson(en)

Name(n)

DI Dr. Rudolf Schmidt

Organisation

Wildbach- und Lawinerverbauung, GBL Flach- und Tennengau

Anschrift

Bergheimerstraße 57, 5021 Salzburg

Telefon

0662/878152-103

Fax

0662/878152-150

E-Mail

gbl.tennengau@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Geologie

Großdimensionale nacheiszeitliche Massenbewegung in der Rhenodanubischen Flyschzone am Westabhang des Haunsberg, 10 km nördlich von Salzburg. Der Untergrund besteht aus einer Wechselfolge von Ton-, Mergel und Sandsteinen.

Die auch als „Rutschung Fürwag“ bezeichnete Massenbewegung stellt verschiedene Erdströme dar, die zu unterschiedlichen Zeiten aktiv waren. Der jüngste Erdstrom, als Fürwag Süd bezeichnet, entwickelte sich aus der Reaktivierung einer bereits vorhandenen, alten und im labilen Gleichgewicht befindlichen Bewegungsmasse und war vom Herbst 1999 bis Juni 2003 aktiv.

Geomorphologie

Morphologische Charakterisierung des aktiven, südlichen Erdstroms:

- ⇒ Oberer Teil: Anbruchgebiet mit generellen Neigungen zwischen 18° und 35°, Felsabbrüche zwischen 45° und 70° steil;
- ⇒ Mittelteil: schmaler Kanal mit Hangneigungen von 10° bis 18°
- ⇒ Unterer Teil: breiter Fächer mit Hangneigungen von 7° bis 10°; Stirnwälle der Stauchwülste sind auch steiler;

Gesamtlänge der Massenbewegung 1,2 km, minimale Breite 15 m, maximale Breite 200 m, max. Tiefgang 36,5 m und bewegte Kubatur 2,2 Mio. m³.

Chronik

- ⇒ Bereits mit der Aktivierung der „Rutschung Nord“ im Jahre 1997 erfolgen terrestrische Kontrollmessungen an der Bundesstraße und entlang kritischer Bereiche (110-KV Stromleitung der Salzburg AG) durch den Vermessungsdienst des Geologischen Dienstes/Salzburg. Diese werden in großen Zeitabständen, max. 1 mal pro Monat, durchgeführt. Gleichzeitig werden 2 Inklinometer gesetzt.
- ⇒ Im Herbst 1999 treten Bewegungen an der „Rutschung Süd“ auf. Ausgehend vom oberen Anbruchgebiet erfolgt eine sukzessive Reaktivierung mit dramatischen Bewegungsraten bis zu 1 m/d im Mittelteil des Hanges. Die terrestrische Vermessung des Landes Salzburg liefert vorerst entlang der Bundesstraße und der Leitungstrasse die ersten Daten über die Bewegungsentwicklungen. Das Herstellen der Vermessungspfeiler und Versetzen der Targets erfolgt im Mai 2002 durch die Wildbach- und Lawinerverbauung. Voraussetzung dafür war,

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

- dass der Wald, der die Rutschung anfänglich noch bedeckte, geschlägert wurde. Die Bewegungen werden zuerst täglich und in weiterer Folge alle 2 bis 3 Tage gemessen.
- ⇒ In zwei kritischen Bereichen, beim Gehöft Rocherl und bei der Lamprechts-hausener Bundesstraße werden zwei weitere Inklinometer gesetzt; Auftraggeber dafür ist das Land Salzburg.

Anlass für die Installation

- Warnung, Monitoring
- ⇒ Beobachtung zur Entwicklung des Erdstroms und Lokalisation kritischer Bereiche (Akkumulationsbereiche);
- ⇒ Tiefergreifendes Verständnis zur Kinematik der Massenbewegung für die Planung von Maßnahmen
- ⇒ Vorwarnung mit den Inklinometern und der terrestrischen Präzisionsmessreihe „Bundesstraße“
- ⇒ Bedrohung der Bundesstraße, der Lokalbahn, der Gas- und Stromleitungen und eines Bauernhofs.
- ⇒ Flächendeckendes Monitoring (terrestrische Vermessung von > 100 Punkte) und damit Erhöhung des Wissensstands zur Kinematik der Massenbewegung und zur Planung von Schutzkonzepten und Maßnahmen.
- ⇒ Inklinometer und terrestrische Präzisionsmessungen als Vorwarnsystem für das Gehöft Rocherl, die Bundesstraße und die Lokalbahn.

Datum der Installation

- ⇒ Inklinometer „Rutschung Nord“: 1999
- ⇒ Inklinometer „Bauernhof Rocherl“: 01/2002
- ⇒ Inklinometer Bundesstraße 2003
- ⇒ Terrestrische Vermessung „Vorwarnreihe“: 1997
- ⇒ Terrestrische Vermessung gesamter Erdstrom Süd 05/2002

Betreuung/Wartung

Das terrestrische Vermessungsprogramm über die gesamte Massenbewegung wurde von der Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Flach- und Tennengau durchgeführt. Mit dem Stillstand der Massenbewegung im Juni 2003 wurde das Messprogramm eingestellt.

Die Kontrollmessung der Inklinometer und die terrestrischen Präzisionsmessungen entlang der Bundesstraße wurden und werden noch vom Landesvermessungsdienst des Landes Salzburg durchgeführt bzw. in Auftrag gegeben.

Analyse/ Datenauswertung

Vermessungsdaten: Fa. Geobyte Nesselthalerstraße 36, 5020 Salzburg Tel.: 0662/834826	Inklinometer: Bautechnischen Versuchs- und Forschungsanstalt Alpenstraße 157, 5020 Salzburg Tel.: 0662/6217580
---	--

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Theodolit und Targets (Prisma u. Reflektorfolien)	---	Winkel Distanz	Gon m	>100*
Inklinometer	Glöttl NMG 30/2	Sinus** (Neigungsbe- reich ±30°)	% ±0,2 mm	4***

* nur Rutschung Süd

** wird als Abweichung vom Lot gemessen und in horizontale Verschiebung umgerechnet

*** am gesamten Haunsberg (Rutschung Nord und Süd)

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Digitales Anzeigergerät NMA 05-2DR	Glöttzl NMA	---	1

Kosten

Preis der Anlage

Die Herstellung der Vermessungspfeiler, das Anfertigen und Versetzen der Targets, wurde von der Wildbach- und Lawinenverbauung in Eigenregie durchgeführt.

Kernbohrungen für die Inklinometer:

- ⇒ Baustelleneinrichtung: € 3.500,--
- ⇒ Einrichten/Umstellen des Geräts: € 350,--
- ⇒ Der Preis einer Rotationskernbohrung hängt wesentlich vom Durchmesser und von der Tiefenstufe ab; im Lockermaterial sind dafür Kosten € 160,-- bis 220,--/lfm anzusetzen.

Betriebs- und Wartungskosten

Die Vermessung und die Adjustierung der Targets erfolgten durch die Wildbach- und Lawinenverbauung; die Kontrollmessungen der Vermessungspfeiler führte der Vermessungsdienst des Geologischen Dienstes/Salzburg durch; eine reale Kostenersatzrechnung dafür liegt von beiden Institutionen nicht vor.

Die geostatistische Auswertung der Vermessungsergebnisse mit integrierten Niederschlagsdaten für ein ¼ Jahr (siehe Abb. 7), das geologische Volumenmodell zur Berechnung des Massendurchflusses, die Darstellung der Nettoerosion und -akkumulation und die Darstellung der Massenbewegung in einem VRML-Modell erfolgten von der Fa. Geobyte; die Kosten dafür betragen ca. € 25.000,-- netto.

Bisherige Erfahrungen

Vorteile

- ⇒ Flächendeckende Erfassung der Bewegungen durch die geostatistische Auswertung (siehe Abb. 7).
- ⇒ Die Vermessung kann als Eigenleistung innerhalb der Wildbach- und Lawinenverbauung durchgeführt werden; die Kosten sind dadurch niedrig zu halten.
- ⇒ Wesentliche Verkürzung des Entscheidungsprozesses durch die rasche und übersichtliche Datenauswertung.

Nachteile

Verwertbarkeit der Messdaten

Übliche vermessungstechnische Störungen (Nebel, Refraktion, etc.)

Gut: Die Messfehler bewegten sich von einigen mm bis zu 2 cm; der Messfehler wurde u.A. von steilen Visuren und langen Messstrecken bestimmt. Zudem war es im unteren Abschnitt der Massenbewegung aufgrund der Topografie nicht möglich, einen Vermessungspfeiler zu setzen, von dem aus die Massenbewegung komplett eingesehen hätte werden können. Daher erfolgte die Vermessung über eine freie Stationierung, die zu größeren Unschärfen bei den Ergebnissen führte. Diese spielten jedoch bei den großen Bewegungsraten (von cm/d bis mehrere dm/d) keine Rolle.

Zusätzliche Bemerkungen

Visualisierte Daten tragen wesentlich zum Verständnis der Bewegungsabläufe bei. Vermessung und Auswertung nehmen nur 3 bis 4 Stunden in Anspruch – danach können die visualisierten Daten von sämtlichen Projektmitgliedern über das Internet abgerufen und eingesehen werden.

In Planung

Nichts:

- ⇒ Die ganzheitliche Vermessung durchgeführt von der Wildbach- und Lawinenverbauung wurde aufgrund des Stillstehens der Massenbewegung (06/2003) eingestellt.
- ⇒ Die Kontrollmessungen der Inklinometer und der „Vorwarnreihe“ laufen weiter; letztere liegen im Zuständigkeitsbereich der Landesgeologie von Salzburg.

Literatur/Unterlagen

Sausgruber T., Marschallinger R., Scheuringer E. (2004): The Fürwag Landslide – Models, Monitoring and Measures. Pp 51-59, Felsbau 22, 2004/2. Glückauf Vlg. Essen.

(Foto)grafische Darstellungen



Abb. 4: Fürwag: Vermessungspfeiler

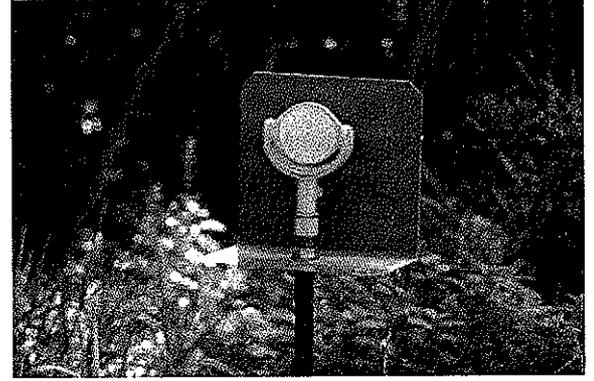


Abb. 5: Fürwag: Vermessungstarget

Das Target bildet eine Reflektormarke mit Steckadapter der Fa. Rost; die Unterkonstruktion und die übersichtliche Kennzeichnung wurden vom Bauhof der Gebietsbauleitung Flach- und Tennengau gefertigt.

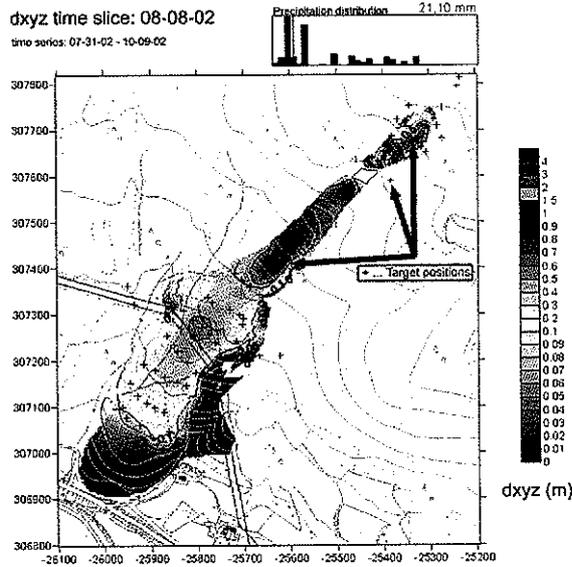


Abb. 6: Fürwag: Darstellung der Vermessungsergebnisse

Die Bewegungsraten innerhalb von 2 Tagen sind als farbige Isolinien (Bewegungsraten 2 Tage) zusammen mit den Niederschlägen (Firma Geobyte, Salzburg) dargestellt.

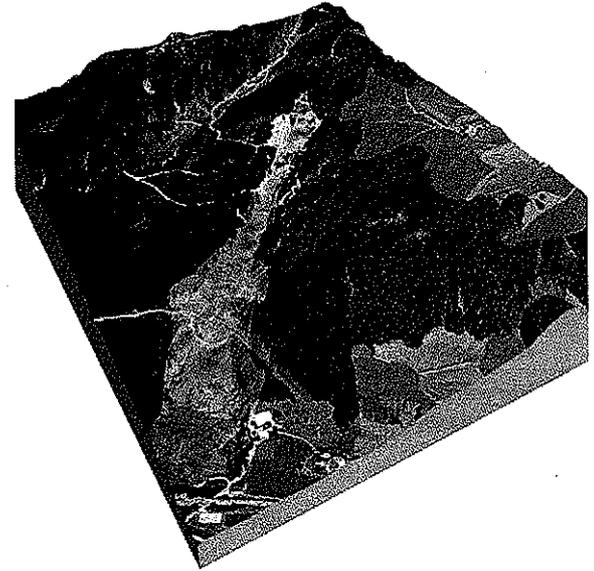


Abb. 7: Fürwag: Geländemodell des Erdstroms Süd

Dargestellt sind die Nettoerosion und -akkumulation der Bewegungsraten (06/2003 - 12/2003).

dslide –
auf Vlg.

GAMSLEITENLAHN



Bundesland
Salzburg

Bezirk
St. Johann

Gemeinde
Untertauern

GBL
Pongau

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Lawine

Art der Messung

Zugkräfte in vorgespannten Ankern

Ansprechperson(en)

Name(n)

DI Anton Pichler

Organisation

Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Pongau

Anschrift

Bergheimerstraße 57, 5021 Salzburg

Telefon

0662/878154-201

Fax

0662/878154-250

E-Mail

gbl.pongau@die-wildbach.at

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Monitoring, Wissenschaft

Anlass für die Installation

Projekt Gamsleitenlahn – Errichtung Lawinenbrecher

Datum der Installation

1996

Betreuung/Wartung

Wildbach- und Lawinenverbauung

**Analyse/
Datenauswertung**

Wildbach- und Lawinenverbauung

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Messdosen	---	---	---	---
Vorspannanker	---	---	---	---

Kosten

Finanzierung

Projekt „Gamsleitenlahn“

(Foto)grafische Darstellungen

Kenn-

Süd

ion der

WAGRAINER ACHE



Bundesland Salzburg	Bezirk St. Johann	Gemeinde Wagrain	GBL Pongau
-------------------------------	-----------------------------	----------------------------	----------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr Massenbewegung, Wildbach

Art der Messung Bewegungen, Kräfte

Ansprechperson(en)

Name(n) DI Anton Pichler

Organisation Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Pongau

Anschrift Bergheimerstraße 57, 5021 Salzburg

Telefon 0662/878154-201

Fax 0662/878154-250

E-Mail gbl.pongau@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²) 142,7 km²

HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s) 220 m³/s

Geologie ⇒ Oberostalpin
⇒ Grauwackenzone, phyllitische Schiefer - siehe auch Technischer Bericht des Verbaunungsprojektes

Geomorphologie Abgeflachte Formen der Grauwackenzone, im unteren Mittellauf tritt das Grundgestein mit Steilabstürzen zu Tage.
Sonnenseite: Landwirtschaft, Schattseite: Forstwirtschaft

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage Monitoring, Wissenschaft; Beobachtung des Talzuschubes und der realen Drücke auf Bauwerke

Anlass für die Installation Projekt Wagrain Ache; Talzuschub im Bereich der Sperrenstaffelung und Setzungen der Landesstraße jährlich um einige Zentimeter.

Datum der Installation 19.01.1999

Betreuung/Wartung Wildbach- und Lawinenverbauung

Analyse/ Datenauswertung Universität für Bodenkultur

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren	Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
	Erddruckgeber	P+P Bau-Messtechnik	---	bar / 0,01 bar	4
	Porenwasserdruckgeber	P+P Bau-Messtechnik	---	bar / 0,01 bar	1
	Pegelrohr	---	---	---	---

Kosten

Preis der Anlage

€ 12.000,--

Finanzierung

Projekt „Wagrainer Ache“

Bisherige Erfahrungen

Verwertbarkeit der Messdaten

Es können nur differenzielle Werte abgelesen werden (siehe Abb. 11)

(Foto)grafische Darstellungen

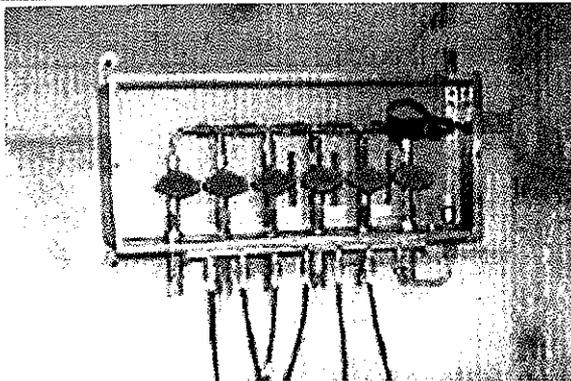


Abb. 8: Wagrain Ache: Ablesevorrichtung im rechten Sperrflügel

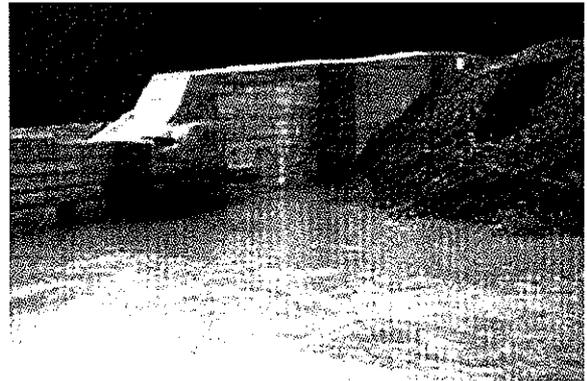


Abb. 9: Wagrain Ache: Rechter Sperrflügel

Datum	Teil 1 mit 2	Teil 2 mit 3	Verschiebung Teil 3	Teil 3 mit 4	Verschiebung Teil 4	Anmerkung
30.05.2001	0	0	0	0	0	Nullmessung
28.07.2001	0	2	2	-0,5	1,5	
02.09.2001	0	1,5	1,5	-0,6	0,9	
05.10.2001	0	1,8	1,8	-1	0,8	
02.11.2001	0	1,8	1,8	-1	0,5	
08.12.2001	0	1,9	1,9	-1,5	0,4	
26.02.2002	0	2	2	-1,5	0,5	

Abb. 10: Wagrain Ache: Tabelle der Verschiebungen der Sperrflügel in [cm]

BLAUBACH



Bundesland Salzburg	Bezirk Zell am See	Gemeinde Krimml	GBL Pinzgau
-------------------------------	------------------------------	---------------------------	-----------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr	Massenbewegung (Rutschung)
Art der Messung	Bewegungen
Ansprechperson(en)	
Name(n)	DI Franz Anker
Organisation	Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Pinzgau
Anschrift	Schmitzenstraße 16, 5700 Zell am See
Telefon	06542/72550-31
Fax	06542/72891
E-Mail	gbl.pinzgau@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²)	4,5 km ²
HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s)	34 m ³ /s lt. GZP
Geologie	Südrand der Grauwackenzone; Salzachtalstörung, Kataklastite, Phyllite und Schiefer im Grundgestein
Geomorphologie	Auffallende Bewegungsformen, Großrutschung über mehrere Hektar
Chronik	Erstinstallation im Jahr 2000, seitdem jährlich Folgemessung, Auswertung historischer Bewegungen durch Luftbildinterpretation (seit 1954)

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage	Monitoring, Wissenschaft
Anlass für die Installation	Controlling für Maßnahmenenerfolg des Verbauungsprojektes
Datum der Installation	2000
Betreuung/Wartung	Wildbach- und Lawinenverbauung
Analyse/ Datenauswertung	TU Graz, Institut für Fernerkundung, Dipl.-Ing. Kaufmann

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren	Photogrammetrie & Satellitengeodäsie (GPS)
-----------------	--

Kosten

Preis der Anlage	ca. € 110.000,--
Materialkosten	ca. € 9.000,--
Betriebs- und Wartungskosten	ca. € 2.500,--/anno
Finanzierung	Wildbach- und Lawinenverbauung



Bisherige Erfahrungen

Vorteile

- ⇒ Gute Nachvollziehbarkeit
- ⇒ Aussagekräftig
- ⇒ Billig

Verwertbarkeit der Messdaten

Information, Frühwarnung, Messung des Erfolges der Maßnahmensetzung

Literatur/Unterlagen

- ⇒ Berichte der TU Graz (Bauleitung Pinzgau)
- ⇒ Kaufmann, V.; Kienast, G.; Ladstädter, R.; Flechl, J., 2005, Geodätische Wiederholungsmessung 2005 am Rutschhang im Blaubachgraben bei Krimml, Salzburg; Abschlussbericht zum Projekt des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Pinzgau
- ⇒ Kaufmann, V.; Ladstädter, R., 2005, Der Rutschhang im Blaubachgraben bei Krimml, Salzburg - Auswertung der Luftbilddaufnahmen 2004. Kurzbericht zum Projekt des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Pinzgau.
- ⇒ Kaufmann, V., F. Anker, 2002, Zur Kinematik der Massenbewegung im Talschluss des Blaubachgrabens, Gemeinde Krimml, unveröffentlicht.

(Foto)grafische Darstellungen

Bei Bedarf ist eine entsprechende Übersicht in der GBL Pinzgau

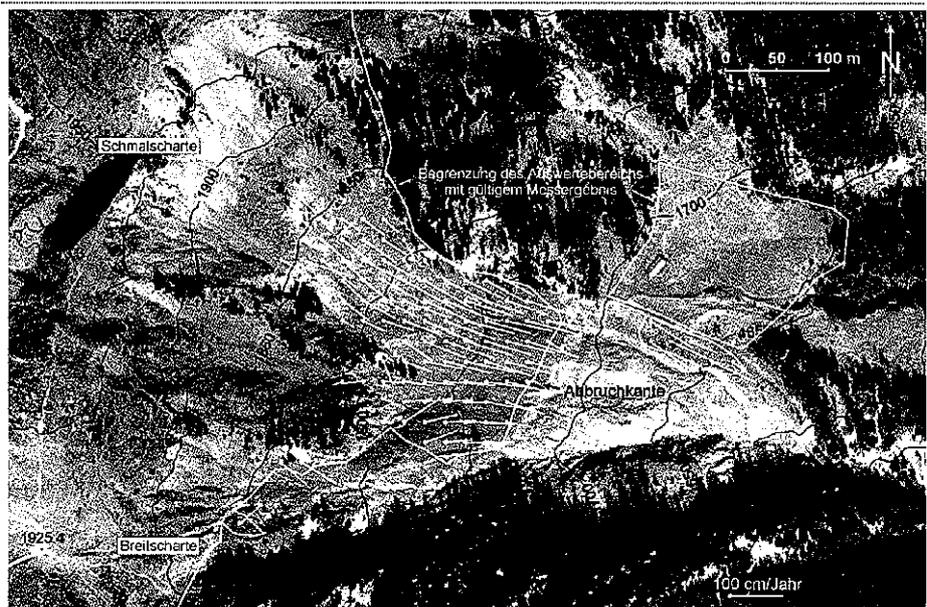


Abb. 11: Blaubach: Orthofotokarte mit Darstellung des Vektorfeldes (Rasterweite 20 m der mittleren jährlichen Horizontalbewegung des Rutschhanges Blaubachgraben für den Beobachtungszeitraum 1991 – 1999. Quelle: Kaufmann & Anker, 2002

SCHMITTENBACH



Bundesland Salzburg	Bezirk Zell am See	Gemeinde Zell am See	GBL Pinzgau
-------------------------------	------------------------------	--------------------------------	-----------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Wildbach

Art der Messung

Abfluss, Niederschlag, Erschütterungen

Ansprechperson(en)

Name(n)

Dr. Hannes Hübl; DI Franz Anker

Organisation

Universität für Bodenkultur/Institut für Alpine Naturgefahren; GBL Pinzgau

Anschrift

Schmittenstraße 16, 5700 Zell am See

Telefon

06542/72550-31

Fax

06542/72891

E-Mail

gbl.pinzgau@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²)

10,4 km²

HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s)

50 m³/s lt. GZP 1978

Geologie

Das Einzugsgebiet des Schmittenbaches liegt zur Gänze in der Grauwackenzone. Dieser Abschnitt wird zur Jochbergeinheit gezählt, die im Allgemeinen aus Wildschönauer Schiefen besteht und deren Gesteine eher eintönig sind.

Im Einzugsgebiet des Schmittenbaches finden sich vor allem Tonschiefer mit zwischengelagerten, feinkörnigen, dünnbankigen Sand- bis Tonsteinen. Selten kommen im Verband Quarzite und Schwarzschiefer vor. Am Rande des Einzugsgebietes sind vereinzelt Einschaltungen von Grüngesteinen (Metabasite) zu finden. Die hohe Verwitterungsanfälligkeit der platteligen, tonig-schieferigen Phyllite wird durch den steil stehenden Schuppenbau des Gesteines und der damit verbundenen starken tektonischen Beanspruchung zusätzlich erhöht. Dadurch ist reichlich dünnblättriger Kriechschutt vorhanden, der an den Hängen auch größere Mächtigkeiten erreichen kann. Die aus diesen Gesteinen gebildeten Böden sind überwiegend dicht und wenig wasserdurchlässig (H. GOTTSCHLING 2001).

Geomorphologie

Fächerförmiges Einzugsgebiet mit ausgeprägtem Grabensystem

Der Schmittenbach entwässert ein rund 10 km² großes Einzugsgebiet. Die größte Längserstreckung des Einzugsgebietes beträgt 4,8 km und reicht von dem im Osten gelegenen Mündungsbereich des Schmittenbaches in den Zeller See (direkt in Zell am See, Seehöhe: 757 m) bis zum Gipfelkamm der Schmittenhöhe (höchster Punkt 1965 m) am westlichen Rand des Einzugsgebietes.

Die Bachsohlen stoßen großteils auf anstehenden Fels. Alle Bäche im Einzugsgebiet, insbesondere die Griebbäche, fächern sich im Quellgebiet in mehrere Zubringer auf. Im gesamten Einzugsgebiet finden sich entlang der z.T. sehr steilen Grabeneinhangs zahlreiche kleine Blaikten - drei größere, tiefgründige liegen im Finsterbach, Griesbach-Süd und dem Breitenbach. Der Schmittenbach selbst hat ein Durchschnittsgefälle von ca. 8 %. Er mündet unter Ausbildung eines mächtigen, verhältnismäßig flachen Schwemmkegels, auf welchem die Ortschaft Zell am See liegt, in 757 m in den Zeller See. Die Flachstrecken (zwischen 900 m und 840 m) sind mit beträchtlichen Geschiebemengen aufgefüllt. In Bereichen, bei denen ein Ausbruch des Schmittenbaches möglich ist (z.B. bei der Kaltenbrunnbrücke, Ereignis-



Chronik

nis 1966 oder im Bereich der Einmündung von Seitengräben) muss mit erheblicher Tiefenerosion gerechnet werden.

Aufgrund der lange währenden Siedlungstätigkeit existieren weit zurückreichende Aufzeichnungen von Katastrophenereignissen (1567, 1588, 1598, 1632, 1682).

Am 3. 7. 1737 (Bild: Heimatmuseum Zell/See) wurde Zell am See von der wohl folgenschwersten Hochwasserkatastrophe heimgesucht, ausgelöst durch einen heftigen Wolkenbruch, der im Schmittental riesige Wassermassen absetzte und im Markt schwerste Verheerungen anrichtete und auch Todesopfer forderte. Am 17.7.1884 ereignete sich ebenfalls ein katastrophales Hochwasserereignis. Obwohl Feuerwehr und Bürger versuchten, den Bachlauf freizuhalten, kam es immer wieder zu Verklausungen und dadurch zu schweren Schäden; so wurden z.B. alle Brücken über den Schmittenbach weggerissen. Am 12.6.1966 kam es zum bis dato letzten schweren Schadereignis. Alte Rutschungen wurden wieder aktiv und neue Bläiken entstanden. An den Verbauungen, aber auch in der Stadt entstanden durch Vermurungen beträchtliche Schäden.

Im Juni 2005 waren im Zuge eines heftigen Gewitters besonders in einzelnen Zubringern des Schmittenbaches nennenswerte Schäden zu verzeichnen. Am Messwehr Köhlerbrücke wurden dabei die höchsten bisher registrierten Abflüsse verzeichnet, sie entsprachen in diesem Bereich einem ca. 50-jährlichen Wiederkehrintervall.

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Monitoring, Wissenschaft

Anlass für die Installation

Anpassung der Instrumente und Erfassungsgeräte an den Stand der Technik (2002)

Datum der Installation

1978/2002

Betreuung/Wartung

Noch nicht geklärt, derzeit Universität für Bodenkultur und Wildbach- und Lawinerverbauung

**Analyse/
Datenauswertung**

Noch nicht geklärt, derzeit Universität für Bodenkultur und Wildbach- und Lawinerverbauung

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Geophon	Lieferant Sommer	Erschütterung	mV / Analog Spannung	1
Ultraschallgeber USH 10	Sommer	Pegel	m / 0,1%	3
Niederschlagswaage	Sommer	Niederschlag	mm / 0,1mm	2

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Funksender	Sommer	Funk	5
ISDN Modem	Sommer	ISDN	1

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenlogger, MDE Master	Sommer	Ringspeicher	1

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solarpanel, ca. 54 W	Sommer	Solarstrom	1
Netzversorgung	---	---	4
Batterie	Sommer	Bleiakku	5

Kosten	
Preis der Anlage	€ 55.500,00 + € 15.279,35 € 70.779,35
Betriebs- und Wartungskosten	€ 2.000,--/Jahr
Finanzierung	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Einschreiter im Wasserrecht: Institut für Alpine Naturgefahren
Bisherige Erfahrungen	
Verwertbarkeit der Messdaten	Für einen Pegel fehlt noch die Schlüsselkurve. Verbesserungen des Verständnisses über die Zusammenhänge von Niederschlag und Abfluss.
Zusätzliche Bemerkungen	Kein Wartungsvertrag, Zuständigkeit bei Geräteausfall ist nicht geklärt
In Planung	Ausdehnung auf ein Frühwarnsystem
Literatur/Unterlagen	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ HAGEN K., GANAHL E., HÜBL J. 2007: Analyse und Evaluierung von gebräuchlichen empirischen Ansätzen zur Hochwasserabschätzung in Wildbächen, BFW-Berichte 137/2007, Wien. ⇒ HAGEN K. 2003: Wildbacheinzugsgebiet Schmittbach (Salzburg), Analyse des Niederschlags- und Abflussgeschehens 1977-1998, BFW Berichte 129. ⇒ HAGEN K. 2002: Auswirkungen der Klimaänderung auf das watershed management in österreichischen Wildbacheinzugsgebieten. BFW-Berichte 127. ⇒ SCHAFFHAUSER H. 1982: Untersuchungen über das Abflussverhalten verschieden bewirtschafteter Versuchsflächen. Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 144, 85-102, Wien. ⇒ STARY U. 1997: Niederschlag- Abfluss- Dokumentation eines Starkregeneignisses am Schmittbach. FBVA-Berichte 96, Wien. ⇒ WEHRMANN H. 2000: Vergleichende Betrachtungen von Wildbachverbauungssystemen im Pinzgau. Diplomarbeit am Institut für Alpine Naturgefahren und forstliches Ingenieurwesen, Universität für Bodenkultur, Wien.
(Foto)grafische Darstellungen	Eine entsprechende Übersicht liegt in der Gebietsbauleitung Pinzgau auf.



Abb. 12: Schmittbach: Blick vom Ostufer des Zeller Sees auf das Einzugsgebiet des Schmittbaches. Quelle: BFW



Abb. 13: Schmittbach: Geschiebemesswehr Köhlerbrücke. Quelle: BFW

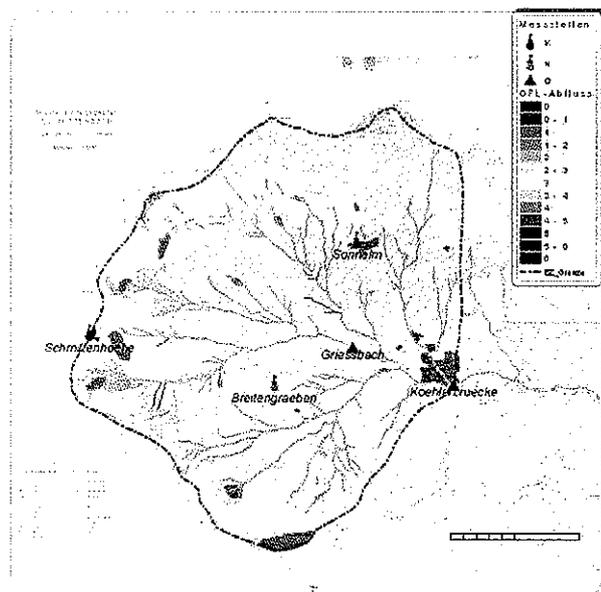


Abb. 14: Schmittbach: Einzugsgebiet des Schmittbaches mit Messstellennetz, Gerinnenetz und einer Oberflächenabflusskartierung nach der Geländeanleitung von Markt/Kohl, Stand 2003. Quelle: BFW

6.3. Steiermark

LÄRCHBERG/GALGENWALD



Bundesland	Bezirk	Gemeinde	GBL
Steiermark	Murau	Murau	Obers Murtal

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr	Massenbewegung (Bergsturz)
Art der Messung	Bewegung: <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Einfache Seilextensometer ⇒ Terrestrische Vermessung mit Servotheodolit

Ansprechperson(en)

Name(n)	Thomas Kalcher
Organisation	BH Murau, Katastrophenreferat
Anschrift	Bahnhofviertel 7, 8850 Murau
Telefon	03532/2101-208
Fax	03532/2101-550
E-Mail	thomas.kalcher@stmk.gv.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km ²)	2,2 km ²
Geologie	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Altkristalline Zentralzone der Ostalpen im oberostalpinen Stockwerk (Murauer Decke) ⇒ Phyllite und Marmore (Situation hart auf weich)

Geomorphologie	Steile bis senkrechte Felsabbrüche in den Marmoren; darunter schließt ein 40° steiler Hang bis zum Talboden an; System hart auf weich, von 300 m mächtiger Abfolge unreiner Kalkmarmore auf Phyllitsockel
----------------	---

Chronik	<p>Im April 2001 gelangten bei einem Felssturz mehrere Blöcke mit einer Größe von einigen Kubikmetern in das 50 bis 70 m breite Vorfeld der Bundesstraße B 96. Mit Verordnung der BH Murau vom 26.04.2003 wurde dieses Teilstück gem. § 6 Abs. 1 des Steiermärkischen Katastrophenschutzgesetzes, LGBl. Nr. 62 zum Sperrgebiet erklärt.</p> <p>Weitere Vorgehensweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Einbau von Seilextensometern über bis zu 10 m geöffnete Zugspalten in Kalkmarmoren zur Registrierung der Öffnungsbewegungen, ⇒ Sofortmaßnahme der Bundesstraßenverwaltung mittels Schutzdamm, ⇒ Prozessanalyse als Grundlage für Evaluierung der Schutzmaßnahme sowie Risikobewertung.
---------	---

Aktuelle Ereignisse	Einzelne Steinschläge mit mehreren m ³ Volumen, die aber nur bis in den Fallboden des Schutzdammes reichten. Laut Auswertung der Vermessungsdaten – starke Bewegungen im Unterhang
---------------------	---

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage	Monitoring
Anlass für die Installation	Gefährdung der Bundesstraße sowie des Rantenbaches bezüglich Aufstau durch Hangbewegungen

Datum der Installation

- ⇒ Seilextensometer Frühjahr 2001
- ⇒ Servotheodolit Juni 2002

Betreuung/Wartung

- ⇒ Seilextensometer durch die Wildbach- und Lawinenverbauung und BH-Murau
- ⇒ Servotheodolit durch TIWAG

**Analyse/
Datenauswertung**

- ⇒ Messdatenaufbereitung durch die Wildbach- und Lawinenverbauung/BH-Murau bzw. TIWAG
- ⇒ Weitere Auswertung (PFC und FLAC) durch TU-Wien

**Aktueller Ausbau-
zustand****Sensoren**

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
TCA 1100	Wild Heerbrugg	---	mm / ± 2mm mGon / 2ppm	1
Prisma	Leica	---	---	31

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenübertragungsmodul + „PC-Anywhere“ + Handy (Modem)	---	---	1

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
PC vor Ort	---	---	1

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Standleitung	---	---	---

Kosten**Preis der Anlage**

€ 25.000,--

Materialkosten

- ⇒ € 14.000,-- Messhütte (Autotheodolit)
- ⇒ € 1.500,-- für die Prismen

**Betriebs- und
Wartungskosten**

- ⇒ Miete Autotheodolit: € 343,--/Monat netto
- ⇒ Auswertung Daten 4 Std./Monat zum Ingenieurtarif von € 61,06/Std. netto
- ⇒ Gesamtkosten/Monat: € 587,24 netto
- ⇒ Theodolit wurde mit 24 Monatsmieten abgezahlt: 24 x 343 = € 8.232,-- netto

Finanzierung

Amt der Steiermärkischen Landesregierung

**Bisherige
Erfahrungen****Vorteile**

Wartungsarm:
→ Automatisierte Messung + Datenübertragung + Standardauswertung

Nachteile

Naturgegebene Probleme (Nebel, Luftflimmern, Refraktion)

**Verwertbarkeit der
Messdaten**

Sehr gut bis ausgezeichnet, über statistische Ausgleichsverfahren der letzten 10 Einzelmessungen kann die Genauigkeit wesentlich (bis zu 300 %) gesteigert werden.

Erfahrungen seit 2004

Der Servotheodolit weißt in den letzten Jahren zahlreiche Ausfälle und Messunterbrechungen auf. Durch die lange Zuleitung (Stromversorgung) treten Probleme auf, die 2007 zur Zerstörung der Netzteile für PC und Theodolit geführt haben. Durch den dichten Bewuchs und die ständigen Bewegungen der Rutschmassen sind die Reflektoren laufend frei zu schneiden bzw. neu zu justieren.

Endbericht der Bergsturzuntersuchung liegt nunmehr vor. Zahlreiche Auswertungen samt Karten, Bildern und Berichten beinhaltend. Sehr umfangreich!!

In Planung

Laufende Messung der Quellschüttung am Hangfuß mit Aufzeichnung durch Datenlogger; konnte aus finanziellen Gründen bis dato nicht installiert werden.

Literatur/Unterlagen

- ⇒ Angerer H., Hermann S., Kittl H., Poisel R., Roth W. (2004): IX-th International Symposium on Landslides, Rio de Janeiro.
- ⇒ Angerer H., Kalcher T., Kittl H., Poisel R., Pöllinger, M. (2004): 10. Kongress Interpraevent, S21-32, Bd 2, Riva del Garda/Trient.
- ⇒ Poisel R., Hermann S., Kittl H., Preh A. (2003): Die Großhangbewegung Lärchberg – Galgenwald bei Murau, S110-119, Felsbau 21/5.

(Foto)grafische Darstellungen



Abb. 15: Lärchberg/Galgenwald: Übersicht

Rote Nummern (1-36) = Targets (Reflektoren)

Blaue Linien = Seilextensometer

A1, A2 = Fixpunkte



Abb. 16: Lärchberg/Galgenwald: Messhütte am Gegenhang

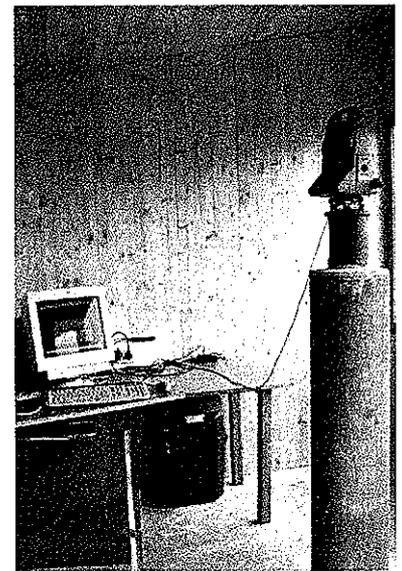


Abb. 17: Lärchberg/Galgenwald: Autotheodolit mit PC und Datenübertragungsmodule

6.4.

6.5. Kärnten

RUTSCHUNG RIEGER - AUENBACH



Bundesland	Bezirk	Gemeinde	GBL
Kärnten	Wolfsberg	Wolfsberg	Mittel- und Unterkärnten

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Massenbewegung (Rutschung)

Art der Messung

Warnanlage (Sensoren) mit Ampelschaltung und Handyalarm

Ansprechperson(en)

Name(n)

Ing. Franz Schönhart

Organisation

Stadtgemeinde Wolfsberg

Anschrift

Rathausplatz 1, 9400 Wolfsberg

Telefon

04352/537-0

Fax

04352/537-298

E-Mail

stadt@wolfsberg.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²)

20,5 km²

HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s)

51 m³/s (GZP) für Gesamt- EG

Geologie

Gneisglimmerschiefer, Hangschutt, Alluvionen (GZP); Saualpenkristallin mit höchster Metamorphosestufe (Gutachten)

Geomorphologie

Multiple Rotationsrutschung

Chronik

- ⇒ 22./23.08. bis 27./28.8.2005: mehrere Niederschläge im Lavanttal (Adriatief).
- ⇒ Am 21.8.: Auftreten von ersten Zugrissen, vom Ausmaß her zunehmend bis 27.8.
- ⇒ Alarmierung am 27.8. → Begehung
- ⇒ Weiterer Alarm am 30.8. → Feststellung einer ausgedehnten Großrutschung

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Frühwarnung:

Sicherung des Verkehrs auf der Gemeindestraße (Ampel) und Alarmierung von Feuerwehr und Gemeinde im Falle einer Aktivierung der Rutschung

Anlass für die Installation

Rutschungsereignis 2005

Datum der Installation

Herbst 2005

Betreuung/Wartung

Stadtgemeinde Wolfsberg und Universität für Bodenkultur, Wien

Analyse/
Datenauswertung

Keine, da nur Warnsystem

ald: Auto-ber-

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Seilzugschalter (mechanisch)	Ott	---	---	1

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Logo Sens	Ott	Stationsmanager*	1
GSM-Modem TC35T	---	direkte Datenübertragung	1

* zur Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Steuerung und Übertragung von Umweltdaten

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Logo Sens	---	---	---

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Öffentl. Stromversorgung	über Fa. Ott	---	---
Akku 12V/6,5Ah	---	---	---

Kosten

Preis der Anlage

€ 12.000,--

Finanzierung

Stadtgemeinde Wolfsberg

Bisherige Erfahrungen

Vorteile

Einfach und rasch zu installieren

Nachteile

Fehlauslösungen durch Wild, Vieh etc. möglich

In Planung

Projekt zur Rutschungsstabilisierung und Murbrecher

(Foto)grafische Darstellungen

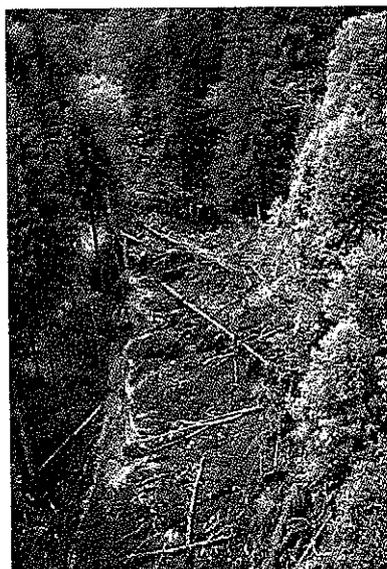


Abb. 18: Rutschung Auenbach: Überblick



Abb. 19: Rutschung Auenbach: Abrisskante

OSELITZENBACH (REPPWANDGLEITUNG)



Bundesland	Bezirk	Gemeinde	GBL
Kärnten	Hermagor	Hermagor	Gail- & Mittleres Drautal

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr Massenbewegung (Großhanggleitung)

Art der Messung Abfluss

Ansprechperson(en)

Name(n) Dr. Erich Lang

Organisation Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) – Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen

Anschrift Hauptstraße 7, 1140 Wien

Telefon 01/87838-2217

E-Mail erich.lang@bfw.gv.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²) 27,7 km²

HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s) HQ100 = 160 m³/s

Geologie

Das Einzugsgebiet des Oselitzenbaches liegt im Ostteil der Karnischen Alpen. Diese bilden eine 7 bis 8 km breite und ca. 140 km lange Gebirgskette, die etwa von Sillian (Osttirol) im Westen bis Arnoldstein (Kärnten) im Osten reicht. Die Karnischen Alpen bilden die nördlichste Baueinheit der Südalpen. Sie werden durch die Gailtal-Linie, einem im Lesach- und Gailtal verlaufenden Teilstück des Periadriatischen Lineamentes von den Nordalpen getrennt (Moser, 1988).

Die Schichtfolge der Gesteine beginnt im Nassfeldgebiet im Liegenden mit fossilfreien, schwach metamorphen Schiefern und Bänderkalken des Altpaläozoikums. Darüber folgen die hauptsächlich aus Schiefern und untergeordnet auch aus Sandsteinen aufgebauten Hochwipfelschichten des Silurs bis Unterkarbon, die zumindest im Bachbett des Oselitzenbaches aufgeschlossen sind. Im Anschluss an den Hochwipfelbruch folgen diskordant die Basalbildungen der Auernigschichten des Oberkarbons mit Anthrazitflözen. In weiterer Abfolge kommt es entlang eines Küstenbereiches zur abwechselnden Ablagerung von kalkarmen und kalkreichen Sedimenten mit marinen Faunen und Landpflanzen. Diese nahezu weltweit bekannte Rhythmik wird als Auernig-Rhythmus bezeichnet, der unter anderem als Ausdruck verschieden großer Transportkraft des Wassers, der Anlieferung von Land her und der Umlagerung längs einer Küste, verbunden mit biogen gesteuerten Bildung von Kalken verstanden wird. Fels- und Bergsturz-Schuttmassen der Reppwand verdecken Teile der Rattendorfer Schichten, die sich in den unteren Pseudoschwagerinenkalk, die Grenzlandbänke und die oberen Pseudoschwagerinenkalke untergliedern. Auernigschichten und Rattendorfer Schichten werden aufgrund des stark gestörten Schichtverbandes im Bereich der Reppwandgleitung auch zu den so genannten Nassfeldschichten zusammengefasst.

Im Steilabbruch der Reppwand sind der Trogkofelkalk aus dem Unter-Perm sowie die Grödener Schichten und die Bellerophon-Schichten aus dem Mittel- bis Ober-Perm aufgeschlossen. Die Werfener Schichten aus dem Skyth und das Muschelkalkkonglomerat aus dem Anis (beide Trias) schließen die Folge nach oben hin ab. Ein ebenfalls triassisches Alter besitzt der Schlerndolomit, der den Gipfel des Gart-

Anzahl

1

Anzahl

1

1

ldaten

Anzahl

Anzahl



Chronik

ner Kofels aufbaut.

Zu den jüngsten, quartären Ablagerungen werden Moränen, durch Berg-, Felssturz und Rutschungen subrezent bis rezent verstellte und umgelagerte Gesteinsmassen, sowie Wildbach- und Hangschutt gezählt. (Weidner, 2000)

Bei einem schweren Hochwasser im Jahr 1983 wurden die alten Verbauungen im Mittel- und Oberlauf des Oselitzenbaches zerstört. Auf dem Schwemmkegel und Vorfluter wurden große Geschiebemengen abgelagert. Im Bereich der Reppwandgleitung kam es zu einer starken Erosion des Hangfußes.

Aufgrund der Ereignisse des Jahres 1983 wurde von der Wildbach- und Lawinerverbauung Kärnten ein neues Verbauungsprojekt ausgearbeitet. Diesem Projekt wurde ein HQ100 von 160 m³/s und ein Geschiebepotenzial von 150.000 bis 200.000 m³ zu Grunde gelegt. Zur Sicherung des Siedlungsraumes Tröpolach und der Nassfeldbundesstraße sowie zur Geschiebeentlastung des Vorfluters wurden folgende Maßnahmen realisiert:

- ⇒ Lineare Maßnahmen in Form von Sohlenstaffelungen und Geschieberetentionen
- ⇒ Forstliche Maßnahmen zur Verbesserung der Abflussverhältnisse
- ⇒ Entwässerungsmaßnahmen zur Verringerung der Großhanggleitung (Reppwandgleitung)

Am 14. Oktober 1993 konnte ein 100jähriges Ereignis aufgezeichnet werden.

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Monitoring

Anlass für die Installation

Senkungen der Nassfeldbundesstraße 1986

Datum der Installation

1996

Betreuung/Wartung

Bundeforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Analyse/
Datenauswertung

Bundeforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Schwimmerpegel	---	---	---	---
Drahtextensometer	---	---	mm	1
---	---	---	---	---
TX 0271 MKII; Modell 919*	Soil Instruments	---	m	9

* für Konvergenzmessstrecke

Kosten

Preis der Anlage

Die Kosten für die Anlagen selbst sind nicht transparent, da von Prof. Moser die Datenanalyse gemacht wird und ein jährlicher Abschlussbericht erarbeitet wird und diese Dinge im Pauschalangebot enthalten sind.

Literatur/Unterlagen

- ⇒ LANG E., 1997: Wildbacheinzugsgebiet Oselitzenbach - Spitzenwerte von Niederschlag und Abfluss 1987-1995. FBVA-Berichte, Wien, (96): 7-20.
- ⇒ MOSER M., ANGERER J., SEITZ S., 1988: Geotechnische Untersuchungsergebnisse im Rahmen des Verbauungsprojektes Oselitzenbach/Kärnten. In: Interpraevent 1988 - Graz, Tagungspublikation, Band 3, Seite 77-102.

Felssturz
teinsmas-

ungen im
kegel und
er Repp-

Lawinen-
m Projekt
0.000 bis
olach und
s wurden

eretentio-

g (Repp-
en.

d Land-

d Land-

Anzahl

1
9

Moser die
et wird und

werte von
0.

uchungser-
ch/Kärnten.
102.

- ⇒ NEUWINGER, I.,: Wasseraufnahme und Versickerung bei verschiedenen Bodenformen im Nassfeld, Karnische Alpen; unveröffentlicht.
- ⇒ STARY U., LANG E. 2006: Wildbacheinzugsgebiet Oselitzenbach – Analyse des Niederschlags- und Abflussgeschehens 1988 – 2004, BFW-Bericht in Druck.
- ⇒ WEIDNER, S. 2000: Kinematik und Mechanismus tief greifender Hangdeformationen unter besonderer Berücksichtigung der hydrogeologischen Verhältnisse; Doktorarbeit an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

(Foto)grafische Darstellungen

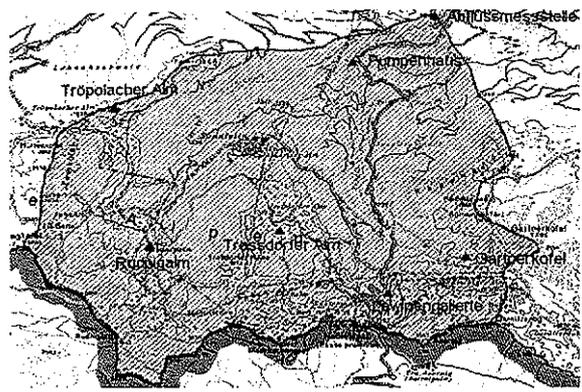


Abb. 20: Oselitzenbach: Einzugsgebiet und Messeinrichtungen des BFW. Quelle: BFW



Abb. 21: Oselitzenbach: Beschädigte Abflussmessstelle nach dem über 100jährigen Ereignis vom 14. Oktober 1993. Quelle: BFW

GRADENBACH - BERCHTOLDHANG



Bundesland Kärnten	Bezirk Spittal an der Drau	Gemeinde Großkirchheim	GBL Drautal u. Mölltal
------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Massenbewegung (Rutschung, Steinschlag)

Art der Messung

- ⇒ Abfluss
- ⇒ Bewegung

Ansprechperson(en)

Name(n)

Dr. Erich Lang

Organisation

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) – Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen

Anschrift

Hauptstraße 7, 1140 Wien

Telefon

01/87838-2217

E-Mail

erich.lang@bfw.gv.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²)

32,5 km²

HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s)

80 m³/s

Geologie

Der Berchtoldhang ist einer der größten derzeit aktiven Massenbewegungen in Österreich. Durch seine Lage an der Mündung des Gradenbaches in die Möll und der unbewaldeten, deutlich entwickelten Anrisszone ist er nicht nur auffällig, sondern stellt auch für die möllabwärts gelegenen Ortschaften eine Bedrohung dar.

Der Talzusub befindet sich überwiegend in Gesteinsserien der Matreier Zone, seine östliche Grenze bildet gleichzeitig die Grenze Matreier Zone – obere Schieferhülle.

Der Ostteil wird von dunkelgrauen Kalk-Glimmerphylliten beherrscht, im mittleren und westlichen Teil finden sich vorwiegend karbonatfreie Metasedimente der Matreier Zone (Chloritphyllite, Quarzite und Serizitphyllite). Die Festgesteine werden von einer z.T. mehrere Meter mächtigen Lockermaterialschicht überlagert.

Durch die tief greifende Hangdeformation haben sich unterschiedliche strukturelle und hydrologische Einheiten entwickelt. Im Oberen Bereich herrschen stark aufgelockerte Einheiten großer Wasseraufnahmefähigkeit und Durchlässigkeit vor, im mittleren Bereich sind wenig durchlässige Einheiten für die dort anzutreffenden Quellhorizonte und die starken Bergwasserspiegel-Schwankungen bzw. die Ausbildung von Stockwerksaquiferen verantwortlich.

Geomorphologie

Der Gradenbach ist ein rechtsufriger Zubringer der Möll im Bereich des obersten Mölltales. Sein Einzugsgebiet (32,5 km², 3283 m - 1045 m) liegt in der Schobergruppe. Der Bachlauf selbst ist rund 9 km lang und weist mehrere Flachstellen (Gradenseen) auf, die als „natürliche Geschiebesperren“ wirken. Im Bereich des Talzuschubes kurz vor der Mündung in die Möll durchfließt der Gradenbach eine Schluchtstrecke.

Das besondere Gefahrenmoment des Gradenbaches geht von der Massenbewegung Eggerwiesenberg am Talausgang aus. An dieser Stelle sind die orographisch linken Grabeneinhänge durch die Hangbewegung übersteilt (Schluchtstrecke) und ausgesprochen labil (Talzuschubsstirn). Die Bachsohle besteht aus Lockermaterial, kompakter Fels wird erst ab einer Tiefe von ca. 30 m erwartet.



Mölltal

und Land-

gungen in
e Möll und
fällig, son-
ng dar.
reier Zone,
ere Schie-
n mittleren
mente der
steine wer-
agert.
strukturelle
stark aufge-
eit vor, im
utreffenden
die Ausbil-
s obersten
r Schober-
flachstellen
ereich des
nbach eine
ssenbewe-
ographisch
recke) und
ockermate-

Chronik

Die Bachsohle wurde in der Schluchtstrecke zuletzt während der Extremereignisse 1965/66 um ca. 10 bis 20 m erodiert. Rechstufmig finden sich rund 70 hm über der derzeitigen Bachsole Spuren eines (des) alten Bachbettes.

Der Berchtholdshang selbst weist eine auffällige Gliederung in Steilzonen und Verflachungszonen auf. Besonders der obere Teil des Talzuschubes zeigt eine starke Häufung von Ablösestrukturen und Spaltenzonen. Refraktionsseismische Querprofile in 1360 m und 1700 m zeigen für diese Bereiche eine durchschnittliche Tiefe der bewegten Massen von ca. 100 m, im unteren westlichen Teil werden bis 170 m erreicht (Brückl 1984). Die Dichte der Talzuschubsmasse schwankt dabei sowohl über den Querschnitt als auch der Tiefe des Talzuschubes deutlich, was vermutlich die Ausbildung verschiedener Aquiferhorizonte bedingt.

- ⇒ Trotz der langwährenden Siedlungstätigkeit im Raum Döllach datiert die erste Erwähnung des Gradenbaches in Zusammenhang mit Hochwasserschäden erst auf das Jahr 1883 (nach dem extremen Hochwasserjahr 1882). Das und die Besiedlung des Berchtholdshanges an sich lassen eine länger währende Ruhephase der Massenbewegung vermuten. Erste Anzeichen von Hangbewegungen finden sich auf Bilddokumenten, die ca. aus 1870 stammen.
- ⇒ Seither kam es im Zuge von Hochwässern in Zusammenwirken mit dem Bergdruck immer wieder zu Beschädigung und Zerstörung von Verbauungsmaßnahmen, 1882 und besonders 1965/66 auch zu schweren Schäden in der Ortschaft Putschall (15 Häuser mussten aufgegeben werden). Durch die Geschiebebelastung der Möll (Flussaustritt) kam es zu schweren Hochwasserschäden stromabwärts (Döllach).

Aktuelle Ereignisse

- ⇒ Seit Sommer 2005 periodische Abbrüche unterhalb des Eggerwiesenkopfes mit Rutschungs- und Steinschlagereignissen (Geologische Aufnahmen durch Dr. Moser - Uni Erlangen);
- ⇒ Teilweise Beschädigung an Drainagesystemen der Wildbach- und Lawinerverbauung

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Monitoring, Wissenschaft

Datum der Installation

- ⇒ 1990 Installation des Geschiebemesswehrs
- ⇒ 1968 begann mit Unterstützung der Wildbach- und Lawinerverbauung die Einrichtung eines umfangreichen Monitoringsystems (vgl. Messstationen), das bis heute durch das BFW betreut wird.

Betreuung/Wartung

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft

**Analyse/
Datenauswertung**

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Aktueller Ausbaustand

Geschiebemesswehr - Registrierung des Gesamtabflusses des EG

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Ultraschall	OTT	---	---	---
Pegelmessung per Schwimmer	---	---	---	---
Drahtextensometer	---	---	---	---
GPS				

Kosten

Konnten nicht eruiert werden

Finanzierung

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Bisherige Erfahrungen

Zusätzliche Bemerkungen

Zusätzlich werden von anderen Institutionen im Zuge von Projekten immer wieder Bewegungsraten im Hangbereich registriert - oft mit neu zu erprobenden Verfahren, wie z.B. CODMS (Continuous Operating GPS Deformation Monitoring System).

- ⇒ Gefahrenbewertung von tiefreichenden Massenbewegungen, GPS Monitoring System inklusive Auswertesoftware GRAZIA
TU Graz, Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, o.Univ.Prof. DI Dr. Fritz K. Brunner
- ⇒ Monitoring und Modellierung aktueller Prozesse bei tiefreichenden Hangbewegungen
TU Wien, Institut für Geodäsie und Geophysik, o. Univ.Prof. DI Dr. E. Brückl

Literatur/Unterlagen

- ⇒ HAGEN, K., E. GANAHL, J. HÜBL, 2007: Analyse und Evaluierung von gebräuchlichen empirischen Ansätzen zur Hochwasserabschätzung in Wildbächen, BFW-Berichte 137/2007, Wien
- ⇒ HAGEN, K., E. LANG, 2000: Schneehydrologische Untersuchungen im Einzugsgebiet des Gradenbaches (Kärnten), FBVA Berichte Nr. 116, Wien
- ⇒ LANG, E., K. HAGEN, 1999: Wildbacheinzugsgebiet Gradenbach, Analyse des Niederschlags- und Abflussgeschehens 1968-1996, FBVA Berichte Nr. 108, Wien
- ⇒ WEIDNER, S., 2000: Kinematik und Mechanismus tiefgreifender alpiner Hangdeformationen unter besonderer Berücksichtigung der hydrogeologischen Verhältnisse, Doktorarbeit an der Friedrich Alexander Universität, Erlangen/Nürnberg
- ⇒ WEIDNER, S., E. LANG, M. MOSER, 1998: Hydrologie und Geotechnik des Talzuschubes Gradenbach (Kärnten/Österreich) Diss. Friedrich-Alexander Universität, Erlangen/Nürnberg

(Foto)grafische Darstellungen

mer wieder
en Verfah-
ring Sys-
Monitoring
ssysteme,
langbewe-
Brückl

g von ge-
n Wildbä-
en im Ein-
en
alyse des
e Nr. 108,
ner Hang-
schen Ver-
ät, Erlan-

chnik des
ander Uni-

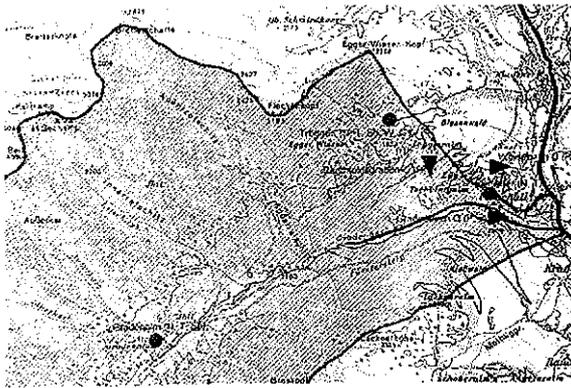


Abb. 22: Gradenbach: Lage der Klima- und Abflussmessstellen des BFW im Bereich des Einzugsgebietes Gradenbach. Quelle: BFW

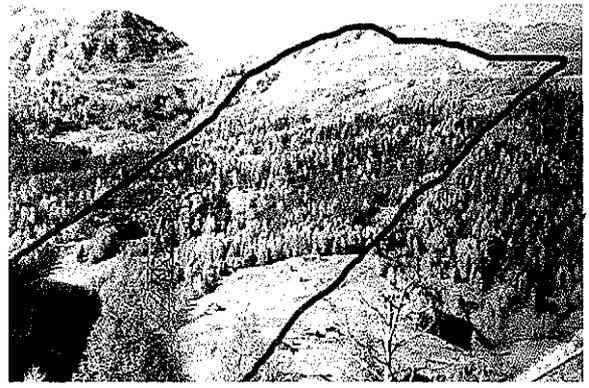


Abb. 23: Gradenbach: Rutschung Berchtoldgraben - Ansicht vom Gegenhang. Die obere und die östliche Anrisskante der Massenbewegung sind im Gelände gut identifizierbar. Quelle: BFW

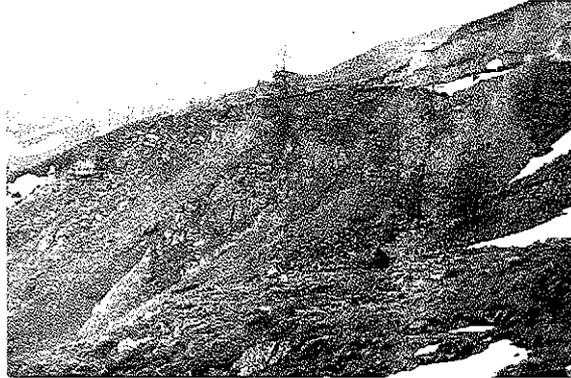


Abb. 24: Gradenbach: Abbruchkante - Ansicht 1



Abb. 25: Gradenbach: Abbruchkante - Ansicht 2



Abb. 26: Gradenbach: Überblick Rutschung Berchtoldgraben



Abb. 27: Gradenbach: Kontinuierliche Aufzeichnung der Hangbewegungen im Schluchtbereich mittels Drahtextensometer. Quelle: BFW

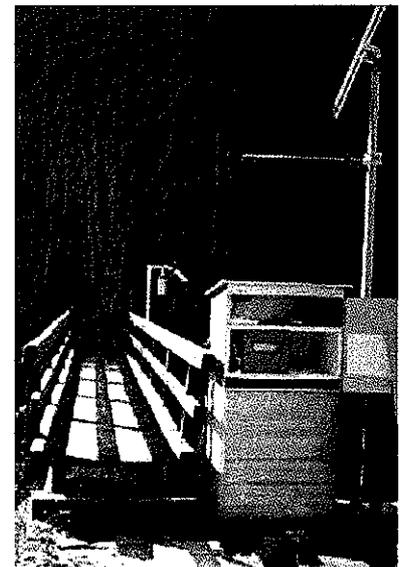


Abb. 28: Gradenbach: Pegelhöhenmessung mit Ultraschallsensoren. Quelle: BFW

6.6. Tirol

MURENBACH (HORNBERGL)



Bundesland	Bezirk	Gemeinde	GBL
Tirol	Reutte	Höfen	Außerfern

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr	Massenbewegung (Felssturz), Wildbach
Art der Messung	⇒ GPS ⇒ Präzisionslängenmessung ⇒ Geodätische Messung

Ansprechperson(en)

Name(n)	DI Christian Ihrenberger
Organisation	Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Außerfern
Anschrift	Lechtalerstraße 21, 6600 Lechaschau
Telefon	0664/2318388
Fax	05672/65775-10
E-Mail	christian.ihrenberger@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km ²)	0,7 km ²
HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m ³ /s)	11,1 m ³ /s aus GZP
Geologie	Nördliche Kalkalpen, Stirn des Nesselwängler Halbfensters, Lechtal-Decke hier mit Muschelkalken liegt über der jüngeren Allgäu-Decke. Dadurch immer wieder Steinschläge und Felsstürze in die umliegenden Einzugsgebiete und verheerende Murausbrüche.
Chronik	⇒ 1898, 1919, 1921 und 1928 Vermurungen und "höchste" Gefährdung des Weilers Unterhornberg. ⇒ August 1982: Mure bis ins Ablagerungsbecken ⇒ 1986 2.-5.Mai: Mehrere Murschübe mit ca. 60.000 m ³ ⇒ Laufend: Immer wieder Felsabbrüche bis 5.000 m ³

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage	Monitoring (Überwachung der Bewegungsraten am Hornbergl)
Anlass für die Installation	Laufende Massenbewegung
Datum der Installation	⇒ Talstation: 29.05.07 ⇒ Berg: 30.05.07
Betreuung/Wartung	⇒ Universität der Bundeswehr München: Prof. Dr.-Ing. Heunecke, DI Günther ⇒ Technische Universität München: Prof. Dr.-Ing. Wunderlich
Analyse/ Datenauswertung	⇒ Universität der Bundeswehr München: Prof. Dr.-Ing. Heunecke, DI Günther ⇒ Technische Universität München: Prof. Dr.-Ing. Wunderlich

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Smart Antenna SSII	NovAtel	Position	m / cm	3

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Bridge AIR-BR1310G-E-K9-R	Cisco	WLAN	1
WLAN Antenne AIR-ANT3338	Cisco	WLAN	3
Power Injector AIR-PWRINJ-BLR2T	Cisco	WLAN	1
Comserver, WiBox2100E	Lantronix	WLAN	2

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Computer, Festplatte	---	---	---

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solarpanel AS 80	Sunset	---	2
Solarbatterie 130Ah	Sonnenschein	---	2
Solar-Controller SCD-20 20A	IVT	Schutz vor Über- und Tiefentladung	2

Kosten

Preis der Anlage

€ 15.000,--

Betriebs- und Wartungskosten

Klassifizierung als Forschungsprojekt, daher derzeit keine Personalkosten aus Projektmitteln

Finanzierung

Hardware durch Auftraggeber, Software und Personal durch UniBw/TUM

Bisherige Erfahrungen

Vorteile

- ⇒ Permanente Überwachung in near real time
- ⇒ Darstellung von Ergebnissen vor Ort und beim Systembetreuer
- ⇒ Automatische Generierung von Alarmierungsmeldungen
- ⇒ Fernwartung durch Systembetreuer
- ⇒ Einfache Erweiterbarkeit um zusätzliche Sensoren
- ⇒ Nutzung von COTS Soft- und Hardware

Nachteile

- ⇒ Schwierige Messumgebung und -bedingungen

Verwertbarkeit der Messdaten

Dokumentation der Rohdaten ermöglicht Auswertung vom Zeitpunkt der Installation

Zusätzliche Bemerkungen

Testphase durch UniBw noch nicht abgeschlossen

- ⇒ Festlegung optimaler Systemparameter
- ⇒ Optimierung der Stromversorgung im Winter
- ⇒ Optimierung der Fernwartung

Einweisung des Personals vor Ort nach Abschluss der Testphase

In Planung

Fernwartung und Ergebnisse verbessern, Darstellung der Ergebnisse, Nutzung der Alarmierungsmeldungen für Versendung von E-Mail, SMS o. Ä.

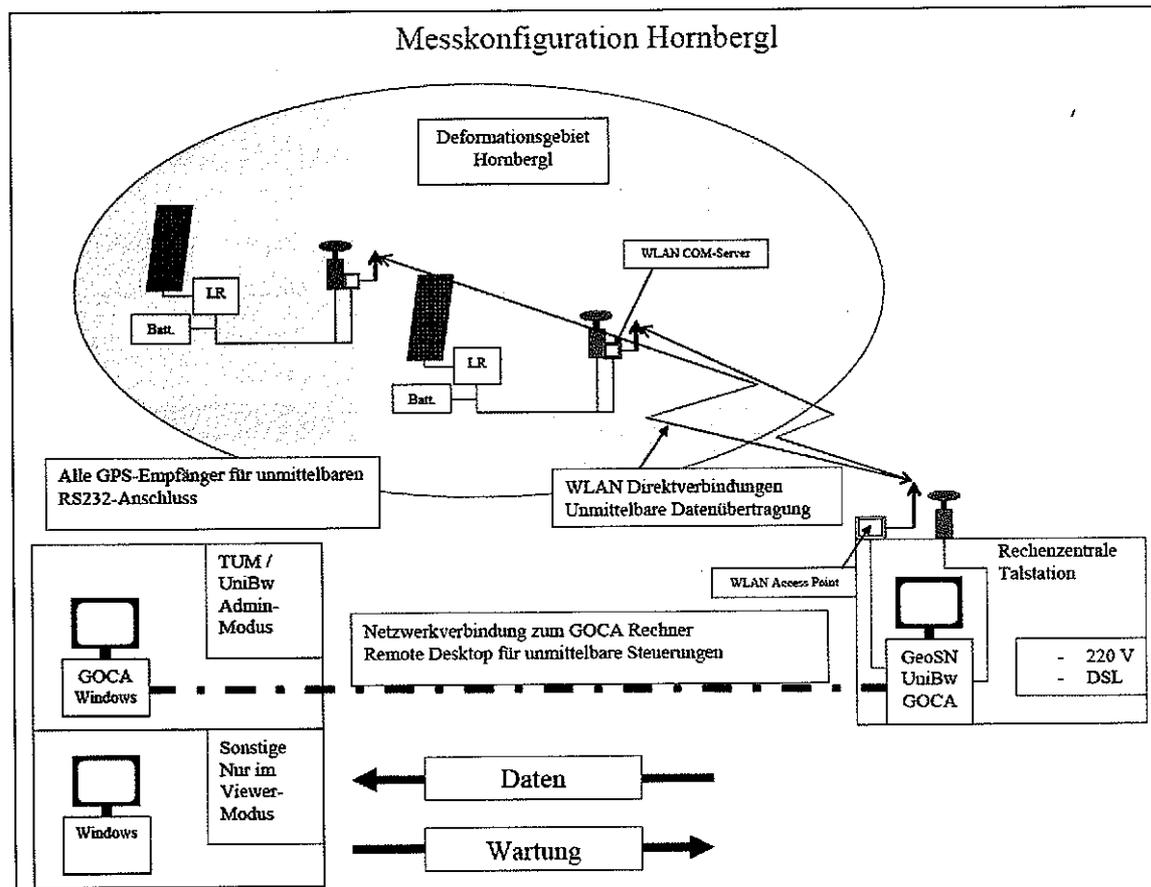


Abb. 29: Hornbergl: Schematische Darstellung der Messkonstellation

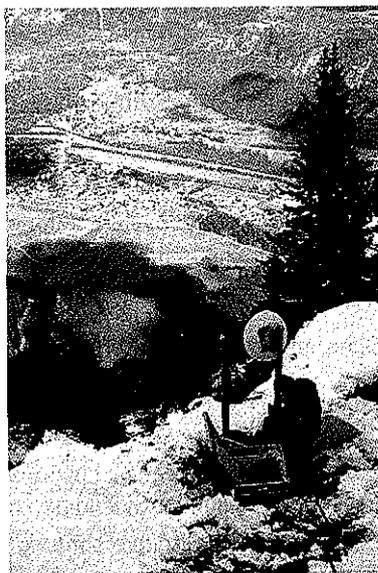


Abb. 30: Hornbergl: Installation am Berg 1



Abb. 31: Hornbergl: Installation am Berg 2

WLAN, GPS Antenne und Solarpanel mit Zargeskiste



Abb. 32: Hornberg: Installation an der Talstation (WLAN und GPS Antenne)

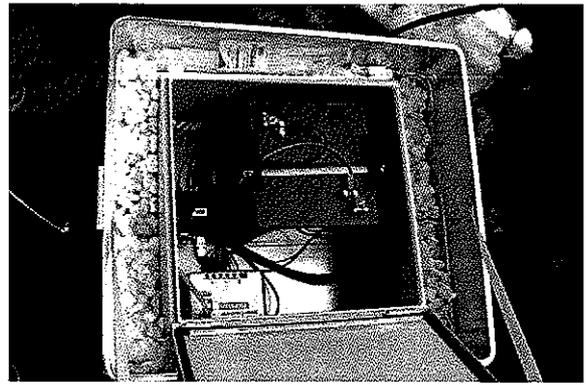


Abb. 33: Hornberg: Inhalt der Zargeskisten (Schaltschrank, Solarbatterie, Solarcontroller, Comserver, Isolierungsmaterial)

rale

220 V
DSL



am

LATTENBACH



Bundesland Tirol	Bezirk Landeck	Gemeinde Pians und Grins	GBL Oberes Inntal
----------------------------	--------------------------	------------------------------------	-----------------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr Wildbach
Art der Messung Pegel-, NS-, Erschütterungsmessungen

Ansprechperson(en)

Name(n) DI Thomas Huber
Organisation Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Oberes Inntal
Anschrift Langgasse 88, 6460 Imst
Telefon 05412/66531-0
Fax 05412/66531-23
E-Mail gbl.oinntal@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²) 5,3 km²
HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s) 21,2 m³/s

Geologie Im 5,3 km² großen Einzugsgebiet verläuft die Grenze zwischen dem Silvrettakristallin (Quarzphyllit- u. Phyllitgneiszone) und den Lechtaler Alpen (nördliche Kalkalpen), wodurch es zu großräumigen Massenbewegungen kommt. Die intensive mechanische Beanspruchung der Gesteine und das vorherrschende hangparallele Einfallen der Schichten begünstigen Hangbewegungen, die im Lattenbach zu umfangreichen Feststoffverlagerungsprozessen und in weiterer Folge zu häufigen Murereignissen führen.

Geomorphologie Das Einzugsgebiet (EG) ist schmal dreieckig – lang gestreckt und verläuft von NW nach SE. Der oberste Teil ist geprägt von den steilen aufragenden Felswänden des Dawinkopfes. Aus diesen Bereichen entspringen 2 Quellbäche – der Latten- u. Radaunbach. Der den nordöstlichen Teil des EG entwässernde Radaunbach mündet in hm 22,4 in den Lattenbach. Im Anschluss an den flacheren Mittellaufbereich (Bereich der Störungszone) durchfließt der Lattenbach oberhalb der Gemeinde Pians die Lattenbachschlucht und mündet in der Gemeinde Pians in die Sanna.

Chronik Die Aufzeichnungen reichen bis in das Jahr 1907 zurück. Große schadbringende Murgänge sind aus den Jahren 1911, 1912, 1944, 1949, 1951, 1965, 1966 und 1973 bekannt.

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage Frühwarnung, Monitoring
Anlass für die Installation Es wurden seit nahezu 100 Jahren Verbauungsmaßnahmen gesetzt. Dabei kam es immer wieder zu Beschädigungen von technischen Schutzbauten. Da also mit technischen Maßnahmen allein die Sicherheit der Bevölkerung nicht gewährleistet werden kann wurde ein Monitoringsystem installiert und ein Risikomanagementplan ausgearbeitet.
Datum der Installation Herbst 2001

Betreuung/Wartung

Wetterstation – Landeswarnzentrale (Lawinenwarndienst ab Dez. 2004)
 Monitoringanlage – Wildbach- und Lawinenverbauung → Fa. Sommer

**Analyse/
Datenauswertung**

Universität für Bodenkultur, Institut für Alpine Naturgefahren

**Aktueller Ausbau-
zustand****Sensoren**

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Geophon/PE-3C	FaHGS	Erschütterung	mV / Analog Spannung	2
Ultraschall/UPM-10	Sommer	Pegel, (1 x Schneehöhe)	m / 0,1% v. Messbereich	3
Klimastation	Sommer	Niederschlag, etc.	mm / 0,1mm	1
Video	---	Bild	---	1

Datenübertragung*

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Funksender	Sommer	Funk	4
T/F Koppler	Sommer	Telefon/Funk	1
Telefon	---	---	---

* Umstellung auf Webmodul geplant

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenlogger, MRS 4	Sommer	Ringspeicher	4

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solarpanel, ca. 30 W	Sommer	Solarstrom	3
Batterie, 12V/24 Ah	Sommer	Akku	3
Netzversorgung	---	Kabel	1

Kosten**Preis der Anlage**

Ca. € 160.000,--

**Betriebs- und
Wartungskosten**

Sind schwer zu quantifizieren, da diesbezügliche Leistungen durch Personal der Wildbach- und Lawinenverbauung und BOKU durchgeführt und nicht extra verrechnet werden, geschätzt im Bereich einiger € 1.000,--/Jahr, abhängig auch von eventuellen Schäden (Blitzschlag etc.)

Finanzierung

Das Projekt Lattenbach ist Teil des von der EU finanzierten Interreg IIIB Projektes

50 % EU,	50 % wie folgt	
	Rep. Österreich	33 %
	Land Tirol	10 %
	Gde. Grins	2,5 %
	Gde. Pians	2,5 %
	Landesstraßenverwltg.	2,0 %

**Bisherige
Erfahrungen****Zusätzliche
Bemerkungen**

Nachdem bisher keine Ereignisse zu beobachten waren, welche über dem Schwellenwert lagen, können keine Erfahrungsberichte geliefert werden.

Die Probelaufe waren Erfolg versprechend und zeigten kleinere Probleme auf, welche unmittelbar behoben werden konnten.

Die Wetterstation läuft einwandfrei und die Daten sind für den Lawinenwarndienst und alle Lawinenkommissionsmitglieder ein unverzichtbares Hilfsmittel geworden. Neben der Vallugastation (eher Westorientiert) war dies die einzige Station (jetzt zusätzlich Hahntennjoch), welche uns Werte für maßgeblich von Nord beaufschlagte Einzugsgebiet liefert.

In Planung

Kein zusätzlicher Ausbau geplant, Analyse der Daten, Verbesserung der Grenzwerte, Entwicklung eines Warn- und Alarmsystems für das Siedlungsgebiet Grins und Pians.

Literatur/Unterlagen

Folder zur Anlage, zu beziehen über Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Oberes Inntal

(Foto)grafische Darstellungen

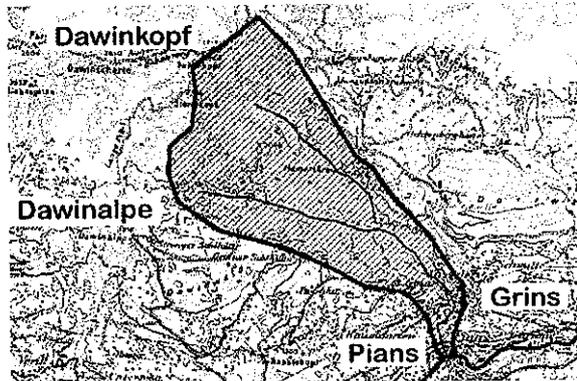


Abb. 34: Lattenbach: Übersicht Einzugsgebiet – Schaubild



Abb. 35: Lattenbach: Übersicht Einzugsgebiet

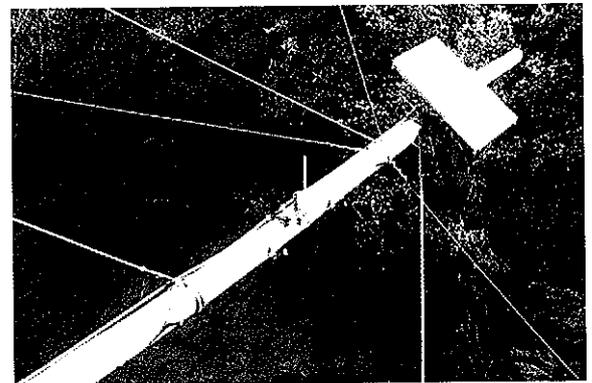


Abb. 36: Lattenbach: Station Grins; Ultraschall und Geophon

MALCHBACH & SALVESENBACH



Bundesland	Bezirk	Gemeinde	GBL
Tirol	Imst	Imst & Tarrenz	Oberes Inntal

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr: Wildbach
 Art der Messung: Niederschlag für Ampelanlage

Ansprechperson(en)

Name(n): DI Günther Heppke
 Organisation: Baubezirksamt Imst
 Anschrift: Eichenweg 40, 6460 Imst
 Telefon: 05412/6996-4703
 E-Mail: bba.imst@tirol.gv.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²):
 HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s):
 Geologie: Schuttreißen im Bereich der nördlichen Kalkalpen

Geomorphologie:
 Chronik:

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage: Frühwarnung
 Anlass für die Installation: Im Rahmen von Starkniederschlagsereignissen kommt es immer wieder zur Verlegung der Hahntennjochstraße durch Geschiebeströme. Es wurden hier schon bis zu 20.000 m³ entlang der Straße, welche am Fuße einer nordexponierten Schuttreiße verläuft, deponiert. Mit den Daten der 2 Wetterstationen (Hahntennjoch und Muttekopfhütte) soll ein Starkniederschlagsereignis erkannt werden und über eine Ampelanlage der gefährdete Bereich verkehrsfrei gehalten werden.

Datum der Installation: 2004

Betreuung/Wartung: Landeswarnzentrale – Lawinenwarndienst – Herr Paul Kössler

Analyse/
 Datenauswertung: ZAMG Innsbruck – Dr. Gabl

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Wetterstation	Fa. Sommer	---	---	2
Radar-Schneemesstation	Fa. Sommer	---	---	1

Kosten

Preis der Anlage

€ 85.000,--

Finanzierung

Land Tirol, Gemeinde Imst

(Foto)grafische Darstellungen

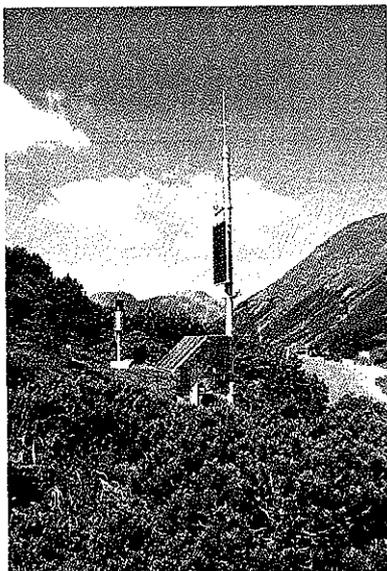


Abb. 37: Malch- & Salvesenbach: Niederschlags erfassung Hahntennjoch. Quelle: Baubezirksamt Imst



Abb. 38: Malch- & Salvesenbach: Niederschlags- und Zentrale Messwert erfassung, Schneemessstation Mutterkopfhütte. Quelle: Baubezirksamt Imst



Abb. 39: Malch- & Salvesenbach: Ampel am Hahntennjoch. Quelle: Baubezirksamt Imst

KERSCHBAUMSIEDLUNG / NAVIS



Bundesland Tirol	Bezirk Innsbruck Land	Gemeinde Navis	GBL Mittleres Inntal
----------------------------	---------------------------------	--------------------------	--------------------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr Massenbewegung (Bergsturz, Hangbewegung)

Art der Messung Bewegung, Satelliten- Radarinterferometrie

Ansprechperson(en)

Name(n) DI Manfred Pittracher

Organisation Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Mittleres Inntal

Anschrift Liebeneggstraße 11, 6020 Innsbruck

Telefon 0512/59612-32

Fax 0512/581216

E-Mail gbl.minntal@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Geologie

Teilaktiver Bereich eines großen Talzuschubes am Westrand des Tauernfensters im Übergangsbereich zwischen Bündner Schiefen (Penninikum) im Süden und Innsbrucker Quarzphyllit mit dem Tarntaler Mesozoikum (Unterostalpin) im Norden. Der intensive tektonische Beanspruchungsgrad des Quarzphyllits und der Bündner Schiefer (vorwiegend Kalkphyllite mit Kalkmarmoreinschaltungen), denen ein ähnliches rheologisches Verhalten unterstellt wird, führte aufgrund eines ausgeprägten Reliefs zur Anlage der Massenbewegung. Die vorkommenden Gesteine sind als inkompetent zu bezeichnen, d.h. sie besitzen geringe Festigkeiten und verhalten sich bei Deformation relativ weich (plastische Deformation). Untersuchungen zeigen, dass der jüngste Aktivitätsschub eng mit dem Wasserhaushalt der Massenbewegung zusammen hängen dürfte. Die genauen Mechanismen sind bislang aber noch nicht geklärt.

Geomorphologie

- ⇒ Bergzerreißung am Grat mit Spaltenbildung auf 2400 m.ü.A.
- ⇒ konvexes Ausbauchen am Fuß der Großhangbewegung, oberhalb der Kerschbaumsiedlung bis zum Navisbach (1200 m.ü.A.)

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage Monitoring, Wissenschaft

Anlass für die Installation Bewegungen direkt oberhalb der Kerschbaumsiedlung

Datum der Installation 2003

**Analyse/
Datenauswertung** Prof. Helmut Rott
Universität Innsbruck - Institut für Metrologie
Innrain 52 - 6020 Innsbruck

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Europäische Fernerkundungssatelliten ERS-1 und ERS-2	---	---	---	---

Kosten	Keine direkten Gerätekosten (Satellit)
Betriebs- und Wartungskosten	i.d.R. keine
Finanzierung	Die Messungen werden über ein Forschungsprojekt der Uni Innsbruck, Institut Metrologie, finanziert. Die Adaptionen zu den Messungen (Pfeiler und Referenzplatten) wurden von der Wildbach- und Lawinenverbauung durchgeführt und bezahlt.
Bisherige Erfahrungen	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Witterungsunabhängig; das Radar misst durch die Wolkendecke ⇒ Flächenmäßige Erfassung von Bewegungen
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Große Zeitintervalle zwischen den Messungen (5 bis 6 Wochen), daher als Vorwarnsystem ungeeignet ⇒ Bewaldete Gebiete sind nicht bis schlecht geeignet ⇒ Auswertung kann nur von Experten (meist durch Universitäten) durchgeführt werden
Verwertbarkeit der Messdaten	Genauigkeit einige mm
Zusätzliche Bemerkungen	Aufgrund einer Umstellung der Satelliten liegen bislang noch keine konkreten Auswertungen vor. Gute Erfahrungen wurden an anderer Stelle gemacht, wie z.B. beim Gepatschstaudamm im Kaunertal, wo ein großer Talzus Schub beobachtet wird.
Literatur/Unterlagen	<ul style="list-style-type: none"> (1) ILF 2001: Bericht zur Karrierung der Talflanke Mislalm. Auftraggeber Wildbach- und Lawinenverbauung/Geologische Stelle (2) www.dfd.dlr.de (3) www.geo4.uibk.ac.at/users/schmidt/diparb/dgm/rader.at (4) www.nav.uni-stuttgart.de/naviagtion/forschung/radarinerferometrie/
(Foto)grafische Darstellungen	

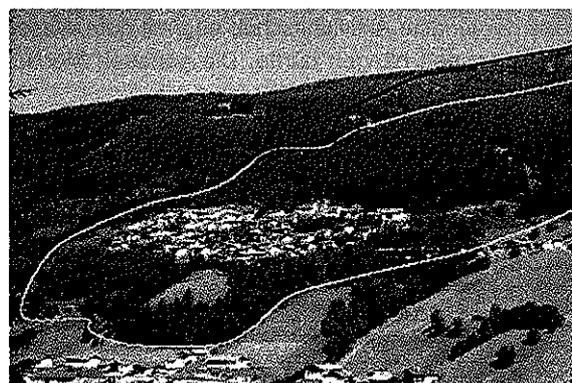


Abb. 40: Kerschbaumsiedlung: Übersicht Einzugsgebiet

- Umrandung der Rutschmasse
- Abrissbereich
- Aktiver Bereich direkt über der Kerschbaumsiedlung

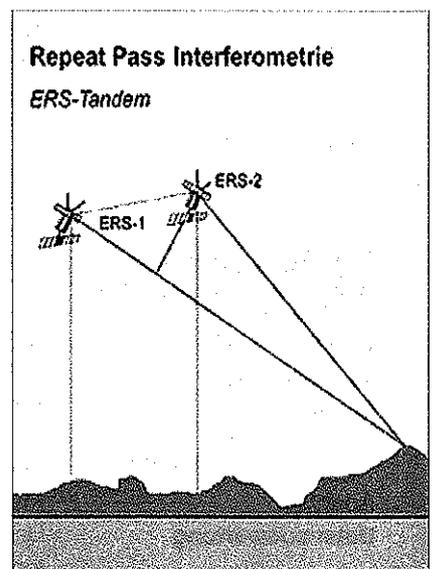


Abb. 41: Kerschbaumsiedlung: Grafische Darstellung Radar-Interferometrie

Funktionsprinzip der Messungen mit Satelliten:

Die empfangenen Radarechos (SAR – Synthetic Apertur Radar) bilden Hologramme der Erdoberfläche. Aus den Radarhologrammen werden zwei Radarbilder erstellt, die anschließend zu einem Interferogramm überlagert werden. Aus dem Interferogramm und der genauen Position der Satelliten kann das DGM abgeleitet werden.

SCHNEENETZTESTFELD HAFELEKAR



Bundesland	Bezirk	Gemeinde	GBL
Tirol	Innsbruck (Stadt)	Innsbruck	Mittleres Inntal

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr	Lawine
Art der Messung	⇒ Zug- und Druckkraftmessungen ⇒ Veränderungen der Schneenetztangentenneigungen und Stützenneigungen

Ansprechperson(en)

Name(n)	DI Matthias Granig/DI Manfred Pittracher
Organisation	Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Mittleres Inntal, Stabstelle für Schnee und Lawinen
Anschrift	Swarovskistraße 22a, 6130 Schwaz
Telefon	05242/66202-22
Fax	05242/66202-20
E-Mail	matthias.granig@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km ²)	150 ha
HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m ³ /s)	d0 3TNSS=323cm
Geologie	Wettersteinkalk
Chronik	⇒ Jährlicher Lawinenanbruch ⇒ Großer Lawinenabgang 1968 bis auf Seehöhe 920 m

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage	Monitoring (Überprüfung der Kräfte an Schneenetzen)
Anlass für die Installation	Wissenschaftliche Begleit-Schneenetzt-Testanlage zur Großbaustelle Breitlehnerlawine bei Telfs
Datum der Installation	Dezember 2006
Betreuung/Wartung	Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Innsbruck
Analyse/ Datenauswertung	Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Innsbruck

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Kraftmessring	HBM Hottinger Baldwin Messtechnik	Kraft 200kN	kN/1%	15
Kraftmessring	HBM Hottinger Baldwin Messtechnik	Kraft 300kN	kN/1%	12

Kraftmessring	HBM Hottinger Baldwin Mess- technik	Kraft 50kN	kN/0,5%	2
Lastmessbolzen LB 237/S002	Magtrol SA	Kraft 200kN X-Y	kN/0,5%	4
Neigungssensor NS-25/E2 X-Y	HL-Planartechnik GmbH	Winkel $\pm 25^\circ$	% 0,6%	8

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
GWM Modul TC 35T	Siemens	GSM Netz	2

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenlogger CR10X-2M Modul	Campbell Scientific Ltd.	Programmierbar 2 MB	2

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solarpanel SOP 10/X 10W	Campbell Scien- tific Ltd.	Photovoltaik	2
Power Supply PS100E 12V	Campbell Scien- tific Ltd.	Akku m. Laderegler	2

Kosten

Preis der Anlage

€ 63.100,--

Materialkosten

€ 37.000,--

Betriebs- und
Wartungskosten

€ 2.000,--/Jahr

Finanzierung

Wildbach- und Lawinenverbauung, im Rahmen des Schneesetz-Baufeldes Breit-
lehner/Telfs

Bisherige Erfahrungen

Vorteile

- ⇒ Vollautomatische Messstation mit Datenfernübertragung und automatischer
Aufbereitung der Messwerte als Zeitreihe über den gesamten Winter
- ⇒ Gute Zugänglichkeit durch Seilbahn Nordpark Innsbruck

Verwertbarkeit der
Messdaten

Überprüfung der in Abhängigkeit von der Schneemächtigkeit auftretenden Seil- und
Stützenkräfte in den Versuchsnetzen bzw. der Stützen und Netzneigungen; Ver-
gleich mit den gängigen Lastannahmen und Berechnungsverfahren.

Zusätzliche
Bemerkungen

Erfahrungsreihe noch relativ kurz → im Herbst 2006 installiert

**(Foto)grafische
Darstellungen**

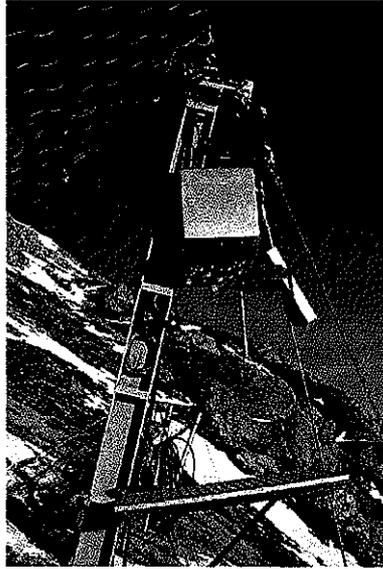


Abb. 42: Hafelekar: Messkasten und Sensoren an Stütze

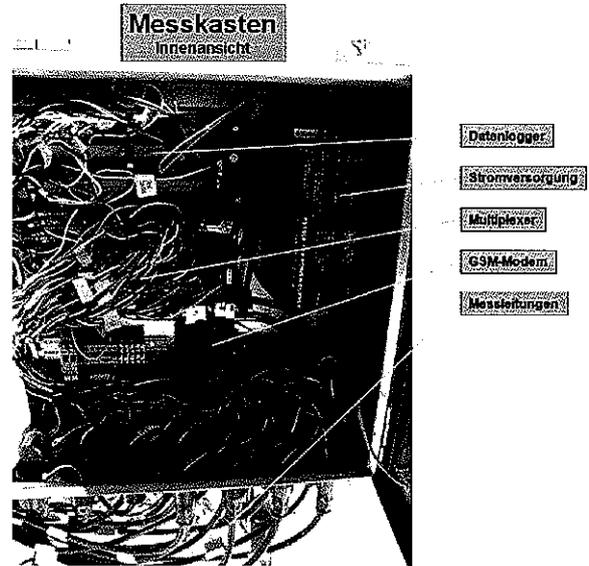


Abb. 43: Hafelekar: Messkasten – Innenansicht, Details

EIBLSCHROFEN



Bundesland	Bezirk	Gemeinde	GBL
Tirol	Schwaz	Schwaz	Westliches Unterinntal

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Massenbewegung (Felssturz)

Art der Messung

- ⇒ MESSGRUPPE I (Bewegungen, Kluftdistanzmessungen)
- ⇒ MESSGRUPPE II (Erschütterungen + Frühwarnung + Herdlösungen in Verbindung mit untertägigen Erschütterungsmesssystem (Montanwerke) und seismischen Messungen der ZAMG)
- ⇒ MESSGRUPPE III (Bewegungen, Auto-Neigungsmesser – Servoklinometer)
- ⇒ MESSGRUPPE IV (Bewegungen)

Ansprechperson(en)

Name(n)

Dr. Johann Angerer

Organisation

Wildbach- und Lawinenverbauung – Stabstelle für Geologie

Anschrift

Liebeneggstraße 11, 6020 Innsbruck

Telefon

0512/584200-35

Fax

0512/584200-44

E-Mail

geologie@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Geologie

Paläozoikum: Schwazer Dolomit, Wildschönauer Schiefer und Permomesozoikum (Buntsandstein, Reichenhaller Schichten, etc.)

Talwärts kippende Dolomitscheiben am ausgeprägten, zum Inntal parallel verlaufenden Störungs- und Trennflächensystem, aber auch an neu gebildeten Bruchflächen.

Komplexer Spannungszustand im Gebirge infolge des mittelalterlichen Silberbergbaus und des neuzeitlichen unterirdischen Dolomitabbaus.

Geomorphologie

Bis 100 m hohe Dolomitfelswände; darunter Blockschutthalde (30° bis 40°) und anschließend stark gegliederten Hang bis zum Inntal

Chronik

Installation verschiedenster Messsysteme nach dem 1. Ereignis am 10.07.1999

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Frühwarnung, Monitoring

Anlass für die Installation

Absturz von mehreren 10.000 m³ Felsmasse ⇒ mehrere Abbrüche im Jahre 1999

Datum der Installation

Anfangs Handmessungen, dann ab Herbst 1999 fix installierte Fissurometer, Drahtextensometer und 2 Lichtwellenleiter. Restliche Messungen ab Herbst 1999.

Betreuung/Wartung

Verbundplan Prüf- und Messtechnik

Rainerstraße 29, 5020 Salzburg

Tel.: 0662/8682-22320

**Analyse/
Datenauswertung**

TU-Wien

Aktueller Ausbauzustand**MESSGRUPPE I**

Bewegungen, Kluftdistanzmessungen

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Fissurometer*	Hottinger W20TK	Distanz	mm / <0,01	10
Drahtextensometer**	Hottinger W20TK	Distanz	mm / <0,01	6
Lichtwellenleiter***	SOFO	Distanz	0,02	2

* induktiver Distanzsensor; Messbereich: +/- 20 mm

** induktiver Distanz-Sensor (Invar-Draht); Messbereich: +12/- 20 mm

*** optisches Fiberglas auf der Basis der Interferometrie mit jeweils 10 m Messlänge; Messbereich: 10 cm; Extension 5 cm Verkürzung

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Vielstellenmessgerät UPM 60 mit Verteilertablett VT21 & Grenzwertmelder	---	---	1

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Laptop mit Modem und Software (Catman)	---	---	1

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Standleitung	---	---	---

Kosten**Preis der Anlage**

€ 265.500,-

Materialkosten

- ⇒ 10 Stk. Fissurometer € 75.000,-
- ⇒ 6 Stk. Drahtextensometer € 26.500,-
- ⇒ 2 Stk. Lichtwellenleiter € 95.000,-
- ⇒ Datenerfassung und -übertragung € 32.500,-
- ⇒ Montage der Systeme € 36.500,-

Betriebs- und Wartungskosten

Softwariemiete: € 2.200,-/Monat

Für den Eiblschrofen gab es ein eigenes Team, das den Betrieb gewährleistete und die Wartung durchführte. Die Abrechnung erfolgte nach Aufwand.

Finanzierung

50 % Bund, 40 % Land Tirol und 10 % Stadtgemeinde Schwaz

Bisherige Erfahrungen**Vorteile**

- ⇒ Hohe Messgenauigkeit
- ⇒ Online-Datenübertragung der Permanentmessungen
- ⇒ Eingabe von kritischen Grenzwerten für die Warnung und Alarmierung
- ⇒ Wartungsarm
- ⇒ Großer Messbereich und hohe Messgenauigkeit beim Lichtwellenleiter
- ⇒ Mit dem Drahtextensometer sind wie beim Lichtwellenleiter größere Bereich erfassbar

Nachteile

- ⇒ Grundsätzlich nur Relativmessungen möglich, d.h. keine absoluten Raumvektoren
- ⇒ Nur punktuelle Messungen bei den Fissurometern

Verwertbarkeit der Messdaten

- ⇒ Sehr gut in Kombination mit verschiedenen anderen Messeinrichtungen – mit Neigungsmessern und geodätischen Messungen lässt sich das räumliche Bild der Bewegungen ableiten
- ⇒ Geeignet zur Frühwarnung

Zusätzliche Bemerkungen

Diese Messgruppe stellt durch die Fernübertragungsmöglichkeit die wichtigste Überwachungs- und Vorwarnrichtung dar.

In Zusammenhang mit der gesamten Anlage sind negative Erfahrungen durch Blitzeinschläge zu nennen, die zum Ausfall bzw. zur Beschädigung von Anlageteilen geführt haben – dem Blitzschutz ist daher besonderes Augenmerk zu schenken, besonders, wenn die Geräte so exponiert sind wie am Eiblschrofen.

Lichtwellenleiter sind aufgrund der Temperaturempfindlichkeit nur mit einer Einhausung zu empfehlen. Lichtwellenleiter sind teuer.

Auch bei den beiden anderen Messverfahren (Fissurometer und Drahtextensometer) spielt die Temperatur eine wesentliche Rolle. Eine Kompensation der temperaturbedingten „Messfehler“ lässt sich aber durch Korrekturfaktoren bei bekannter Temperatur durchführen bzw. kann durch eine Online-Registrierung das Ausmaß der rein durch die Temperatur hervorgerufenen Verformungen bestimmt werden.

Aktueller Ausbauzustand

MESSGRUPPE II

Erschütterungen + Frühwarnung + Herdlösungen in Verbindung mit untertägigen Erschütterungsmesssystem (Montanwerke) und seismischen Messungen der ZAMG.

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Vibras 5005 od. 3004;	Walesch	Vibrationsgeschw.	mm/s / 5	11
3-Komponenten Geophone*		Aufzeichnungsrate	kHz / 1	
		Vertrauensgrad der Steuerung	mm/s / 0,02	

* am Boden; ereignisgesteuert; Max. Aufzeichnungsrate 2s/Ereignis

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
VIB-GSM-Modem und Analogmodem für den PC	Walesch	---	1

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
PC, Laptop mit Vibrachart Software	Software: Walesch	---	1

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Standleitung*	---	---	---

* mit Blitzschutz und unabhängiger Aggregatstromversorgung

Kosten

Preis der Anlage

- Anbot für den Geräteankauf (*nicht erfolgt* → Betriebs- und Wartungskosten):
- ⇒ Aufnehmer mit je 1 Kabelrolle zur Festinstallation, inkl. Transport und Verzoilung € 4.870,--
 - ⇒ VIB-GSM-Modem für die Fernbedienung und Datenübertragung des VIBRAS, inkl. Software € 2.120,--
 - ⇒ Analogmodem für PC-Seite € 207,--
 - ⇒ Vibrachart Software € 2.175,--
 - ⇒ Softwareupdate für Vibras mit automatischer Datenübertragung € 1.413,--
 - ⇒ Laptop zur Datenerfassung € 2.900,--

**Betriebs- und
Wartungskosten**

Miete € 11.500,- pro Monat

Für den Eiblschrofen gab es ein eigenes Team, das den Betrieb gewährleistete und die Wartung durchführte. Die Abrechnung erfolgte nach Aufwand.

Finanzierung

50 % Bund, 40 % Land Tirol und 10 % Stadtgemeinde Schwaz

**Bisherige
Erfahrungen**

Vorteile

⇒ Geeignet und nutzbar als Vorwarnsystem

Nachteile

⇒ Relativ hoher Aufwand

⇒ Sehr spezifisch

⇒ Nur für Experten, teuer

**Verwertbarkeit der
Messdaten**

Die Daten liefern Aufschluss über die Tiefe der Bewegungen, die mit Rissbildung einhergehen. Gebirgsspannungen können mit Hilfe einer Herdflächenauswertung abgeleitet werden. Felsabbrüche sind so möglicherweise rechtzeitig zu prognostizieren (vgl. Bergsturz von Randa in der Schweiz).

**Zusätzliche
Bemerkungen**

Tief liegende, seismisch induzierte Beben und tiefer liegende Ereignisse infolge Spannungumlagerungen bei den Abbauen unterscheiden sich deutlich von flachen Beben, die mit Rissbildung und neuen Ablösungen einhergehen; letztere sind hochfrequent (100 bis 300Hz).

**Aktueller Ausbau-
zustand**

MESSGRUPPE III

Bewegungen: Auto-Neigungsmesser - Servoinclinometer

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Servoinclinometer*	Althen?	Winkel	Altgrad / 0,1	7**

* Messbereich: 3,0° - 14,5°
** 3 Stk. 1-achs., 4 Stk. 2-achs

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Vielstellenmessgerät UPM 60	HBM	---	1
Verteilertablett VT21	HBM	---	---
Grenzwertmelder	---	---	---

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Standleitung	---	---	---

Kosten

Preis der Anlage

€ 36.500,-

**Betriebs- und
Wartungskosten**

Für den Eiblschrofen gab es ein eigenes Team, das den Betrieb gewährleistete und die Wartung durchführte. Die Abrechnung erfolgte nach Aufwand. Die Kosten dafür sind kaum mehr zu eruieren.

**Bisherige Erfahrun-
gen**

Vorteile

⇒ Online-Datenübertragung

⇒ Hohe Messgenauigkeit

Nachteile

⇒ Punktuelle Auswahl

⇒ Bei den 1-achsigen Inclinometern wird nur 1 Komponente erfasst.

Verwertbarkeit der Messdaten

Waren zusammen mit den Fissurometern und den Drahtextensometern unverzichtbar zur Ableitung des räumlichen Bewegungsbildes.

⇒ Geeignet zur Frühwarnung

Zusätzliche Bemerkungen

Ebenso wie bei den Fissurometern und den Drahtextensometern geringer Arbeitsaufwand betreffend die Wartung des Systems, Datenerfassung und erste Datenauswertung (Darstellung der Daten in Zeit-/Verformungsdiagrammen). Verwendet wurden 1-achs und 2-achs Neigungsmesser, mit letzteren lassen sich auch Richtungsaussagen tätigen.

Aktueller Ausbauzustand

MESSGRUPPE IV

Bewegungen

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Laserscanner	ILF	Distanz	cm / ± 1,5-2,0	1

Kosten

Betriebs- und Wartungskosten

Miete € 3.750,- /Monat inkl. Softwareentwicklung durch Joanneum Research

Bisherige Erfahrungen

Vorteile

- ⇒ Online
- ⇒ Berührungslos
- ⇒ Flächendeckende Erfassung der Bewegungen über die gesamte Wand

Nachteile

- ⇒ Schlechte Witterung (Schneefall, Nebel, Refraktion...) bedingen Datenlücken oder Messausfälle
- ⇒ Strukturierte Flächen sind nicht gut messbar
- ⇒ Keine Raumvektoren, nur Relativmessungen

Verwertbarkeit der Messdaten

Obwohl es sich bei den Daten nur um Relativbeträge handelt, konnten die Daten gut ins Netz der anderen Systeme integriert werden und komplettieren so das komplexe Bewegungsbild am Eiblschrofen.

⇒ Geeignet zur Frühwarnung

Zusätzliche Bemerkungen

Nachdem eine Bestückung mit Targets (Prismenspiegel) für eine terrestrische Vermessung aufgrund der stetigen Gefahr weiterer Felsstürze nicht möglich war, hat sich das System Laserscanner gut bewährt. Schwierigkeiten bereitete die geringe Präzision in der Anlaufphase. Anzumerken ist jedoch, dass die Software erst eigens für den Ereignisfall Eiblschrofen entwickelt werden musste und kein Standardpaket zur Verfügung stand. Eine Verwertbarkeit der Messdaten war erst mit dem Anbringen einer Referenztafel gegeben. Der Einsatz des Laserscanners erfordert große Bewegungen, da die Messgenauigkeit bei +/- 2cm liegt. Das System muss ständig betreut (Wartung und Justierung des Messsystems von einem Fachmann) werden.

In Planung

Das Monitoringsystem wurde nach Fertigstellung der Schutzmaßnahmen (Damm- bauerwerke) den Interessenten (Stadtgemeinde Schwaz), denen heute die Weiterführung obliegt, übergeben.

Literatur/Unterlagen

- ⇒ Poisel R., Angerer H., Preh A., Roth W. (2001): Modelle zur Kinematik und zur Auslösung der Felsstürze vom Eiblschrofen in Schwaz (Tirol). Geotechnik Sonderband, Berichte 13. Nationale Tagung für Ingenieurgeologie, Karlsruhe 2001, S. 35-40.

- ⇒ Poisel R., Roth W., Preh A., Angerer, H. (2001): The Eiblschrofen rock falls interpretation of monitoring results based on FLAC3D investigations. Proc. 2nd FLAC Symposium on numerical modeling in geomechanics (Lyon 2001). pp. 157-161.
- ⇒ Poisel R., Preh A., Roth W., Leithner W., Tentschert E. (2001): 50 Jahre Gefügemechanik haben sich Clar, Müller und Pacher durchgesetzt? Felsbau 19, S. 55-66.
- ⇒ Poisel R., Roth W., Preh A., Tentschert E., Angerer H. (2002): The Eiblschrofen rock falls interpretation of monitoring results of a complex rock structure. Proc. 1st European conference on landslides (Prague 2002). pp. 449-454.
- ⇒ Pöttler, R. (2001) Landslides and Mining – Collect – Calculate – Compare – Concept at the Eiblschrofen Rockfall. Proceedings International Conference on Landslides – Causes, Impacts, and Countermeasures. Davos, Switzerland, pp. 351-364. Essen Glückauf Verlag.
- ⇒ Sauermoser S., Angerer H. (2003): Felssturz Eiblschrofen. S. 38-48. Nr. 150, Sonderheft 2003 Tirol. Journal of Torrent, Avalanche, Landslide and Rockfall Engineering.
- ⇒ Scheikl M., Angerer H., Dölzlmüller J., Poisel R., Poscher G. (2000): Multidisciplinary Monitoring Demonstrated in the Case Study of the Eiblschrofen Rockfall, pp. 24-29, Felsbau 18/1. Essen, Glückauf Verlag.
- ⇒ Roth W., Preh A., Poisel R., Hofmann R., Sauermoser S. (2002): Numerische Modellierung von Felsmassenstürzen am Beispiel der Schutzdämme Eiblschrofen. Felsbau 20, S. 179-187.
- ⇒ Tentschert E. (2000): Sicherungsmaßnahmen Eiblschrofen. Beurteilung des Gesamtsystems und Evaluierung des Monitoringsystems. Schlussbericht im Auftrag der Wildbach- und Lawinerverbauung, unveröffentlicht.

(Foto)grafische Darstellungen



Abb. 44: Eiblschrofen: Abbruchgebiet und gefährdete Häuser

Abbildung Rechts:
Übersichtsprüfil mit schematischer Darstellung der Überwachungs- und Messsysteme sowie der Deformationsvektoren.

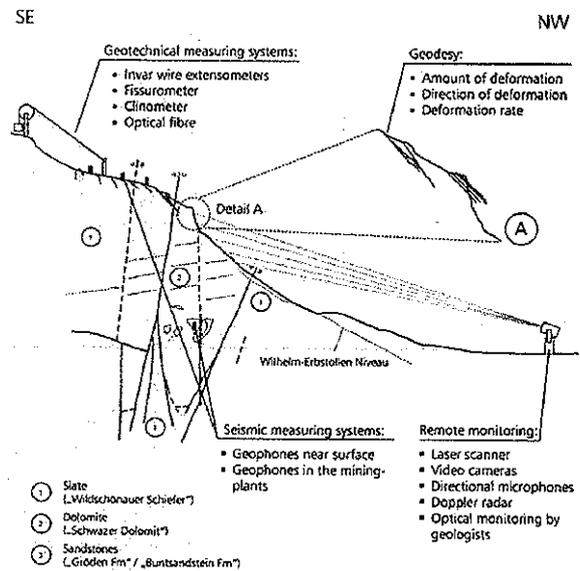


Abb. 45: Eiblschrofen: Grafische Darstellung Messsystem. Quelle: Felsbau 2/2004

INFORMATIONSSYSTEM DRISTENAU



Bundesland Tirol	Bezirk Schwaz	Gemeinde Eben am Achensee	GBL Westliches Unterinntal
----------------------------	-------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr Wildbach
Art der Messung Niederschlag, Abfluss

Ansprechperson(en)

Name(n) DI Georg Rainer
Organisation Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Westliches Unterinntal
Anschrift Swarovskistraße 22a, 6130 Schwaz
Telefon 05242/66202-13
Fax 05242/66202-20
E-Mail gbl.wuinntal@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²) 10 km²
HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s) 22,8 m³ (unverbaut), 5 m³ (verbaut)

Geologie Nördliche Kalkalpen (Oberostalpin), Karwendelschuppenzone
 Festgesteine: Haselgebirge, Rauwacken der alpinen Buntsandsteine und Reichenhallformationen, Muschelkalke, Tonschiefer mit Karbonaten und Rauwacken der Raiblerformation (Störungszonen), Hauptdolomitformation (Gramaiser Grund), Radiolarite und Fleckenmergel
 Lockergesteine: Moränenreste der letzten Eiszeit, Alluvion in den Haupttälern bestimmt von der Lockergesteinsterrasse, welche den Achensee nach Süden hin abriegelt (Zillertalgletscher); Lockermaterialverfüllungen werden in den taläußeren Bereichen mit teils dichteren Sedimentabfolgen durchzogen (Streifenlehme – Stauzonen)

Geomorphologie Das Dristenautal ist eines der drei Teileinzugsgebiete der Karwendeltäler, welche bei Pertisau (930m ü.NN.) zusammentreffen und in den Achensee münden. Im Dristenautal ist eine 200 - 600 m breite Talsohle ausgebildet, welche früher zur Gänze von Überflutungen und wechselhafter Bachausuferungen geprägt war. Der Dristenabach ist ein nur zeitweise fließender, typischer Kalk-Wildbach mit starkem Geschiebetransport bei Hochwasserführung. Seit Intensivierung der Weidewirtschaft wurde der Bachlauf eingeeengt, begradigt und abschnittsweise gesichert, sodass das Hochwasserabflussgeschehen im Sinne der Erhöhung von Abflussspitzen verändert worden ist. Die Wasserführung springt bei entsprechenden Starkregenfällen rasch an und erzeugt bei gleichzeitigem Zusammentreffen von Hochwässern in den benachbarten Tälern Falzthurn und Pletzach gefährliche Hochwassersituationen mit möglichen Übermürungen in Siedlungsgebiet von Pertisau. Das überwiegend feinkörnige Geschiebe entstammt den witterungsanfälligen Kalkgesteinen, welches zwar im Bachbett teilweise umgelagert wird, bei entsprechender Wasserführung jedoch bis in den Mündungsbereich vorgeliefert werden kann.
 Ein Verbauprojekt des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung bezweckt die Verminderung der anfallenden Hochwasserspitzen durch Ausleitung der Wässer in die Wald- und Weideflächen unter Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Retentionsräume.

Chronik

Um die Wirksamkeit der Verbauungsmaßnahmen und Dämpfung des Abflusses mit Daten belegen zu können, wurde das Institut für Alpine Naturgefahren der Universität für Bodenkultur Wien beauftragt, ein entsprechendes Monitoringsystem im Teileinzugsgebiet Dristenau zu planen. Aufgrund der Anregung der Gemeinde Eben am Achensee und des Hydrografischen Dienstes Tirol wurde das Konzept auf ein Informationssystem erweitert.

Für die Realisierung dieses Informationssystems wurde die Firma OTT Messtechnik GmbH vom Institut für Alpine Naturgefahren beauftragt. Der Aufbau erfolgte im Jahr 2003.

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Frühwarnung, Monitoring, Wissenschaft

Anlass für die Installation

Gefährdung der Ortschaft Pertisau durch Hochwässer

Datum der Installation

2003

Betreuung/Wartung

GBL Westliches Unterinntal

Analyse/ Datenauswertung

Universität für Bodenkultur, Wildbach- und Lawinerverbauung

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
VEGAPLUS 62 (Radar)	VEGA	Distanz (Abflusstiefe)	mm / ±3mm	1
NS-Waage / PLUVIO 1000mm	OTT	Niederschlag	mm / 0,1mm	1
Sensor für Luftfeuchte	---	Relative Luftfeuchte	%	1
Lufttemperaturgeber	---	Temperatur	°C	---

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
GSM-Modem	---	Funk	3

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenlogger	---	---	3

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Masterstation 1 / Netz + Batterie	---	---	1
Station 2 u. 3 / Solarpaneele*	---	---	2

* Solarstrom á 40W + Akku 12V

Kosten

Preis der Anlage

€ 200.000,--

Materialkosten

€ 40.000,-- (Messeinrichtung), € 160.000,-- (Baukosten Ufersicherung GSS, Gerateaufhängung, ...)

Betriebs- und Wartungskosten

€ 10.000,--/a

Finanzierung

- ⇒ Pertisau Wildbäche Verbauungsprojekt 2001
- ⇒ HWS Pertisau – Partenkirchen Interreg IIIA Projekt 2002

Bisherige Erfahrungen

Vorteile

- ⇒ Mehrere Warnungen über SMS konnten die gewünschte Information bzw. Vorwarnung bewirken
- ⇒ Rückrechnung des Abflusses über Pegelschlüssel möglich und nachvollziehbar, verlässliche Datenbasis für wissenschaftliche Zwecke

Verwertbarkeit der Messdaten

Gut

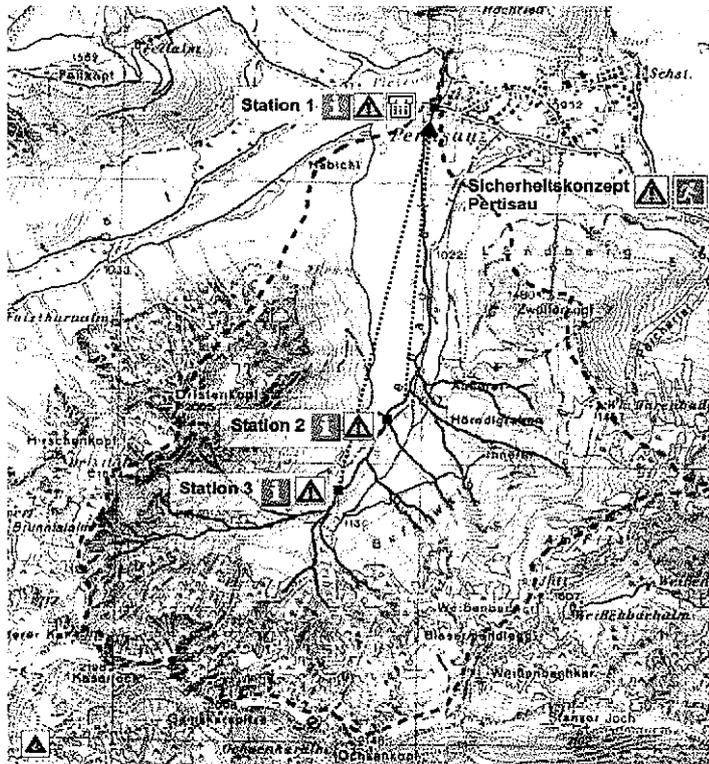
Zusätzliche Bemerkungen

Mit dem zur Verfügung stehenden Datenmaterial ist die Einschätzung und Nachrechnung von stattgefundenen Ereignissen möglich (siehe Bericht 2006, DI Georg Rainer).

In Planung

Übergabe und Verbleib der Anlage als Monitoring- und Informationssystem für die Gemeinde Eben am Achensee mit gleichzeitiger Nutzung der Daten für wissenschaftliche Zwecke (BOKU).

(Foto)grafische Darstellungen



Wildbach-Informationssystem Pertisau / Achensee

Das Informationssystem soll den Niederschlags-Abfluss-Prozess im Talraum der Dristenau erfassen und die Datengrundlagen für das geplante Sicherheitskonzept der Ortschaft Pertisau liefern. Der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung errichtete mehrere Dammbauwerke bzw. erweiterte die Retentionsräume. Das Daten-Management des Informationssystems erfolgt unter der Leitung des Institutes für Alpine Naturgefahren (IAN) der Universität für Bodenkultur Wien.

Station	Erhebung	Kommunikation
Station 1 (nm 5,0)		 IAN Sol Funkblockierung (automatisch) Funk-Abfrage (individuell) Ortsumkehrung (automatisch)
Station 2 (nm 29,0)		
Station 3 (nm 29,47)		
Master/User	Verarbeitung	SUS
IAN		 Warnung / Information Sicherheitskonzept (geplant)
WLW		
HD-Tird		
Sicherheit	Management	
BGM		
FFW		

Abb. 46: Informationssystem Dristenau: Darstellung von Datenflüssen und Kommunikationseinrichtungen

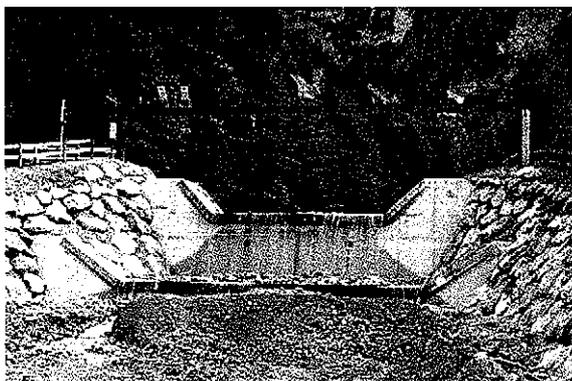


Abb. 47: Informationssystem Dristenau: Station 3 (Niederschlags- und Abflussmessung)

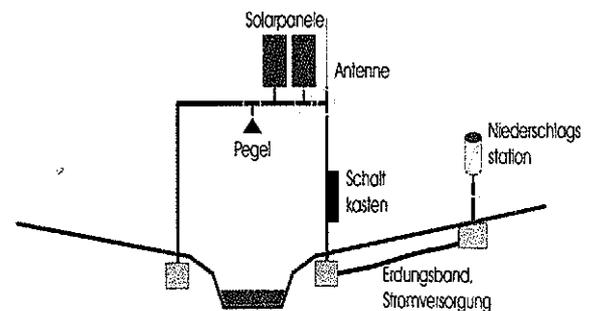


Abb. 48: Informationssystem Dristenau: Prinzipskizze Station 3 (Niederschlags- und Abflussmessung)

BRETTERRWANDBACH



Bundesland Tirol	Bezirk Lienz	Gemeinde Matrei i. O.	GBL Osttirol
----------------------------	------------------------	---------------------------------	------------------------

Allgemeine Daten					
Art der Naturgefahr	Wildbach				
Art der Messung	Niederschlag, Abfluss				
Ansprechperson(en)					
Name(n)	DI Albert Pichler, DI Otto Unterweger				
Organisation	Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Osttirol				
Anschrift	Kärntnerstraße 90, 9900 Lienz				
Telefon	04852/63456-15 od. 14				
Fax	04852/63456-26				
E-Mail	albert.pichler@die-wildbach.at				
Daten zum Einzugsgebiet					
Größe (km ²)	17,8 km ²				
HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m ³ /s)	Bemessungsereignis mit Hochwasserabfluss von 80 m ³ /sec und Geschiebefracht von 150.000 m ³				
Geologie	Matreier Schichten aus sehr leicht verwitternden Schwarzschiefer und Phylliten, Grauwacken, Kalkglimmerschiefer, Kalk, Dolomite, Serpentine und Quarzschiefer.				
Chronik	Lt. Wildbachchronik ist Matrei 27 mal schwer geschädigt worden. Letzte Schadensfälle sind aus den Jahren 1850, 1882, 1886, 1895, 1907, 1927, 1932, 1945, 1946, 1965, 1966, 1970 und 1972 bekannt.				
Informationen zur Anlage					
Zweck der Anlage	Frühwarnung (Hebung von 2 Brücken und Verschluss der Leitwerke in den Querschnittsbereichen der Ortsregulierung)				
Anlass für die Installation	Katastrophenübung 1999 der Matreier Feuerwehr am Bretterwandbach.				
Datum der Installation	2002				
Betreuung/Wartung	Hydrographischer Dienst Tirol/Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Osttirol (Wildbachaufseher Franz Jungmann)				
Analyse/ Datenauswertung	Hydrographischer Dienst Tirol				
Aktueller Ausbauzustand					
Sensoren	Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
	Radar (Kalesto)	OTT	Fließgeschw.	m/s	1
	Radar (Kalesto)	OTT	Fließhöhe	cm / 1cm	1
	Niederschlagswaage	OTT	Regenmenge	mm	1

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
GSM-Modem*	---	---	2

* Normal laufende Datenübertragung und Alarm bei Schwellwertüberschreitung

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Extern (HD Tirol)	---	---	1

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solarpanel mit Akku	---	---	1

Kosten**Preis der Anlage**

€ 28.800,--

Finanzierung

Wildbach- und Lawinenverbauung, Projekt Bretterwandbach

Bisherige Erfahrungen**Zusätzliche Bemerkungen**

Alarmierung erfolgt mittels SMS, E-Mail oder Fax an die Landeswarnzentrale, Bezirkswarnzentrale, Bürgermeister, örtliche Feuerwehr und Wildbach- und Lawinenverbauung. Derzeit wird die Schlüsselkurve für die Durchflussmessstelle am Felskanal errechnet.

In Planung

Strom- sowie Telefonanschluss für die Abfluss-/Durchflussmessstelle im Felskanal oberhalb der Geschieberückhaltesperre ("Kalkaofensperre") und Ausstattung mit Videokamera. Derzeit wird die Schlüsselkurve für die Durchflussmessstelle am Felskanal errechnet.

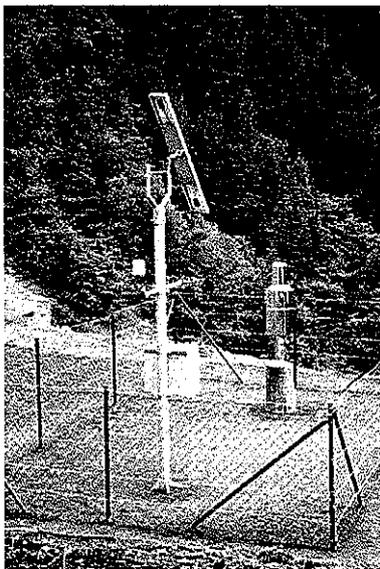
(Foto)grafische Darstellungen

Abb. 49: Bretterwandbach: Niederschlagsmessstelle im Oberlauf

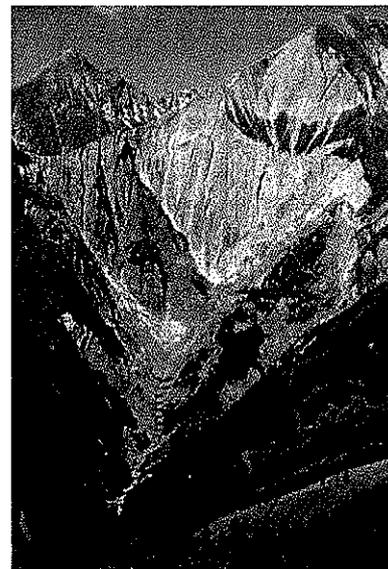


Abb. 50: Bretterwandbach: Ansicht Oberlauf

WARTSCHENBACH



Bundesland	Bezirk	Gemeinde	GBL
Tirol	Lienz	Nussdorf-Debant	Osttirol

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr	Wildbach
Art der Messung	Pegel-, NS-, Erschütterungsmessungen
Ansprechperson(en)	
Name(n)	DI Albert Pichler
Organisation	Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Osttirol
Anschrift	Kärntnerstraße 90, 9900 Lienz
Telefon	04852/63456-14
Fax	04852/63456-26
E-Mail	gbl.osttirol@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km ²)	2,6 km ²
HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m ³ /s)	17 m ³ /s; (HÜBL et al., 2000)

Geologie

Das Gebirge nördlich von Lienz, welches den südlichen Ausläufer der Schobergruppe bildet und geologisch dem Altkristallin angehört, besteht aus kristallinen Schiefen (Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit) und ist gekennzeichnet durch west-östlich streichende, von Längs- und Querbrüchen durchzogenen Falten. Die leichte Verwitterbarkeit und die steile Schichtenstellung begünstigen die ausgedehnte Schwemmkegelbildung. Das oberste Einzugsgebiet ist deutlich glazial geprägt mit teilweise noch vorhandenen Gletscherschliffspuren an exponierten Felsrücken und unterschiedlich mächtigen Moränenablagerungen auf den glazialen Schulterlagen. Die talseitigen Randzonen dieser ausgedehnten Verflachungen geben deutliche Hinweise auf Zerrungszonen als Reaktion auf die Haupttalausräumung, was zur Entstehung von Nackentälern (z.B. östlich der Bergstation Zettlersfeld) führt.

Geomorphologie

Durch das Ereignis 1995 hat sich der Wartschenbach deutlich eingetieft, wodurch zum Teil während des Ereignisses selbst, zum Teil zeitversetzt im Anschluss daran im Mittellauf Uferabbrüche und Rutschungen entstanden sind. In der Folge wirkt sich diese Schwächung des untersten Hangabschnittes sukzessive in Form weiterer Nachböschungen in die höheren Hangabschnitte hinauf. Dieser Prozess ist nach wie vor nicht abgeschlossen und wird solange anhalten, bis sich ein Grenzgleichgewicht, bezogen auf das aktuelle Bachniveau, einstellt.

Das durchschnittliche Schwemmkegelgefälle beträgt rund 16 % (max. 25 %). Die steile Grabenstrecke im Mittellauf hat eine Neigung von rund 60 %. Das Quellgebiet im Oberlauf ist zum Teil flach und vernässt.

Chronik	1879	⇒ Murgang zerstörte Wald und Felder und beschädigte Straßen und Brücken
	1882	⇒ Großer Murgang wie 1879
	1966	⇒ Ein linksufriger Bachausbruch bei hm 27 beschädigte 3 Wohnhäuser und übermurt Wiesen und Felder. Die Bundes- und ehemalige Landesstraße wurde auf je 100 m vermurt

- 19.07.1981 ⇒ 82,5 mm NS/24h, Vermurungen von Straßen und Feldern in Debant
- 06.08.1995 ⇒ Um ca. 20:30 Uhr schweres Gewitter mit Hagelschlag über dem nordöstlichen Teil des Einzugsgebietes. Es wurden in etwa 40.000 m³ Geschiebe mobilisiert wobei ca. 25.000 m³ im Ablagerungsbecken am Schwemmkegelhals abgelagert wurden. Es wurden 16 Häuser der Wartschensiedlung und ein Bauhofareal stark beschädigt
- 1996 ⇒ Örtliche Überflutung der Gärtnerei Tschapeller an der Bundesstraße. Furt zur Hofzufahrt "Jaggler" am Nussddorfer Berg durch Geschiebeauffandung verlegt
- 25.07.1997 ⇒ Hofzufahrt Jaggler unterbrochen, ca. 5.000 m³ Geschiebe im Rückhaltebecken III abgelagert
- 16.08.1997 ⇒ Starkregen mit Hagelschlag verursachte im westlichen Quellbach einen Hochwasserabfluss, welcher einen Murgang mit 45.000 m³ Material induzierte. 14 Wohnobjekte in der Wartschensiedlung und ein Bauhofareal wurden eingemurt
- 06.09.1997 ⇒ Starkregen mit Hagelschlag löste ein Murereignis aus, welches 35.000 m³ Murmaterial am Schwemmkegel zur Ablagerung brachte. 5 Wohnhäuser der Wartschensiedlung sowie das Bauhofareal Bachlechner wurden erneut vermurt
- 07.10.1997 ⇒ Auffandung des Rückhaltebeckens III mit 5.000 m³ Feingeschiebe
- 27.07.1999 ⇒ Ca. 30.000 m³ Geschiebe aus Bachauffandungen und Hangnachbrüchen seit 1997 werden in den inzwischen errichteten drei Geschieberückhaltebecken abgelagert
- 19.09.2000 ⇒ Kleinerer Murgang, ca. 16.000 m³ Geschiebe werden in den RHB abgelagert

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Monitoring, Wissenschaft

Anlass für die Installation

Pilotanlage, Sammeln erster Erkenntnisse

Datum der Installation

August 2000

Betreuung/Wartung

Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Osttirol gemeinsam mit Universität für Bodenkultur, Fa. Sommer

**Analyse/
Datenauswertung**

Universität für Bodenkultur, Institut für Alpine Naturgefahren

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Geophon	Loster	Erschütterung	mV / Analog Spannung	5
Ultraschall	Sommer	Pegel	m / 0,1% v. Messbereich	6
NS- Waage	Sommer	Niederschlag	mm / 0,01 mm	2
Hageldetektor	Sommer	Hagel Ja/Nein	Audiosignal	1
Video	---	Bild	---	1

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Funksender	Sommer	Funk	6
T/F Koppler	Sommer	Telefon/Funk	1
Modem	---	---	1

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenlogger, MRS 4	Sommer	Ringspeicher	6

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solarpanel, ca. 30 W	Sommer	Solarstrom	3
Batterie, 12V/24 Ah	Sommer	Akku	3
Netzversorgung	---	Kabel	3

Kosten**Preis der Anlage**

ca. € 110.000,--

Materialkosten**Betriebs- und
Wartungskosten**

Sind schwer zu quantifizieren, da diesbezügliche Leistungen durch Personal der Wildbach- und Lawinenverbauung und Universität für Bodenkultur durchgeführt und nicht extra verrechnet werden, geschätzt im Bereich einiger € 10.000,--

Finanzierung

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und Wildbach- und Lawinenverbauung

**Bisherige
Erfahrungen****Vorteile**

- ⇒ Umfangreich instrumentiert
- ⇒ Grundsätzlich optimales Einzugsgebiet
- ⇒ Gute Zugänglichkeit

Nachteile

- ⇒ Umfangreich technisch verbaut → größere Ereignisse daher seltener
- ⇒ Ständige wissenschaftliche Betreuung nicht gewährleistet

**Verwertbarkeit der
Messdaten**

- ⇒ Datenkontinuität zu Beginn sehr mangelhaft
- ⇒ Viele Ausfälle

In Planung

Ausreichend instrumentiert, Schwerpunkt auf Analyse der Daten, Implementierung einer Alarmierung, Entwicklung von vernetzten, redundanten Alarmierungsbedingungen

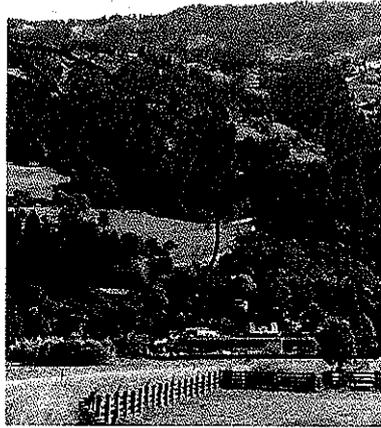


Abb. 51: Wartschenbach: Übersicht Einzugsgebiet

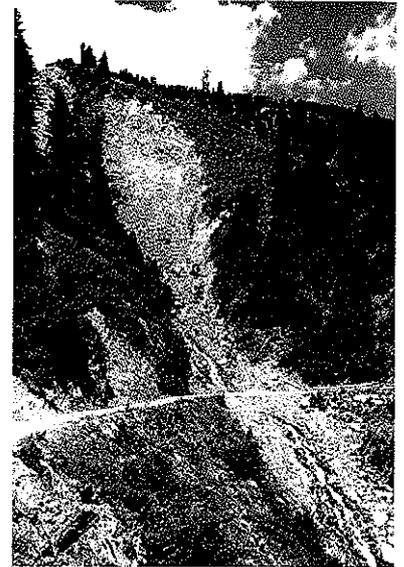


Abb. 52: Wartschenbach: Abbruchkante

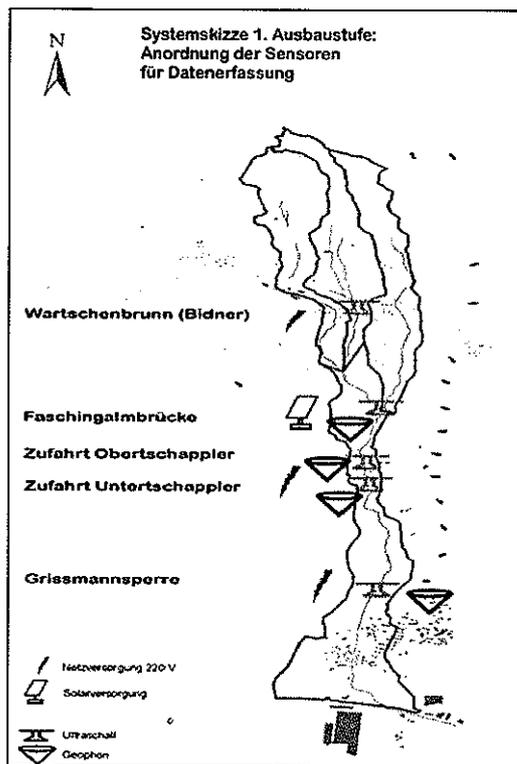


Abb. 53: Wartschenbach: Grafische Darstellung der Anlage. Systemskizze 1

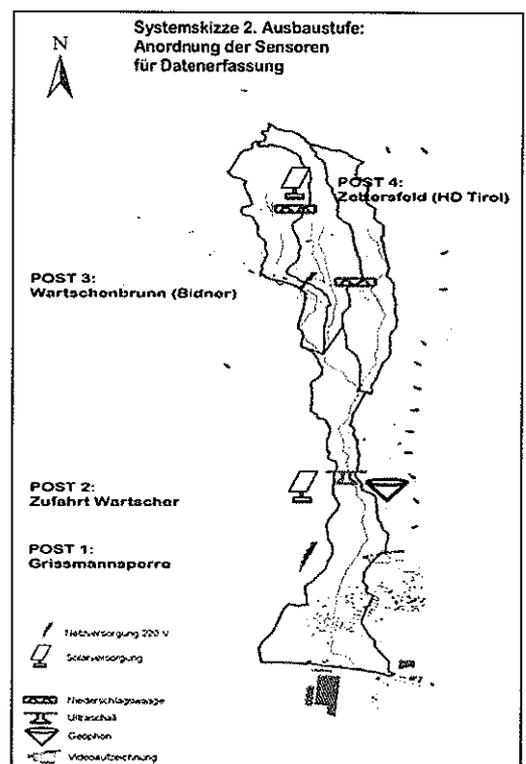


Abb. 54: Wartschenbach: Grafische Darstellung der Anlage. Systemskizze 2

6.7. Vorarlberg

BREITENBERG



Bundesland Vorarlberg	Bezirk Dornbirn	Gemeinde Dornbirn	GBL Bregenz
---------------------------------	---------------------------	-----------------------------	-----------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Massenbewegung (Felssturz)

Art der Messung

Bewegung, Erschütterung, Kräfte

Ansprechperson(en)

Name(n)

DI Elmar Plankensteiner

Organisation

Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Bregenz

Anschrift

Rheinstraße 32/4, 6900 Bregenz

Telefon

05574/74995-419

Fax

05574/74995-5

E-Mail

gbl.bregenz@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Geologie

Säntisdecke des Helvetikums, durch Rheintal-parallele Verwerfungen mehrfach ins Tal abgestaffelt.

Geomorphologie

Die aufsteigende untere Felswand wird vom liegenden, verkehrten Schenkel einer liegenden Falte aufgebaut, deren Stirnbiegung weiter westlich erhalten ist, gebildet. In der unteren Felswand bilden daher die jüngsten Gesteine (Amdener Schichten und Seewerkalk) den untersten Wandanteil nahe und unter der Talebene und die ältesten Gesteine die Wandoberkante.

Chronik

- ⇒ 1999 Installation der Messeinrichtung
- ⇒ Laufende Adjustierung auf Grund technischer Schwierigkeiten bis dato
- ⇒ Umstellung auf Webmodul und Einrichtung einer Zentralen Erfassungseinheit bei der Stadt Dornbirn – Übergabe der Station an die Stadt Dornbirn 2005 nach Errichtung der anderen Schutzmaßnahmen

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Frühwarnung & Monitoring

Anlass für die Installation

Felssturzgefährdung am Breitenberg; Abtrag wurde aus Sicherheitsgründen nicht in Erwägung gezogen.

Datum der Installation

1999

Betreuung/Wartung

Fa. Sommer – technische Belange
DDr. Bertle – geologische Betreuung

**Analyse/
Datenauswertung**

DDr. Bertle

Aktueller Ausbauzustand**Sensoren**

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Messanker	DYWIDAG/Glötzl*	---	KN / $\pm 1\%$; $\pm 0,5\%$	1
Dreifach-Extensometer	Solexperts	---	$\pm 0,03\text{mm}$	3
3-D Geophon	---	---	---	2
Fissurometer	---	---	$\pm 0,02\text{mm}$	8

* Ankerkraftmessgeber

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Funksender	Sommer	Funk	1

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenlogger, Webmodul	Sommer	---	1

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solargenerator	---	---	---

Kosten**Preis der Anlage**

€ 250.000,--

Betriebs- und Wartungskosten

Betriebskosten inkl. Begehung und Begehungsbereicht und Bereitschaftsdienst ca. € 25.000,-- jährlich

Finanzierung

Über Projekt Bund 50 %, Land Vorarlberg 19 %, Stadtgemeinde Dornbirn 31 %

Bisherige Erfahrungen**Verwertbarkeit der Messdaten**

- ⇒ Gute Verwertbarkeit der Daten über anwenderorientierte Programme
- ⇒ Zusätzliche Übertragung der Daten an die Landeswarnzentrale – Alarmierungsplan!

Zusätzliche Bemerkungen

- ⇒ Anfängliche Schwierigkeiten im Bereich Geophon: Grund: Standortwahl nur im Bereich von vorhandenen Wurzeltellern möglich. Störungen durch Windbeeinflussung und dauerndes Senden von Daten – Datenspeicher sehr schnell überlastet
- ⇒ Fissurometer – Fehlalarme
- ⇒ Datenübertragungsprobleme

Erfahrungen seit 2004

- ⇒ Laufende Wartung erforderlich - Kabellagen aufgrund der exponierten Lage; Zusätzliche Schutzmaßnahmen wurden getroffen (Steinschlagschutz)

**(Foto)grafische
Darstellungen**



Abb. 55: Breitenberg: Übersicht Gegenhang

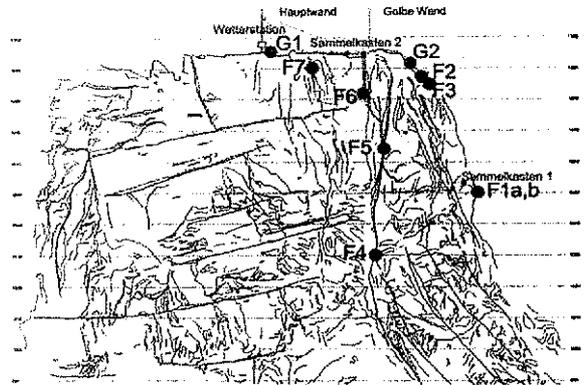


Abb. 56: Breitenberg: Grafische Darstellung

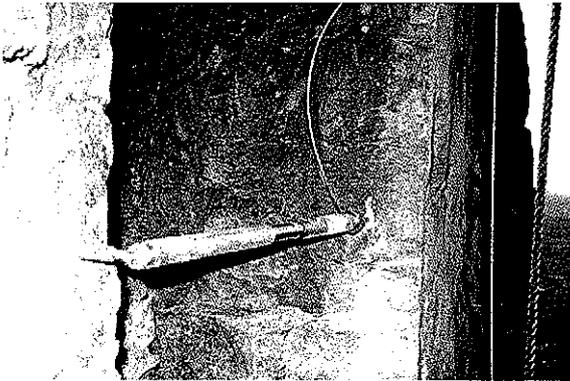


Abb. 57: Breitenberg: Installiertes Fissurometer

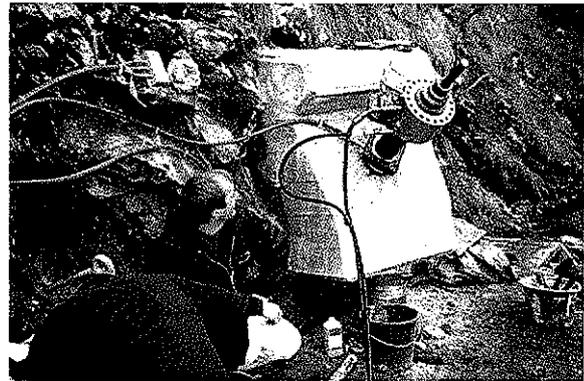


Abb. 58: Breitenberg: Einbau eines Messankers

EBNIT

(Teil der Wildbach- und Lawinerverbauung am gesamten Messsystem Ebnit)



Bundesland	Bezirk	Gemeinde	GBL
Vorarlberg	Dornbirn	Dornbirn - Ebnit	Bregenz

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr Massenbewegungen (Rutschung)

Art der Messung Pegel

Ansprechperson(en)

Name(n) Ing. Martin Zitt

Organisation Wildbach- und Lawinerverbauung, GBL Bregenz

Anschrift Rheinstraße 32/4, 6900 Bregenz

Telefon 05574/74995-412

Fax 05574/74995-5

E-Mail gbl.bregenz@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²) ca. 0,085 km²

HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s) 5 l/s; (Schüttungsmessung Uni Karlsruhe)

Geologie

In Ebnit bilden neben den gut durchlässigen und zur Verkarstung neigenden, anstehenden Kalken (Schrattenkalk, Seewerkalk), vor allem die Felssturzmassen sowie zum Teil die abgelagerte Moräne die Wasser führenden Schichten. Da die oberflächennahen, verwitterten Felssturzmassen und die Moräne eine heterogene Zusammensetzung besitzen, können sie stellenweise auch wasserundurchlässige Schichten bilden. Wasserstauer sind einerseits die verwitterten anstehenden Mergel (Amdener Mergel, Drusbergmergel) sowie die im Ebnitertal abgelagerten Seetone. Jedoch findet man auch innerhalb der Seetone Sand- und Kieslagen, die Wasser führend sein können. Die in Ebnit natürlich auftretenden Quellen gehören zu den Schicht- und Schuttquellen. Untergeordnet findet man auch Stauquellen. Schichtquellen entstehen an den Ausbissstellen der Grenze zwischen Grundwasser leitenden und nicht leitenden Schichten. Schuttquellen treten am Fuße von Berg- oder Felssturzmassen über schlecht durchlässigen Untergrund zutage. Sie werden teilweise durch örtlich gebildetes Grundwasser gespeist, oder durch Quellen, die unter dem Felssturzmaterial verborgen sind. Solche sekundären Quellen weichen in ihrer Lage von den primären Quellen ab. Stauquellen entstehen dort, wo Nichtleiter einen Grundwasserleiter überlagern und das Grundwasser zum Austritt zwingen (Seetone stauen das Wasser im Felssturzmaterial).

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage Monitoring (Beweissicherung und Erfolgskontrolle)

Anlass für die Installation Bestandteil des Sanierungskonzeptes Ebnit

Datum der Installation Juli 2003

Betreuung/Wartung Wildbach- und Lawinerverbauung, GBL Bregenz gemeinsam mit Fa. Sommer und ICP-Karlsruhe

Analyse/ Datenauswertung Wildbach- und Lawinerverbauung, GBL Bregenz, Landeswarnzentrale, ICP-Karlsruhe

Aktueller Ausbauzustand**Sensoren**

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Niveaumesssonde (LMP 308/W1/K5)	Sommer	Wasserpegel inkl. Wassertemp.	mm / °C / 0,25% v. Messbereich	1
Niveaumesssonde (LMP 308/W)	Sommer	Wasserpegel	mm / 0,25% v. Messbereich	2

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenfunkgerät (DFS 0,5W)	Sommer	Funk	3

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenlogger (MRS-4)	Sommer	---	1
Datenlogger (MRS-MIO5 Modul)	Sommer	---	2
Embedded Web Modul (EWM)	Sommer	---	1

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solarversorgung (Solarmodul 10W/12V)	Sommer	Solarstrom	2
Bleiakku (10Ah/12V)	Sommer	Akku	2
Netzversorgung	---	Kabel	1

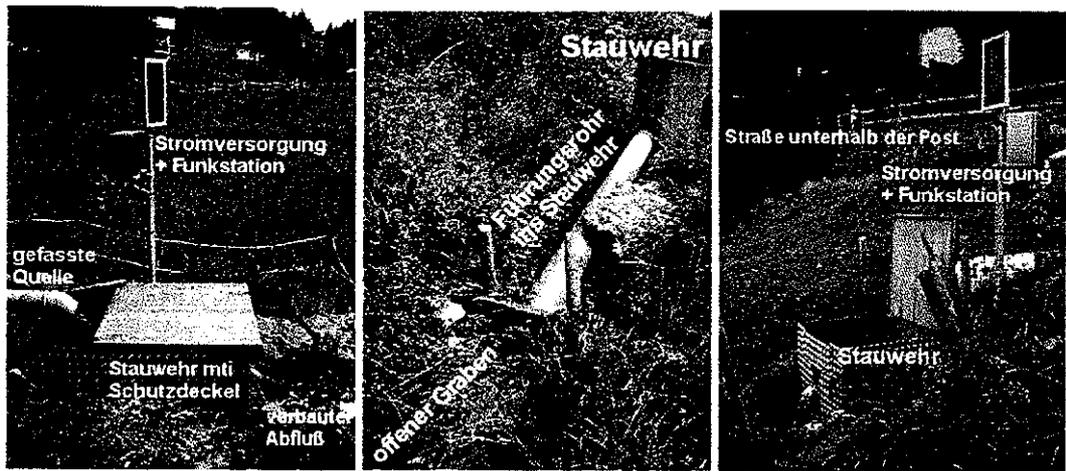
Kosten**Preis der Anlage**

ca. € 15.000,--

Finanzierung

Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Bregenz

(Foto)grafische Darstellungen



ST1 Matthisgrund Q15

ST2 am Sportplatz

ST3 unterhalb der Post

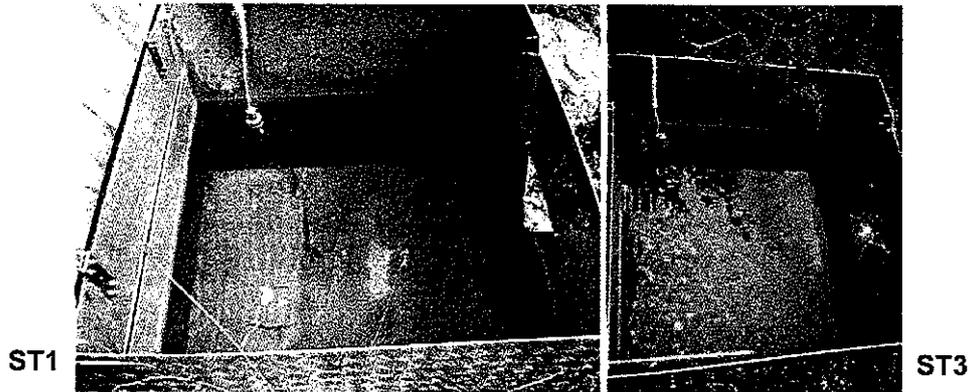


Abb. 59: Ebnit: 2003 gebaute Thompson Stauwehr (obere Bildreihe) und den hydrostatischen Messsonden (untere Bildreihe, links ST1, rechts ST3 mit Temperatursonde)

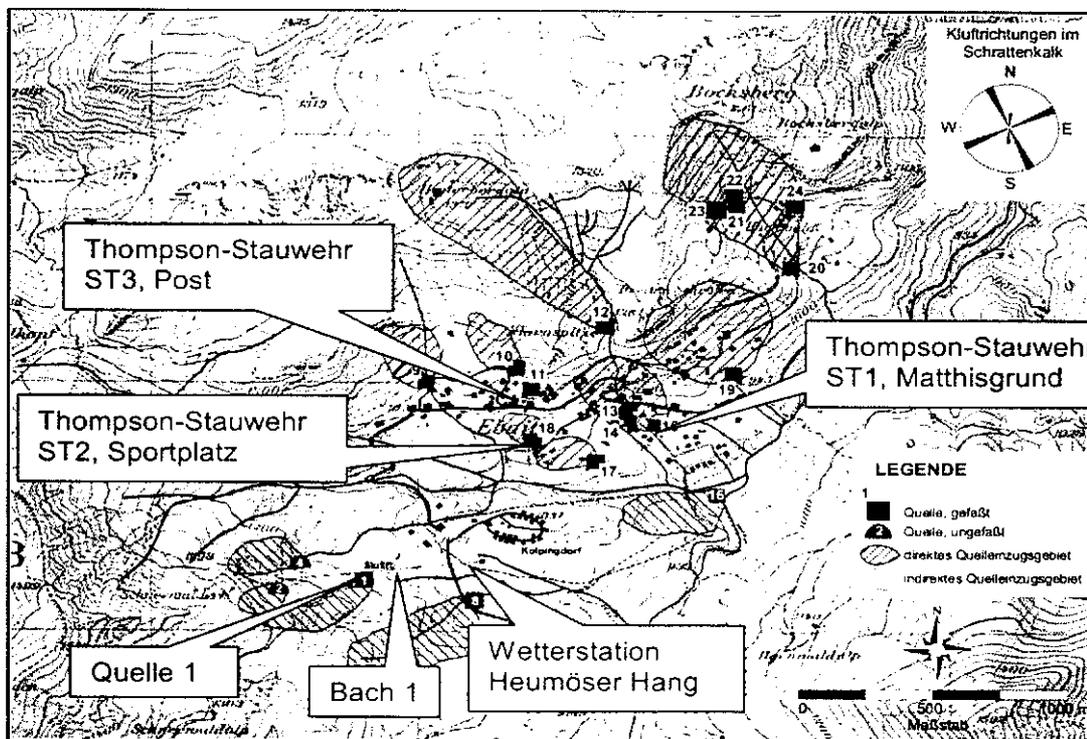


Abb. 60: Ebnit: Oberirdisches Einzugsgebiet der gemessenen Quellen von 1998. Quelle: Bericht über Quellkartierung und Schüttungsmessungen in Ebnit, 1998, Tiefbauamt der Stadt Dornbirn

RUTSCHUNG DOREN



Bundesland
Vorarlberg

Bezirk
Bregenz

Gemeinde
Doren

GBL
Bregenz

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Massenbewegung (Rutschung)

Art der Messung

Tachymeter (TPS)

Ansprechperson(en)

Name(n)

DI Thomas Frandl

Organisation

Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Bregenz

Anschrift

Rheinstraße 32/4, 6900 Bregenz

Telefon

05574/74995-415

Fax

05574/74995-5

E-Mail

gbl.bregenz@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²)

0,18 km²

Geologie

Das Rutschgebiet Doren liegt in der subalpinen Molassezone und wird von Sedimentgesteinen aus dem Alttertiär aufgebaut. Diese gehören altersmäßig zwei Schichtserien, den älteren Weissach- und den hangenden Steigbachschichten an. Die Gesteine beider Schichten bilden eine unregelmäßige Folge von Mergeln, Sandsteinen und Nagelfluh. Als Spuren der letzten Eiszeit hinterließ ein Nebenarm des Rheintalgletschers auf dem vom Eis glatt geschleuerten Rücken des Molassegrundgebirges Moränenschutt. Diese Moränendecke besteht in der Hauptsache aus tonigem Material, welches aber in vertikaler als auch in horizontaler Richtung von Sanden unregelmäßig durchsetzt sein kann. Daraus erklärte sich ihre Durchlässigkeit und vor allem ihre große Aufnahmefähigkeit für Wasser, eine Erscheinung, die normalerweise Gletscherablagerungen nicht zeigen.

Über der eiszeitlichen Moräne findet man abschnittsweise noch lehmiges Hangschuttmaterial.

Chronik

Die Ortschaft Doren ist eine verhältnismäßig junge Siedlung (Kirchenbau 1824, eigene Pfarrei seit 1853), deren Gebiet ursprünglich einen hohen Waldanteil aufwies.

Am Ende des 16. Jahrhunderts wurde der Raum um Doren gerodet und diese Rodungen wurden immer mehr erweitert. Nach mündlichen Überlieferungen wurde die Rutschung Doren das erste Mal in den Jahren 1847 und 1864 aktiv.

Weitere Rutschungen waren in den Jahren 1927, 1935, 1952, 1954, 1988, 2005 und 2007. Bei den Großrutschungen 1927, 1935 und 1988 waren jeweils ca. 2 – 3 Mio. m³ Material in Bewegung, im Jahr 1935 wurde die Weissach vollständig aufgestaut, wobei sich hinter der Rutschung ein See mit einer Länge von ca. 400 – 500 m bildete. Das Ereignis von 2007 ist vergleichbar mit jenem von 1988, wenn es nicht sogar überschritten wird.

Die Größe der Rutschung beträgt:

- ⇒ Kubatur: 2-3 Mio. m³
- ⇒ Abbruch: Breite 200 m, Höhe bis zu 70 m
- ⇒ Schuttstrom: Länge ca. 650 m, Breite ca. 200-250 m

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Monitoring (Automatisches Vermessen der Rutschung Doren)

Anlass für die Installation

Rutschungsereignis vom Februar 2007

Datum der Installation

Anfang Mai 2007

Betreuung/Wartung

Landesvermessungsamt Feldkirch. Fa. ERATOS, Spezialmesstechnik Bregenz

**Analyse/
Datenauswertung**

Landesvermessungsamt Feldkirch. Fa. ERATOS, Spezialmesstechnik Bregenz

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
TPS*	ERATOS	Distanz zur Nullmessung	m / mm	1
Inklinometer	---	Neigung	---	---
TDR**	---	---	---	---

* Theodolit mit integrierter Distanzmessung

** Time Domain Reflectometry

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
GSM	ERATOS	Funk	1

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Speicher am Theodolit	ERATOS	Interner Speicher	1

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solar oder Wind	ERATOS	Solarstrom	1

Kosten

Preis der Anlage

€ 6.000,-- inkl. Schulung

**Betriebs- und
Wartungskosten**

€ 2.000,--/Monat Miete

Bisherige Erfahrungen

Vorteile

- ⇒ Mobiles, zeitlich beschränktes Monitoringsystem ohne Alarmierung
- ⇒ Einfachste Installation und Betreuung durch den Kunden (guter Vermessungstechniker/-ingenieur)
- ⇒ Automatisierte Messung & Datenübertragung
- ⇒ Kein 220V-Anschluss notwendig (Versorgung: Solar/Wind)
- ⇒ Kein Telefonkabelanschluss notwendig (Verbindung: GSM/Funk)
- ⇒ Standardisierte Schnittstellen (GSI, ASCII)
- ⇒ Sensor: TPS (Theodolit mit integrierter Distanzmessung)
- ⇒ Mehr Messungen pro Monat ohne zusätzliche Kosten
- ⇒ Bessere Erfassung von Bewegungen
- ⇒ Leichte Berücksichtigung von Sonderereignissen (z.B. Starkniederschläge)
- ⇒ Bessere Interpretierbarkeit
- ⇒ Keine Infrastruktur (Strom, Telefon) im Messgebiet notwendig
- ⇒ Weniger Personaldisposition
- ⇒ Miete bei Bedarf (→ keine großen Investitionskosten)

Nachteile

Bis dato keine festgestellt!

**Verwertbarkeit der
Messdaten**

Sehr gut

**Zusätzliche
Bemerkungen**

Maximale Distanz vom Vermessungsgerät bis zum Vermessungspunkt: 1,5 km von
1 Messung in 30 Sekunden bis 1 Messung pro Jahr

**(Foto)grafische
Darstellungen**



Abb. 61: Doren: Messhütte

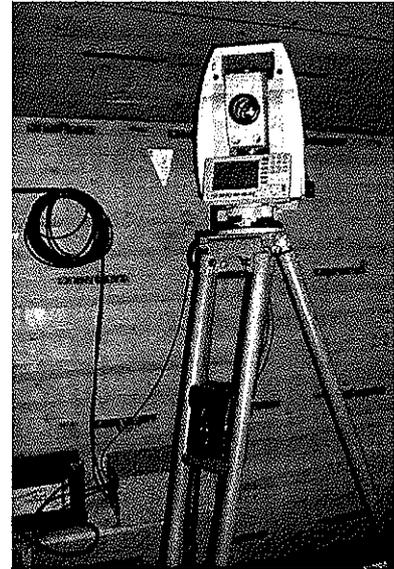


Abb. 62: Doren: Theodolit mit integrierter Distanzmessung

RUTSCHUNG EGGSTRASSE



Bundesland Vorarlberg	Bezirk Bregenz	Gemeinde Mittelberg	GBL Bregenz
---------------------------------	--------------------------	-------------------------------	-----------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr	Massenbewegung (Rutschung)
Art der Messung	MOSES-Frühwarnung (Bewegung)
Ansprechperson(en)	
Name(n)	DI Thomas Frandl
Organisation	Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Bregenz
Anschrift	Rheinstraße 32/4, 6900 Bregenz
Telefon	05574/74995-415
Fax	05574/74995-5
E-Mail	gbl.bregenz@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²)	12 m lang, durchschnittliche Breite: 35 m = 0,0042 km ²
Geologie	Das ganze Massiv besteht aus Flysch, der durch die Wechsellagerungen von Mergel- und Sandstein, sowie von Überlagerungen durch eiszeitlichen Schotter gekennzeichnet ist. Infolge des leicht verwitterbaren Grundgesteins sind überall Böden für Gras- und Waldland anzutreffen.
Geomorphologie	Die Länge der Rutschung beträgt ca. 120 m, die durchschnittliche Breite ca. 35 m und die durchschnittliche Tiefe ca. 1,50 m. Die gesamte Rutschkubatur beläuft sich auf ca. 4500 m ³ .
Chronik	Die erste Rutschung erfolgte im Jahr 1999, durch diese Rutschung waren in erster Linie der Gemeindewasserkanal, sowie in weiterer Folge die Eggstraße, in akuter Gefahr. Eine weitere Rutschung unterhalb des Stützkastens ereignete sich 2001 infolge starker Niederschläge. Die Auswirkungen der neuerlichen Hangbewegung bezüglich Setzungen reichen bis auf den Parkplatz auf den GST 1400/11 und 1400/13 sowie zur Grundmauer des Hauses auf GST 1591/2 zurück.

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage	Frühwarnung
Anlass für die Installation	Im Zuge der Bauausführung zum Zwecke der Baustellensicherheit wurde MOSES installiert
Datum der Installation	25.09.2007
Betreuung/Wartung	Fa. Sommer, Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Bregenz
Analyse/ Datenauswertung	Fa. Sommer, Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Bregenz

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren	Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
	Seilextensometer	Sommer	Längenveränderung	mm/ 1mm	1
	Fissurometer	Sommer	Längenveränderung	mm/ ±0,1mm	2

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
GSM	Sommer	Modem	1

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
MDL 8	Sommer	Interner Speicher	1

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solarpanel	Sommer	Solarstrom	1
Batterie 12V, 12Ah	Sommer	Akku	1

Kosten**Preis der Anlage**

€ 4.000,-- bis 5.000,--

Bisherige Erfahrungen**Vorteile**

- ⇒ Schnell und einfach zu installieren
- ⇒ Daten leicht auslesbar

Nachteile

Bis jetzt keine aufgetreten

Verwertbarkeit der Messdaten

Sehr gut

In Planung

Kleine Verbesserungen und Vereinfachungen ergeben sich bei jedem Einsatz

(Foto)grafische Darstellungen

Abb. 63: Rutschung Eggstraße: Abbruchkante

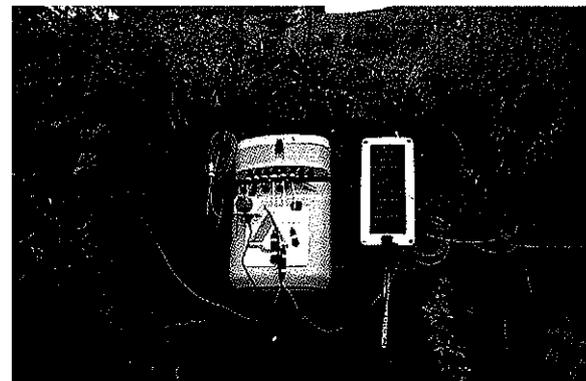


Abb. 64: Rutschung Eggstraße: MOSES – Mobiles Sicherheits-Einsatzsystem – Case mit Solarpanel

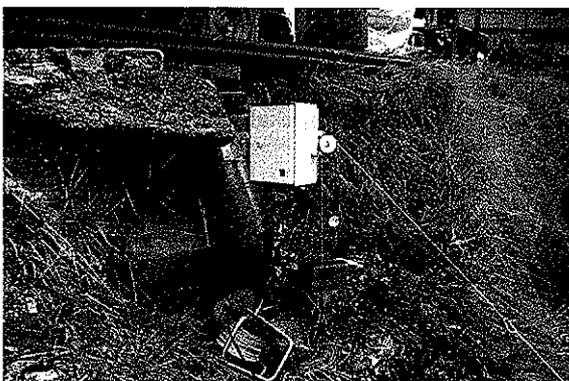


Abb. 65: Rutschung Eggstraße: Seilextensometer – Detail 1

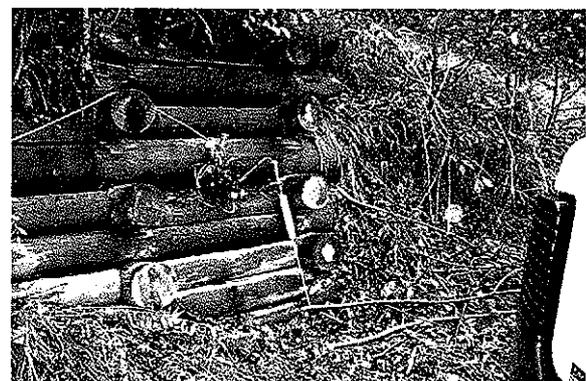


Abb. 66: Rutschung Eggstraße: Seilextensometer – Detail 2

SIBRATSGFÄLL (Großhangbewegung Rindberg)



Bundesland Vorarlberg	Bezirk Bregenz	Gemeinde Sibratsgfall	GBL Bregenz
---------------------------------	--------------------------	---------------------------------	-----------------------

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr	Massenbewegung (Großhangbewegung)
Art der Messung	Abfluss, Regen- und Schneeniederschlag, Temperatur, Bewegungen, Verteilungen des spezifischen elektrischen Widerstandes im Untergrund, Bodenfeuchte, Bodentemperatur.

Ansprechperson(en)

Name(n)	DI Margarete Wöhrer-Alge
Organisation	Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Vorarlberg
Anschrift	Rheinstraße 32/4, 6900 Bregenz
Telefon	05574/74995-416
Fax	05574/74995-6
E-Mail	sektion.vorarlberg@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²)	1,4 km²
Geologie	Feuerstätter Decke mit Junghansen Schichten, Schelpen Serie, Feuerstätter Sandstein und Aptychenschichten als Gesteinsbestand. In großen Hangbereichen Lockergesteinsauflagen mit bis zu 65 Gew. % Schluff/Ton mit einem Wasseraufnahmevermögen von 80 Gew. %.
Geomorphologie	Durchschnittlich 12 bis 15° geneigte südexponierte Talflanke mit 3 Hauptanbruchgebieten.
Chronik	Nach einer Großhangbewegung im Jahre 1999 wurde 2001/2002 im Rahmen eines Forschungsprojektes das Monitoringsystem installiert.

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage	Monitoring, Wissenschaft
Anlass für die Installation	Großhangbewegung im Frühjahr 1999 bei der 19 Objekte zerstört bzw. schwer beschädigt wurden.
Datum der Installation	November 2001
Betreuung/Wartung	⇒ Firma Sommer Mess-Systemtechnik/Koblach für hydrologisches und klimatisches Messsystem sowie für Datenübertragung ⇒ Geologische Bundesanstalt/Wien für geophysikalische Messanlage
Analyse/ Datenauswertung	GBA, ZT Moser/Jaritz

Aktueller Ausbauzustand

Sensoren	Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
	Ultraschall Pegelmessgerät UPM-10	Sommer	Abflusshöhe*	mm/±0,1% v. Messbereich	2

Edelstahl Niveaumesssonde LMP 308	Sommer	Wassersäule*	mm / 0,25% v. Messbereich	1
Luftfeuchte- und Lufttemperaturgeber MP-408F/T-R	Sommer	Luftfeuchte- und Lufttemperatur	%rF / 1,5% rF °C/± 0,25°C	1
Strahlungssensor DK-RM1	Sommer	Strahlung	W/m ² / ± 7 %	1
Niederschlagswaage NIWA/MED-K505	Sommer	Niederschlag	mm	1
U-Schneehöhenmessung USH-10	Sommer	Schneehöhe	mm / ±0,1% v. Messbereich	1
Lufttemperaturgeber LTS-592C	Sommer	Lufttemp. (zur Temp.komp. d. Schneehöhe)	°C	1
Bodentemperaturgeber BTGN-592C	Sommer	Bodentemp.	°C	3
Bodenfeuchtesensor TRIME EZ, Messprinzip: TDR, Messbereich 0-100%	IMKO Micro-modul-technik GmbH	volumetrische Feuchte im Boden	Vol.-% / ± 1% (bei 0...40 Vol.-%); ± 2% (bei 30...70 Vol.-%)	3
Multielektrodengeoelektrik mit 49 Elektroden (Hanglängsprofil)	GBA	Scheinb. Elektr. Widerstand d. Untergrundes	ohm.m	1

* Umrechnung auf Abfluss erfolgt über Eichmessungen

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
GSM-Datenmodem	Siemens	GSM-Übertragung	2
Mini-Datenfunkgerät DFS 500 mW	Sommer	Funkübertragung	2

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenlogger MRS-40/20	Sommer	---	1

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solaranlage	---	---	2

Kosten

Preis der Anlage

ca. € 100.000,--

Finanzierung

Forschungsprojekt im Rahmen der Bund-Bundesländer Kooperation Forschung (BBK) (je 1/3 Land Vorarlberg, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie)

Bisherige Erfahrungen

Verwertbarkeit der Messdaten

IP-Messungen haben sehr hoffnungsvolle Ergebnisse gezeigt, daher zusätzlich zur Geoelektrik Auswertung auf Veränderungen des IP-Wertes.

Erfahrungen seit 2004

⇒ Bodenfeuchtemessung: Wegen Ausfalles der Piezometer Austausch gegen TDR-Sonden (siehe Sensoren). Bei Errichtung des Messsystems wurden aufgrund der zu erwartenden Bodenzusammensetzung Piezometer als geeigneter eingeschätzt.

⇒ Geoelektrik: IP-Messungen haben sehr hoffnungsvolle Ergebnisse gezeigt, daher zusätzlich zur Geoelektrik Auswertung auf Veränderungen des IP-Wertes.

**(Foto)grafische
Darstellungen**



Abb. 67: Sibratsgfäll: Gegenhangaufnahme mit schematischer Darstellung der Messeinrichtungen

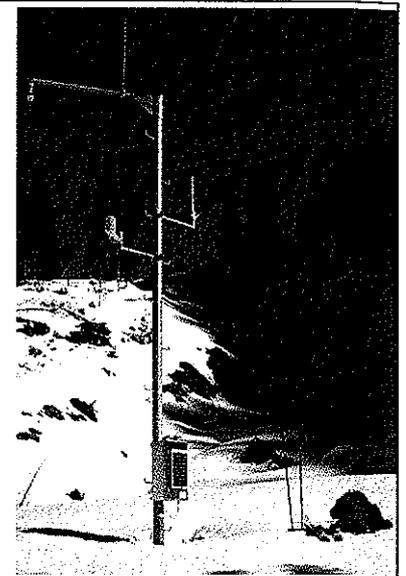


Abb. 68: Sibratsgfäll: Schneehöhenmessstation



Abb. 69: Sibratsgfäll: Einbau Ultraschallpegel in Schacht über Betonrohr

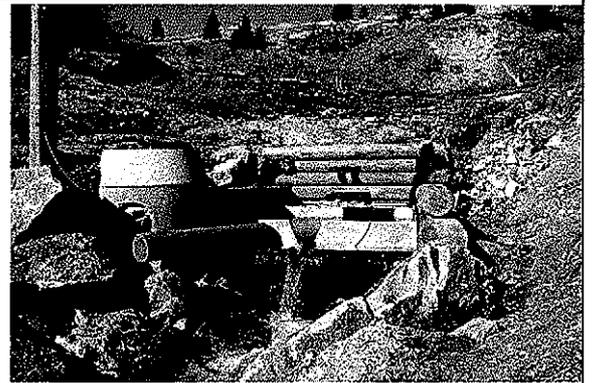


Abb. 70: Sibratsgfäll: Messwehr Baderquelle

MÄßTOBEL



Bundesland
Vorarlberg

Bezirk
Bludenz

Gemeinde
St. Gallenkirch

GBL
Bludenz

Allgemeine Daten

Art der Naturgefahr

Massenbewegung (Felsgleitung), Wildbach

Art der Messung

Bewegung, Erschütterung, Inklinometer

Ansprechperson(en)

Name(n)

DI Wolfgang Schilcher

Organisation

Wildbach- und Lawinenverbauung, GBL Bludenz

Anschrift

Oberfeldweg 6, 6700 Bludenz

Telefon

05552/62006-104

Fax

05552/62006-55

E-Mail

gbl.bludenz@die-wildbach.at

Daten zum Einzugsgebiet

Größe (km²)

0,40 km²

HQ (Quelle, z.B. Gzp.; m³/s)

Dzt. in Bewegung bzw. Erosion befindliche Gesamtmasse:	460.000 m ³
Masse im Gerinne des Mäßtobels:	170.000 m ³
Abgerissene Erweiterungen taleinwärts:	170.000 m ³
Gesamt:	800.000 m ³

Relevant für den Aufstau des Suggadinbaches sind 150.000 m³.

Geologie

Der Gebirgsverband wird von talparallelen, steilstehenden Störungsbündeln durchsetzt, denen mehrere andere Kluftscharen zugeordnet sind. Durch die Einschaltung eines wasserstauenden, weniger festen Glimmerschieferverbandes in die Hornblendegesteine werden zwei, die Hangstabilität bestimmende Mechanismen wirksam:

- ⇒ Phänomen der „harten Platte auf weicher Unterlage“: Die weiche Glimmerschieferlage wird durch das Gewicht der mächtigen überlagernden harten Amphibolite gegen den freien Taleinschnitt plastisch ausgequetscht, der feste überliegende Gesteinsstapel reagiert durch Bruch entlang der tektonisch vorgegebenen Störungen und löst sich in Grobblöcke bzw. Felsschollen auf.
- ⇒ Phänomen des gespannten Bergwassers: Bei Starkniederschlägen oder Starkschneesmelzen reichen die vorhandenen Quellaustritte nicht zur stauungsfreien Abfuhr der Kluftwässer aus. Der entstehende Kluft- und Schieferungsflächen-Wasserdruck verursacht ein Aufschwimmen der überliegenden Felsschollen und beschleunigt die Ausquetschung der Glimmerschiefer und das Abkippen sowie Abgleiten des aufgelösten Felsverbandes.

Die Verbandsauflösung und die nachfolgende Großhangbewegung halten seit Jahrtausenden an und haben wahrscheinlich bereits mit Beginn der Talbildung noch vor den Eiszeiten eingesetzt. Der Ablauf ist nicht kontinuierlich, sondern erfolgt witterungsbedingt mit Ruhepausen und Aktivierungsphasen.

Geomorphologie

Das Einzugsgebiet des Mäßtobels weist eine Größe von 0,40 km² auf, ist NW exponiert; der höchste Punkt des Einzugsgebietes liegt auf 1740 m Seehöhe; auf einer Höhe von 1070 m mündet das Mäßtobel rechtsufrig in den Suggadinbach.

Das Mäßtobel ist bachaufwärts der Einmündung schluchtartig in eine ca. 40 m hohe bewaldete Felsstufe eingeschnitten und verläuft anschließend in einer breiten Flachstrecke, deren Einhänge beidseits bewaldet sind. Hangaufwärts des Fußweges Gampabing-Neuberg versteilt sich das Mäßtobel auf mehr als 60 %; die Gerinnesohle ist großteils felsig. Daran anschließend versteilt sich das Mäßtobel auf 80-100 %, wobei es sich aufgabelt. Auf einer Höhe von 1650 m Seehöhe endet der Tobeleinschnitt in einer Blockwerkshalde, die hangaufwärts durch zerrissene, Felstürme und eine locker bestockte Felswand bis zum Oberrand des Talhanges begrenzt wird.

Chronik

Laut Gutachten von DDr. Bertle ist durch die ergiebigen Niederschläge zu Pfingsten 1999 die Großfelsgleitung im Mäßtobel im Umfang von über 750.000 m³.

- ⇒ Die Gleitungsmasse hat sich damals zwischen Mai 1999 und Juli 2000 um ca. 2 m abgesetzt
- ⇒ Juni bis November 2000 zeigten Spionmessungen Absetzungen von 1 m an
- ⇒ Juni 2001 bis Oktober 2001 hat sich der Felskopf um ca. 1,50 m unter gleichzeitiger Kippung zum Hang und Drehung gegen W um bis zu 3,50 m abgesetzt
- ⇒ 2003: Extrem niederschlagsarmer Sommer: Bewegungen haben sich verlangsamt
- ⇒ Seit Frühjahr 2003 haben sich die Bewegungen wieder beschleunigt

Im günstigen Fall wird die Gleitmasse blockweise in das Mäßtobel eingeleiten und als größere Steinlawinen und Muren zuerst die Flachstrecke des Tobels auffüllen und dann in Teilereignissen in den Suggadinbach vordringen. Die L 192 und die in ihr verlegten Leitungen können überschüttet und durch den abgedrängten Suggadinbach beschädigt bzw. zerstört werden. Die Brücke der Gemeindestraße nach Neuberg wird verlegt oder zerstört werden, sodass die Straßenverbindung unterbrochen ist. Außerdem ist die Wasserfassung der Vorarlberger Illwerke AG gefährdet. Direkt gefährdet wären dann die L 192 mit den verlegten Leitungen und Kabeln, die Gemeindestraße nach Neuberg, die Suggadinbachfassung der Vorarlberger Illwerke AG, die Maisäßgebäude von Planetsch, das Aquädukt der Wasserüberleitung Partenen-Latschau der Vorarlberger Illwerke AG und durch Einzelstein und Blöcke der äußerste Hof von Außergampabing. Indirekt gefährdet über den Suggadinaufstau und evtl. den Aufstauausbruch ist der gesamte Ortsteil von Galgenuel.

Aktuelle Ereignisse

- ⇒ Im Jahr 2003 zeigten die Messstrecken unterschiedlich starke Verlängerungstendenzen. Diese Verlängerung der Messstrecken ergibt in Übereinstimmung mit den Geländebeobachtungen (Rissbildung, Kippbewegung, Fußausdrückung, Verbandsauflösung) eine Bewegung der Felsgleitmasse von der Rückwand weg gegen Tal allein. Im Jahr 2003 ca. 10 cm (Anmerkung: Der Sommer 2003 war extrem heiß und trocken).
- ⇒ Im Jahr 2004 betrug die Verlängerung der Messstrecken 9 – 23 cm, diese Verlängerung ergibt in Übereinstimmung mit den Geländebeobachtungen (Rissbildung, Kippbewegung, Fußausdrückung, Verbandsauflösung) unter Einrechnung der Kippbewegung zum Hang wiederum eine Bewegung der Felsgleitmasse von der Rückwand weg gegen Tal allein im Jahr 2004 um ca. 20 – 30 cm.
- ⇒ Im Jahr 2005 betrug die Verlängerung der Messstrecken 7,5 – 17 cm, diese Verlängerung ergibt in Übereinstimmung mit den Geländebeobachtungen (Rissbildung, Kippbewegung, Fußausdrückung, Verbandsauflösung) unter Einrechnung der überwiegend gegenläufigen verstärkten Kippbewegung zum Hang wiederum eine Bewegung der Felsgleitmasse von der Rückwand weg gegen Tal allein im Jahr 2005 um ca. 25 cm.

Informationen zur Anlage

Zweck der Anlage

Frühwarnung, Monitoring, Wissenschaft

**Anlass für die
Installation**

Aufgrund der Gefährdung der L 192 – einzige Verbindung nach Gargellen – wurde ein Frühwarnsystem errichtet.

Datum der Installation

Frühjahr 2001

Betreuung/Wartung

Fa. Sommer/Koblach

**Analyse/
Datenauswertung**

Büro DDr. Bertle/Schruns

**Aktueller Ausbau-
zustand**

Durch die Wildbach- und Lawinenverbauung und die Bundesstraßenverwaltung wurden im Abbruchgebiet Kontrolleinrichtungen installiert. Diese registrieren die Langzeitveränderung der Stabilitätssituation einerseits und den Durchgang von Sturzmasse durch das Tobel andererseits. Von Juni bis November 2000 wurde an 7 Messstellen mit Holzlattenspionen und Farbmarken gemessen - 2001 wurden 3 Messstrecken und ein Inklinometer sowie 2 Geophone in der Sturzbahn installiert, im Sommer 2003 wurde ein zweites Messstreckensystem mit 4 Messstrecken sowie einem weiteren Inklinometer im Abbruchgebiet errichtet.

Die Daten vom Messsystem im Abbruchgebiet werden per GSM-Netz übertragen und im Büro von DDr. Bertle ausgewertet. So wird eine Vorwarnung bei Verschlechterung der Stabilität gewährleistet.

Zur besseren Überwachung des Anrissgebietes wurde durch die Wildbach- und Lawinenverbauung ein zweites Messstreckenkontroll- und Inklinometermesssystem im Sommer 2003 von der Fa. Sommer Messsystemtechnik GmbH&CoKG installiert. Diese Zusatzkontrollanlage besteht aus 4 Messstrecken, wovon 3 an den gleichen Fixpunkten angehängt sind, wie das erste System und aus einem zusätzlichen 2-Richtungsinclinometer. Gleichzeitig mit der Inbetriebnahme des neuen Messsystems wurde die bisherige Seilmessanlage auf den gleichen technischen Standard gebracht.

Die Geophone in der Sturzbahn sind mit der Ampelanlage der L 192 kurzgeschaltet. Sprechen die Geophone an, so wird die Ampel an der L 192 auf Rot geschaltet, sodass der Verkehr von und nach Gargellen nur mehr über die Umfahrungsstraße möglich ist. Inkludiert sind auch die Kosten für die Überwachung und Auswertung der Messstation durch das Büro Bertle, sowie die Wartung bzw. der Umbau der Messstation durch die Fa. Sommer.

Sensoren

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Messgröße	Einheit / Genauigkeit	Anzahl
Geophon/PE-3C	FaHGS	Erschütterung	mV / Analog Spannung	2
Abstandsmessung mittels Seilgeber	Sommer	Distanz	m / 0,1% v. Messbereich	4
2-Achs Inklinometer	---	---	Grad / 0,001 Grad	2

Datenübertragung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Funksender	Sommer	Funk	1
GSM Modul	Sommer	Funk	1

Datenspeicherung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Datenlogger, MRS 4	Sommer	Ringspeicher	1

Stromversorgung

Bezeichnung (Modell)	Hersteller	Funktionsweise	Anzahl
Solarpanel, ca. 30 W	Sommer	Solarstrom	1
Batterie, 12V/24 Ah	Sommer	Akku	1

Kosten

Finanzierung

Wildbach- und Lawinenverbauung und Landesstraßenverwaltung – wenn kein Projekt der Wildbach- und Lawinenverbauung im Laufen ist, dann erfolgt die gesamte Finanzierung durch die Landesstraßenverwaltung.

Bisherige Erfahrungen

Nachteile

- ⇒ z.T. Eisanhang an den Seilen (Messstrecken) im obersten Einzugsgebiet im Winter
- ⇒ Der Mast (Treffpunkt der drei Seile) wandert bergwärts – negative Messdaten sind die Folge

Verwertbarkeit der Messdaten

z.T. unseriöse Messdaten

(Foto)grafische Darstellungen



Abb. 71: Mäßtobel: Übersicht Messsystem

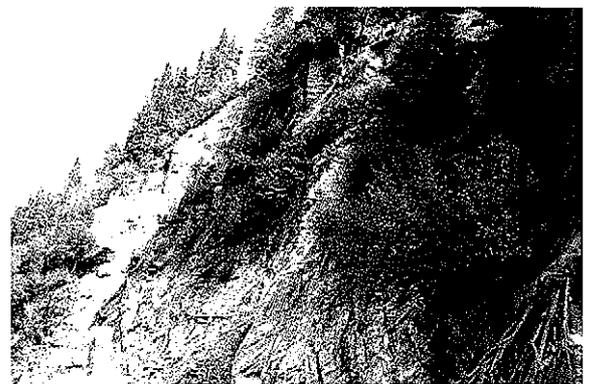


Abb. 72: Mäßtobel: Die Seile für die Bewegungsmessung wurden an der Felswand montiert



Abb. 73: Mäßtobel: Die Messstrecken wurden in alle Richtungen montiert

7. MOSES - Mobiles Sicherheits-Einsatzsystem

Das mobile Mess- und Frühwarnsystem „MOSES“ wurde vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Gebietsbauleitung Bregenz, gemeinsam mit der Fachhochschule Dornbirn und der Fa. Sommer Messtechnik entwickelt. Der Prototyp besteht aus einem Steuerungsgerät (Datensammler MDL 8/3 der Firma Sommer) und autarker Energieversorgung (Pufferakku und Solarpanel) integriert in einen glasfaserverstärkten, wie ein Rucksack tragbaren Tragekoffer (Case), das Daten von bis zu 6 verschiedenen Sensoren gleichzeitig überwachen und im Notfall Warnungen über ein Modem an vorher definierte Stellen geben kann.

Das System wird zurzeit von MitarbeiterInnen der Wildbach- und Lawinerverbauung zur temporären Überwachung von akuten Massenbewegungsphänomenen (siehe Datenblatt „Rutschung Eggstraße“) bzw. Murenereignisse aber auch zur Absicherung von Baustellen bei der Ausführung von Schutzmaßnahmen der Wildbach- und Lawinerverbauung verwendet. Da der Prototyp sich quasi im Dauereinsatz befindet sollen 3 neue Geräte (für 2008 geplant) mehr Einsätze ermöglichen und damit ein rasches und flexibles Handeln im Ereignisfall und sicheres Arbeiten auf gefährlichen Baustellen gewährleisten.

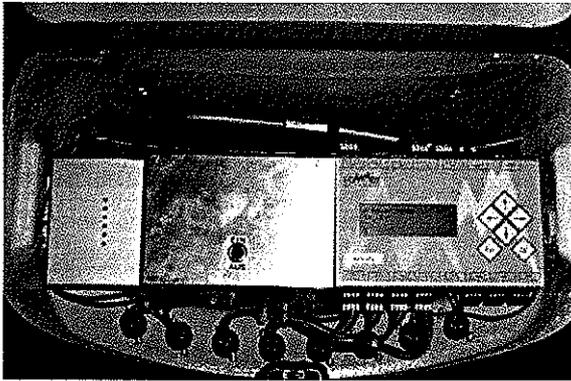


Abb. 74: MOSES: Innenansicht – oben. Quelle: Hertnagel 2006

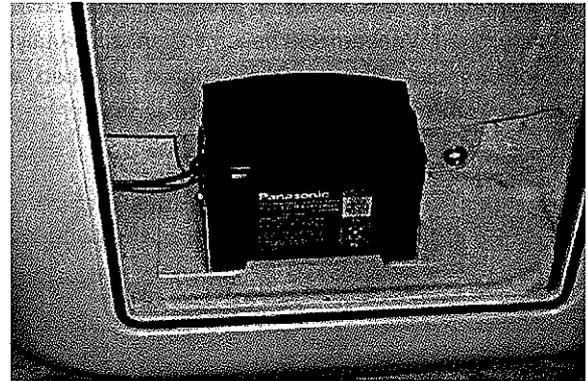


Abb. 75: MOSES: Innenansicht – unten. Quelle: Hertnagel 2006

In den obigen Abbildungen sind zum Einen der Datensammler sowie das GSM-Modul, die beide im oberen Bereich untergebracht sind, zu sehen und zum Anderen der Stauraum im unteren Bereich, in dem auch die Batterie untergebracht ist.

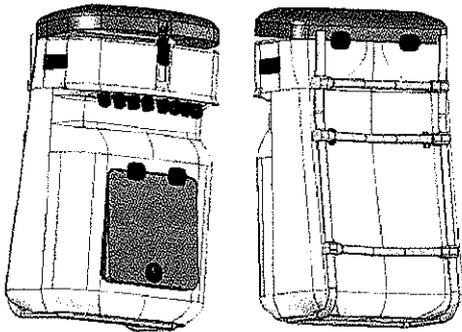


Abb. 76: MOSES: Konstruktionszeichnung. Quelle: Hertnagel 2006

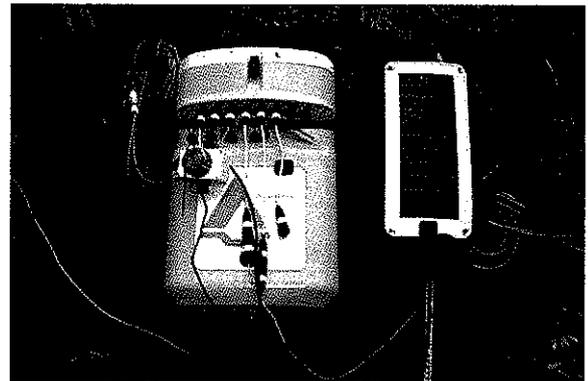


Abb. 77 MOSES: Einsatzkonfiguration

LEITFADEN: Frühwarnsystem

Mit dem „Leitfaden: Frühwarnsystem“ soll – wie schon erwähnt - versucht werden ein dynamisches Hilfsmittel zur Eruiierung wesentlicher Informationen eines Einzugsgebietes zu schaffen, das die Entscheidung für oder gegen die Installation eines Frühwarnsystems

erleichtert. Ob die Anschaffung eines Frühwarnsystems auch wirklich sinnvoll ist und ob unter den gegebenen Rahmenbedingungen die Umsetzung möglich ist zeigt sich nach einer umfassenden und detaillierten Analyse der Naturgefahr bzw. der Gegebenheiten vor Ort.

8. Analyse Einzugsgebiet

Information bezüglich des Einzugsgebietes im Allgemeinen, der Art der Naturgefahr, rezenter Ereignisse, dem Schadenspotential, der zeitlichen Dimension der Gefährdung, des aktuellen Gefährdungspotentials, der möglichen Vorwarnzeit usw., sollten zur Analyse der vorliegenden Naturgefahrensituation erhoben werden bzw. zur Entscheidungsfindung geklärt sein.

Die zentralen Punkte dieser Auseinandersetzung mit der Naturgefahr und den örtlichen Gegebenheiten werden im folgenden Schaubild „**Analyse Einzugsgebiet**“ (siehe Abb. 78) dargestellt bzw. in der „**Checkliste: Frühwarnsystem**“ (siehe Tab. 2) aufgelistet.

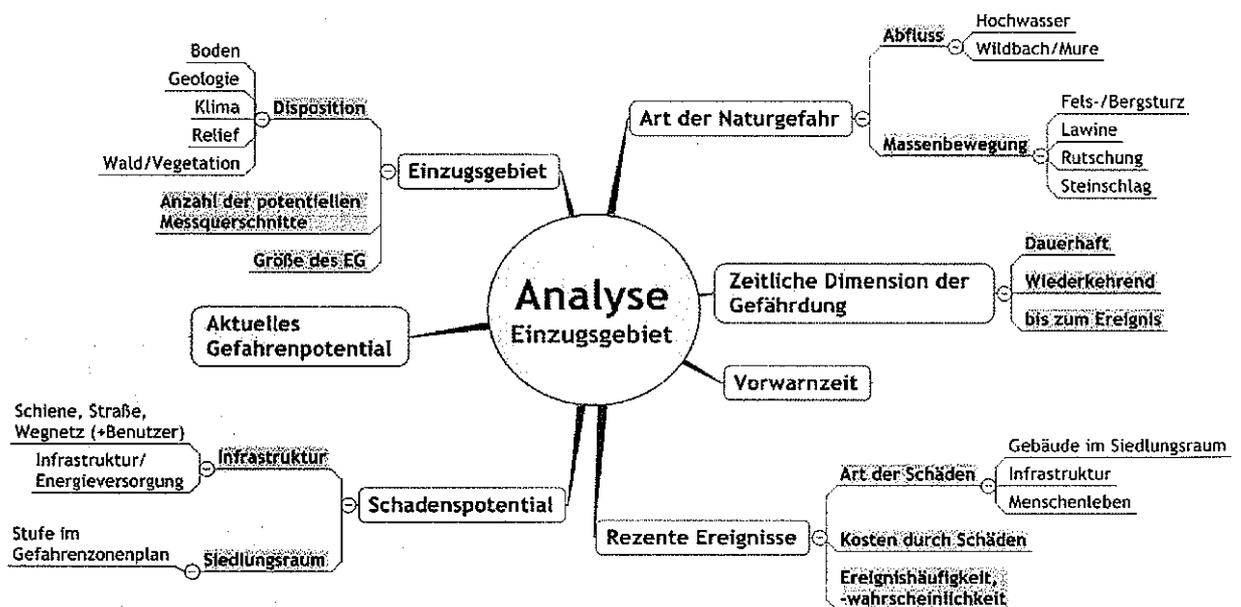


Abb. 78: Schaubild: Analyse Einzugsgebiet

Tabelle 2: Checkliste Frühwarnsystem

Checkliste: Frühwarnsystem	
Rahmenbedingungen EG	<input checked="" type="checkbox"/> Informationen
Art der Naturgefahr	
Abfluss	
Hochwasser, Wildbach/Mure, ...	
Massenbewegung	
Rutschung, Fels-/Bergsturz, ...	
Zeitliche Dimension der Gefährdung	
dauerhaft	
wiederkehrend	
bis zum Ereignis	
Aktuelles Gefährdungspotential	
Vorwarnzeit	
Schadenspotential	
Infrastruktur	
Schiene, Straße, Wegenetz(Benutzer), ...	
Infrastruktur/Energieversorgung, ...	
Siedlungsraum	
Zone/Bereich im Gefahrenzonenplan (GZP)	
Rezente Ereignisse im EG	
Ereignishäufigkeit & -wahrscheinlichkeit	
Art der Schäden	
Infrastruktur	
Gebäude in Siedlungsgebieten	
Menschenleben	
Kosten durch Schäden	
Informationen zum Einzugsgebiet	
Größe des Einzugsgebietes	
Anzahl der pot. Messquerschnitte	
Disposition	
Klima	
Geologische Rahmenbedingungen	
Bodenzustand	
Relief	
Wald-(Vegetations-)zustand	
Zusätzliche Informationen	

9. Entscheidungshilfe: Frühwarnsystem

Sind die Informationen über das Einzugsgebiet recherchiert, kann der erste Schritt der Entscheidungsfindung hin zu einem Frühwarnsystem gemacht werden. Zentrale Frage hierbei ist, ob unter den gegebenen Grundvoraussetzungen die Installation eines Frühwarnsystems

sinnvoll ist, ob (lediglich) ein begleitendes Monitoring in Frage kommt oder ob Frühwarnung gänzlich unmöglich ist. Die folgende Grafik (siehe Abb. 79) soll die dafür entscheidenden Parameter aufzeigen.

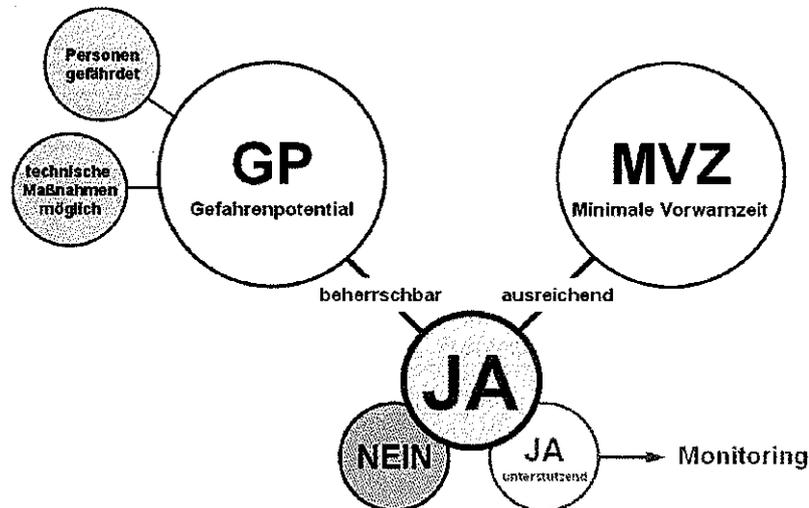


Abb. 79: Schaubild: Ist die Errichtung eines Frühwarnsystems generell möglich?

10. Entscheidungshilfe: Umsetzung

Ist das Gefahrenpotential grundsätzlich beherrschbar und die minimale Vorwarnzeit ausreichend für eine echte Frühwarnung, so kann man sich im zweiten

Schritt bzw. gemäß untenstehendem Schaubild (siehe Abb. 80) den Detailfragen bezüglich der praktischen Umsetzbarkeit widmen.

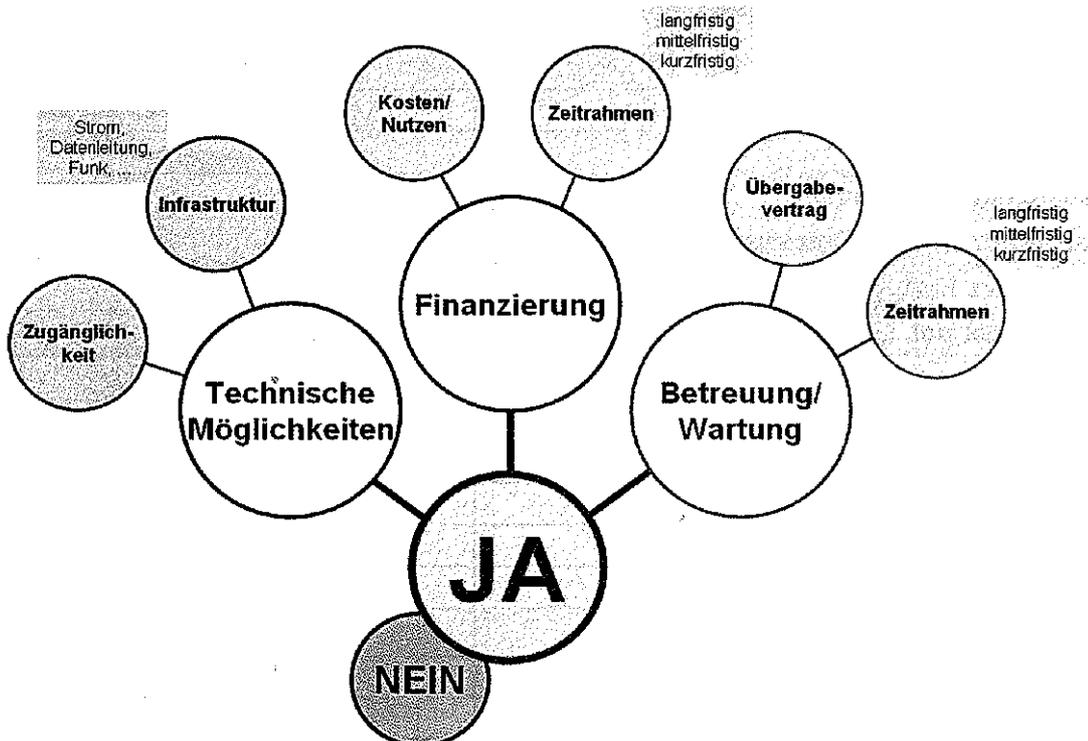


Abb. 80: Schaubild: Frühwarnsystem – Ist eine praktische Umsetzung realisierbar?

11. Sensorik

Stellt sich die Installation eines Frühwarnsystems als sinnvoll und auch realisierbar heraus, muss man im finalen Schritt die zur Gefährdungssituation passende Apparatur (Sensoren, Geräte zur Datenübertragung und

-speicherung, Energieversorgung) finden. Eine Kurzinformation über eine Auswahl an aktuell verwendeten Sensoren soll im Folgenden gegeben werden.

Tabelle 2: Kurzinformation potentieller Sensoren

SENSOR	Naturgefahr	Was wird gemessen?	Messprinzip	Einsatzbereich
NS-Waagen	H/W/M*	Niederschlag	Kontinuierliche NS-Sammlung	Vorwarnung
Herkömmliche Pegelmessung	H/W	Pegel - Abfluss	Visuelle Ablesung, Auftrieb, Ausperwiderstand oder Wasserdruck	Monitoring
Neuere Pegelmessung	H/W/L	Pegel - Abfluss	(Ultra-)Schall- oder Elektromagnetische (Radar) Wellen	Frühwarnung
Drucksonden	H/W	Pegel - Abfluss	Wasserdruck	Monitoring
(Video-)Kamera	H/W	Pegel - Abfluss	Videoüberwachung	Monitoring, Dokumentation
Geophon	W/M	Ereignis	Erschütterungen	Frühwarnung
Mikrophon	W/M	Abfluss	Schallwellen	Frühwarnung
Fissurometer	M	Distanz	Rel. Verschiebung zw. Ankerpunkten (Messuhr oder elektrischer Wegaufnehmer)	Frühwarnung
Inklinometer	M	Neigung/Winkel	Abweichung vom Lot	Frühwarnung
Extensometer	M	Distanz	Mechanische oder optische Messung von Längenänderungen	Frühwarnung
Tachymeter	M	Bewegung	Geodätisches Vermessen	Monitoring, Dokumentation
Laserscanning	M/L	Bewegung	Automatisch gesteuertes Abtasten einer Oberfläche mit LIDAR (Light Detection And Ranging)	Monitoring, Dokumentation
Time Domain Reflectometry	M	Bodenfeuchte	Elektrische Leitfähigkeit	Monitoring, Wissenschaft
Druckkissen	M	Kräfte	Druckänderung	Monitoring, Wissenschaft
Fernerkundung	M	Bewegung	Bildanalyse	Monitoring, Dokumentation

H ... Hochwasser
W ... Wildbach
M ... Massenbewegung
L ... Lawine

Task Force Early Warning and Monitoring Systems in Austria

Extension and Information

Federal Ministry of Agriculture, Forestry,
Environment and Water Management
Division Torrent and Avalanche Control
Phone: 01/711 00-7335
e-mail: die.wildbach.@lebensministerium.at



die.wildbach Salzburg
DI Dr. Rudolf Schmidt (Head of the Task Force)
Phone: 0662/87 81 52
e-mail: rudolf.schmidt@die-wildbach.at



die.wildbach Tirol
Ing. Mag. Thomas Sausgruber
Phone: 0512/58 42 00
e-mail: thomas.sausgruber@die-wildbach.at



die.wildbach Osttirol
DI Albert Pichler
Phone: 04852/634 56
e-mail: albert.pichler@die-wildbach.at



die.wildbach Vorarlberg
DI Thomas Frandl
Phone: 05574/749 95
e-mail: thomas.frandl@die-wildbach.at



die.wildbach Oberösterreich
DI Thomas Tartarotti
Phone: 07582/620 37
e-mail: thomas.tartarotti@die-wildbach.at

Reference address:
Wildbach- und Lawinenverbauung
DI Dr. Rudolf Schmidt
Bergheimerstraße 57
5021 Salzburg
Phone: 0662/87 81 52
www.die.wildbach.at



lebensministerium.at