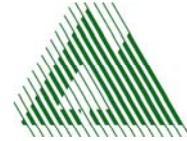




Universität für Bodenkultur Wien
Institut für Alpine Naturgefahren
und Forstliches Ingenieurwesen



Peter Jordan Str. 82
A-1190 WIEN

Tel.: #43-1-47654-4350
Fax: #43-1-47654-4390

WLS REPORT 56

DOKUMENTATION MONITORING LATTENBACH

Grundlagen für die Murenprognose, Errichtung von Messsystemen



Im Auftrag:



**Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung,
Gebietsbauleitung Oberes Inntal**

Eine Dienststelle des BMLFUW

das Landwirtschaftsministerium

Projektleitung: Hübl Johannes
Mitarbeiter: Ganahl Egon
Kaitna Roland
Moser Markus

Wien, November 2003

Dokumentation Monitoring Lattenbach

Grundlagen für die Murenprognose, Errichtung von Messsystemen,
Ereignisdokumentation

Im Auftrag von: Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung,
Gebietsbauleitung Oberes Inntal

Projektleitung: A.o. Univ. Prof. Dr. J. Hübl
Mitarbeiter: DI Ganahl Egon
DI Kaitna Roland
DI Moser Markus

Universität für Bodenkultur

Institut für Alpine Naturgefahren und forstliches Ingenieurwesen

Arbeitsbereich Wildbach – Lawine - Steinschlag

Peter Jordan Str. 82

Tel.: #43-1-47654-4350

A – 1190 Wien

Fax: #43-1-47654-4390

Report Nr.: 56

Referenz (Literaturzitat): HÜBL, J., GANAHL, E., KAITNA, R., MOSER, M. (2003):
Dokumentation Monitoring Lattenbach; Grundlagen für die Murenprognose Errichtung von
Messsystemen, Ereignisdokumentation; WLS Report 56, (unveröffentlicht)

Wien, im November 03

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG	1
2	ZIELE	1
3	METHODIK	1
4	ALLGEMEINE GRUNDLAGEN	2
4.1	LAGE DES EINZUGSGEBIETES	2
4.2	GEOLOGIE/GEOMORPHOLOGIE/MASSEBEWEGUNGEN	3
4.3	ABSTRAHIERTES GERINNESYSTEM	3
5	STANDORTWAHL FÜR MESSSTATIONEN	4
5.1	STANDORTWAHL ZUR ERFASSUNG DES NIEDERSCHLAGS	4
5.2	STANDORTWAHL ZUR ERFASSUNG DES ABFLUSSES	4
5.3	STANDORTWAHL ZUR DOKUMENTATION UND ANALYSE VON EREIGNISSEN	4
6	AUSWAHL GEEIGNETER MESSGERÄTE	4
7	DAS MONITORINGSYSTEM	5
8	MESSSTATIONEN	8
8.1	KLIMASTATION [DAWINALPE]	8
8.2	WINDMESS/RELAISSTATION [DAWINKOPF]	9
8.3	ALARM UND DOKUMENTATION [STATION GRINS]	9
8.4	DOKUMENTATION UND KONTROLLSTATION [STATION PIANS]	11
8.5	MASTERSTATION [STATION PIANS]	11
9	DOKUMENTATION DER MESSREIHEN	13
9.1	ZIELE DER AUSWERTUNG	13
9.2	DARSTELLUNG DER DATEN VOM 19.07.02 BIS 31.12.02	13
9.2.1	<i>Klimastation Dawin Alpe</i>	13
9.2.2	<i>Station Grins</i>	14
9.2.3	<i>Station Pians</i>	14
9.3	MESSAUSFÄLLE UND AUSREIBER	15
9.4	KORRELATION DER MESSDATEN DER ULTRASCHALLMESSUNG STATION GRINS	15
9.5	DARSTELLUNG DER DATEN VOM 01.01.03 BIS 31.09.03	17
9.5.1	<i>Station Dawinalpe</i>	17
9.5.2	<i>Station Grins</i>	17
9.5.3	<i>Station Pians</i>	18
9.6	MESSAUSFÄLLE UND AUSREIBER	19
9.6.1	<i>Station Dawinalpe</i>	19
9.6.2	<i>Station Grins</i>	19
9.6.3	<i>Station Pians</i>	19

9.7	KORRELATION DER MESSDATEN DER ULTRASCHALLMESSUNG STATION GRINS	20
9.8	VIDEODOKUMENTATION	20
10	DOKUMENTATION UND ANALYSE VON EREIGNISSEN	22
10.1	EREIGNIS AM 11.09.03	22
10.2	EREIGNIS AM 23.09.03	23
11	PROBLEME	24
11.1	KLIMASTATION DAWINALPE	24
11.2	STATION GRINS	24
11.3	STATION PIANS	25
11.4	ALARMGRENZWERT STATION GRINS	25
12	OPTIMIERUNG DES MESSSYSTEMS	26
12.1	GERÄTEPOSITIONIERUNG	26
12.2	SPEICHERINTERVALL	26
12.3	EMBEDDED WEB MODUL (EWM)	26
12.4	ALARMIERUNG	27
13	RHEOLOGISCHE UND SEDIMENTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN	28
13.1	AUSWERTUNG EINER MURPROBE AUS DEM JAHR 1996 MIT DEM RHEOMETER	28
13.2	AUSWERTUNG EINER PROBE AUS DEM EINZUGSGEBIET	29
13.2.1	<i>Rheometeruntersuchungen</i>	30
13.2.2	<i>Förderband</i>	31
	BETRIEBS- UND WARTUNGSPLAN	33
13.3	STATION DAWINALPE	33
13.4	STATION GRINS	33
13.5	STATION PIANS	33
14	AUSBLICK	34
15	VERWENDETE LITERATUR	35

1 Einführung

Der Lattenbach, ein linksufriger Zubringer der Sanna, besitzt ein 5,3 km² großes Einzugsgebiet, in welchem die tektonische Grenze zwischen Silvrettakristallin und Nördlichen Kalkalpen verläuft, 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 führen. Der Lattenbach erodiert den Hangfuß der in Bewegung befindlichen Einhänge, sodass ständig mit hohen Feststoffeinträgen zu rechnen ist. Dies äußert sich in häufig auftretenden Murgängen. Der dicht besiedelte Schwemmkegel schließt direkt an die Lattenbachschlucht an. Zahlreiche Gebäude der Gemeinde Pians sind in diesem Bereich durch Murereignisse bei einer Verklausung des Brückendurchlasses der alten Bundesstraßenbrücke (B171) bzw. bei Überbordung des Gerinnes aufgrund der zu geringen Transportleistung des Gerinnes gefährdet. Muren stauten schon öfter den Vorfluter (Sanna) zurück, wodurch die Gebäude am flussaufwärtigen Sannaufer überschwemmt wurden. Die Verbauungen konnten dies nur zum Teil bzw. nicht immer verhindern.

2 Ziele

Ein Monitoringsystem soll als Teil eines umfassenden Schutzkonzeptes die Grundlagen für die Risikoanalyse und eine allenfalls notwendige Murenprognose im Rahmen eines Risikomanagements schaffen. Die Datengrundlagen sind eine Voraussetzung für die Murenprognose, die bei einem Extremereignis zur Warnung und Evakuierung am Unterlauf eingesetzt werden kann. Ziel des Projektes ist die Errichtung von Messsystemen für Niederschlagsmessungen und Abflussmessungen viskoser Muren, die mit rheologischen Parametern und Ereignisdokumentationen ergänzt werden. Die auslösenden Niederschlagshöhen und Intensitäten sollen ermittelt und damit Grenzwerte für die Murenauslösung bestimmt werden.

3 Methodik

Zur Quantifizierung der ereignisauslösenden Parameter, wie Niederschlag, Konzentrationszeit, Abflussgeschwindigkeit, Art des Abflussprozesses, Fließgeschwindigkeit und Murverhalten dienen Messgeräte, die an geeigneten Standorten im Einzugsgebiet angebracht sind. Die für jeden Standort geeigneten Messgeräte, sowie deren Kombination erfolgte in Abstimmung mit den Firmen

Sommer Mess- und Systemtechnik sowie der Firma St. Gschwendtner Messtechnik-Logistik. Die Errichtung des Messsystems und die aufgezeichneten Daten werden dokumentiert und die daraus resultierenden Erkenntnisse in einem Betriebs- und Wartungsplan festgehalten.

Rheologische und sedimentologische Untersuchungen des Murmaterials liefern wichtige Datengrundlagen zur Optimierung des Messsystems. Die dokumentierten Daten und Messreihen werden zusammengefasst und ein Leitfaden für das Monitoringsystem erstellt.

4 Allgemeine Grundlagen

4.1 Lage des Einzugsgebietes

Das Einzugsgebiet des Lattenbachs befindet sich in den Gemeinden Grins und Pians im Bezirk Landeck. Das langgestreckte Einzugsgebiet verläuft von NW – SO Richtung und ist durch zwei Bäche gegliedert, der Lattenbach und der Radunbach. Der Radunbach ist ein Quellbach aus dem nordöstlichen Teil des Einzugsgebietes und mündet bei hm 22,4 in den Lattenbach. Der Lattenbach durchfließt oberhalb der Gemeinde Pians die Lattenbachschlucht und mündet in der Gemeinde Pians in den Vorfluter Sanna.

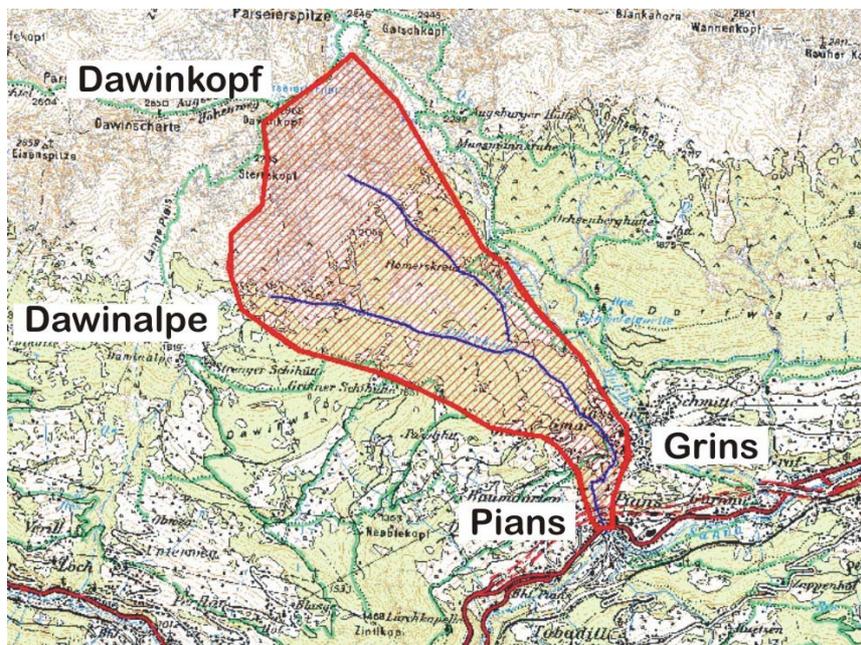


Abbildung 1: Geografische Lage des Einzugsgebietes

4.2 Geologie/Geomorphologie/Massebewegungen

Das Einzugsgebiet des Lattenbachs liegt im Stanzertal westlich von Landeck, welches die Grenze zwischen der Landecker Quarzphyllit- und Phyllitgneiszone (Silvrettakristallin) und den Nördlichen Kalkalpen (Lechtaler Alpen) bildet. Eine großräumige Störungszone, die sogenannte „Stanzertal-Linie“ markiert hier im gesamten Arlberggebiet das Aufeinandertreffen dieser beiden verschiedenartigen und unterschiedlich alten Gebirgssysteme (Wieser, 1998).

Die Details zur Geologie, Geomorphologie und Massenbewegungen können der im Anhang A1 angeführten Karte entnommen werden. Diese Karten wurden auf Basis der vorhandenen Kartierung im Einzugsgebiet (Wieser, 1993) erstellt und in eine GIS-Plattform (ArcView) übergeführt.

4.3 Abstrahiertes Gerinnesystem

Die im Zuge der geologischen und geomorphologischen Kartierung des Einzugsgebietes sowie durch die Analyse der Chronikereignisse gewonnenen Erkenntnisse können durch ein abstrahiertes Gerinnesystem dargestellt werden. Eine solche Darstellung liefert wertvolle Hinweise für ein Monitoringsystem.

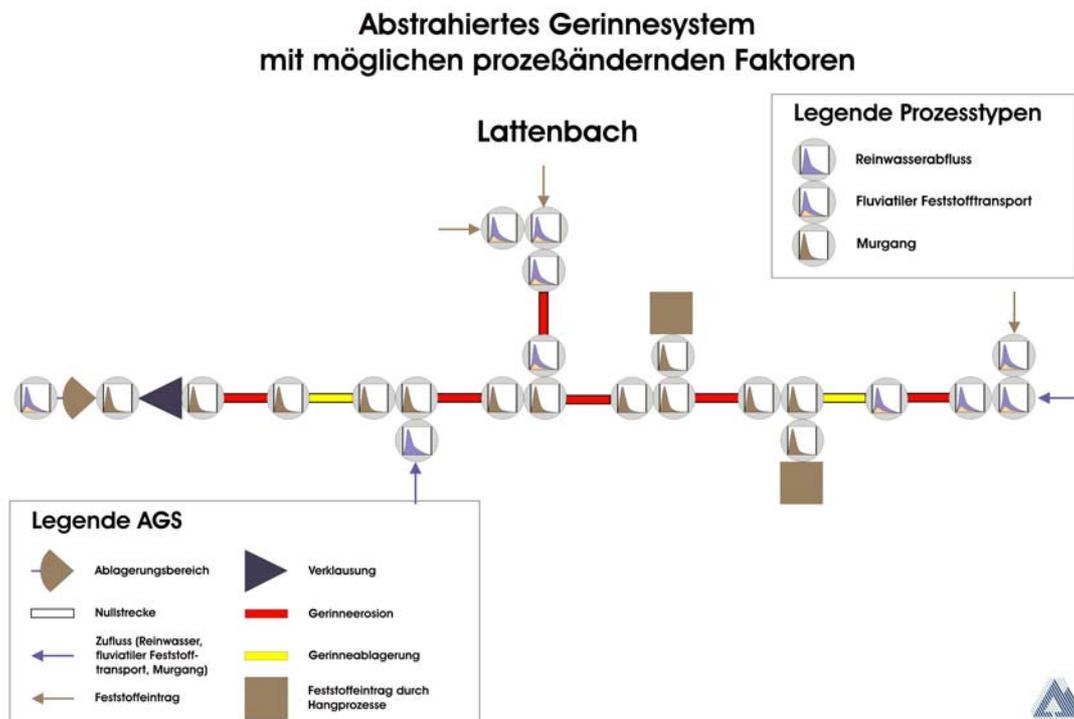


Abbildung 2: Abstrahiertes Gerinnesystem Lattenbach mit möglichen prozeßändernden Faktoren

5 Standortwahl für Messstationen

5.1 Standortwahl zur Erfassung des Niederschlags

Die Wahl des Standorts zur Erfassung des Niederschlags erfolgte in Abstimmung mit dem HD-Tirol unter den Gesichtspunkten der Topographie, der Einströmrichtung der Gewitter und einer leichten Erreichbarkeit zur Wartung und Kontrolle. Ein diesbezüglicher Standort, welcher auch vor Lawinen-, Muren- und Steinschlaggefahren sicher ist, konnte auf der Dawinalpe gefunden werden.

5.2 Standortwahl zur Erfassung des Abflusses

Um für eine Vorwarnung noch ausreichend Reaktionszeit zur Verfügung zu haben, sollte die Bestimmung des Abflusses möglichst weit oben im Einzugsgebiet erfolgen. Im Hinblick auf die Gefahr durch Lawinenabgängen und das damit verbundene Risiko einer Zerstörung der Messanlage wurde ein Standort im Bereich der Sperrenstaffelung oberhalb der Brücke in Grins ausgewählt. Dieser eignet sich auch aufgrund der stabilen Bachsohle und der leichten Erreichbarkeit als Standort für eine Messanlage. Um die Reaktionszeit bzw. Vorwarnzeit ermitteln zu können, schien die Errichtung einer weiteren Messstation am Schluchtausgang der Lattenbachklamm kurz oberhalb der Ortschaft Pians sinnvoll.

5.3 Standortwahl zur Dokumentation und Analyse von Ereignissen

Zur Dokumentation und Analyse ist der Standort am Schluchtausgang der Lattenbach-Klamm geeignet. Die Vorteile dieses Standorts liegen in der leichten Erreichbarkeit, einer kontinuierlichen Energieversorgung und aufgrund der stabilen Sohle.

6 Auswahl geeigneter Messgeräte

Die Wahl geeigneter Messgeräte ist nicht nur aufgrund der zu messenden Prozesse und ständig wechselnden Umwelteinflüssen schwierig, sondern auch aufgrund der notwendigen geringen zeitlichen Auflösung. Da für eine Erkennung eines Murkopfes oder für die Ermittlung der Fließgeschwindigkeit eine sehr niedrige zeitliche Auflösung notwendig ist, müssen Geräte eingesetzt werden, die eine solche Aufzeichnung erbringen können. Nicht nur die direkten Messgeräte, wie z.B.: Ultraschall, sondern in besonderem Maße auch die verwendeten Datenlogger und Aufzeichnungsgeräte für die Datensicherung und Archivierung sind zu beachten.

Zur Erfassung von murförmigen Abflüssen werden seit einigen Jahren verschiedene Gerätetypen in unterschiedlichster Art und Weise eingesetzt. Die Bestimmung der Fließgeschwindigkeit mittels zweier Ultraschallsensoren konnte am Institut für Alpine Naturgefahren im Zuge von Laborversuchen getestet werden (HÜBL, et al. 2003). Dabei hat sich herausgestellt, dass die Fließgeschwindigkeit des Murkopfes mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden kann.

Im August 2001 bekamen die Firmen Sommer Mess- und Systemtechnik sowie die Firma St. Gschwendtner Messtechnik-Logistik den Auftrag, Messgeräte am Lattenbach zu installieren.

Art der Erfassung	Messgerät	Type
Niederschlag	Niederschlagswaage	NIWA/MED-K505
Wind	Propeller-Windmessgerät	5103
Temperatur/Luftfeuchte	Temperaturmessgerät	MP-103F/T
Strahlung	Sternpyranometer	8101
Bodentemperatur	Bodentemperaturgeber	STPG-592C
Schneetemperatur	Schneetemperaturgeber	STPG-592C
Schneehöhe	Ultraschall	USH-10
Abflusstiefe	Ultraschall	UPM-10
Erdvibration/Schwingungen	Geophon	PE 3
Visuelle Erfassung/Video	Digitalkamera	A 10

Tabelle 1: Auflistung der installierten Messgeräte nach der Art der Erfassung

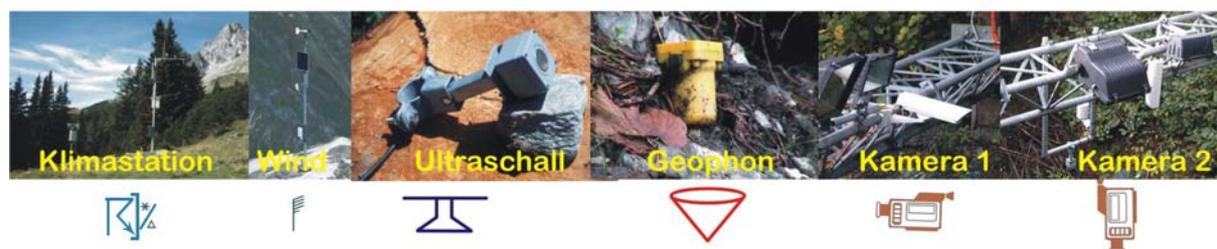


Foto 1: Einige Beispiele der eingesetzten Messgeräte

7 Das Monitoringsystem

Die **Klimastation** Dawinalpe soll Aufschlüsse über den typischen Ereignisniederschlag bringen. Die Niederschlagsdaten werden im Zuge des Monitoringsystems auch auf die Möglichkeit einer Vorwarnung überprüft und analysiert. Weiters können die Daten der anderen Stationen auf Plausibilität geprüft werden. Die am **Dawinkopf** errichtete Windmessstation dient zur Analyse der Zugrichtung einer Gewitterfront. Die **Station Grins** mit den zwei

aufeinanderfolgenden Ultraschallsensoren und dem Geophon erfasst folgende Prozesse:

- o Fließtiefe
- o Erdschwingungen
- o Reinwasserabfluss
- o Fließgeschwindigkeit

Die Fließgeschwindigkeit kann nicht direkt an der Messstation ermittelt werden. Zu diesem Zwecke wurden zwei Ultraschallsensoren in einem Abstand von 47,2 m im Gerinne montiert, sodass eine Rückrechnung möglich ist. Der Reinwasserabfluss wird mittels Pegelschlüssel aufgrund des stabilen Profilquerschnittes des unteren Ultraschalls ermittelt. Zur Erkennung eines murförmigen Abflusses werden die Daten des Geophons herangezogen. Die **Station Pians** dient vor allem der Dokumentation und Analyse von Ereignissen. Einerseits kann aufgrund des stabilen Profilquerschnittes am Schluchtausgang die Abflusstiefe und in weiterer Folge die Abflussfracht ermittelt werden und andererseits durch die visuelle Betrachtung auch eine Aussage über die Fließgeschwindigkeit und das Murverhalten getroffen werden. Im Ereignisfall kann die Fließgeschwindigkeit eines Murgangs zwischen der Station Grins und Pians rückgerechnet werden. Diese Erkenntnisse können in weiterer Folge zur Abschätzung der Reaktionszeit im Falle einer Warnung bzw. Alarmierung herangezogen werden. Die **Masterstation** speichert die Daten, die über Modem täglich vom Institut für Alpine Naturgefahren und von den Firmen Sommer und Gschwendtner abgefragt werden. Bei Überschreitung eines Ultraschallgrenzwertes an der Station Pians erfolgt eine Benachrichtigung über SMS bzw. Anruf durch die Station. Dieser Grenzwert ist in diesem Fall nicht als Alarmgrenzwert zu verstehen, sondern dient zur Analyse und Beobachtung der Daten. Erfolgt eine solche Alarmierung kann sofort über die digitale Videoaufzeichnung die Situation beobachtet werden.

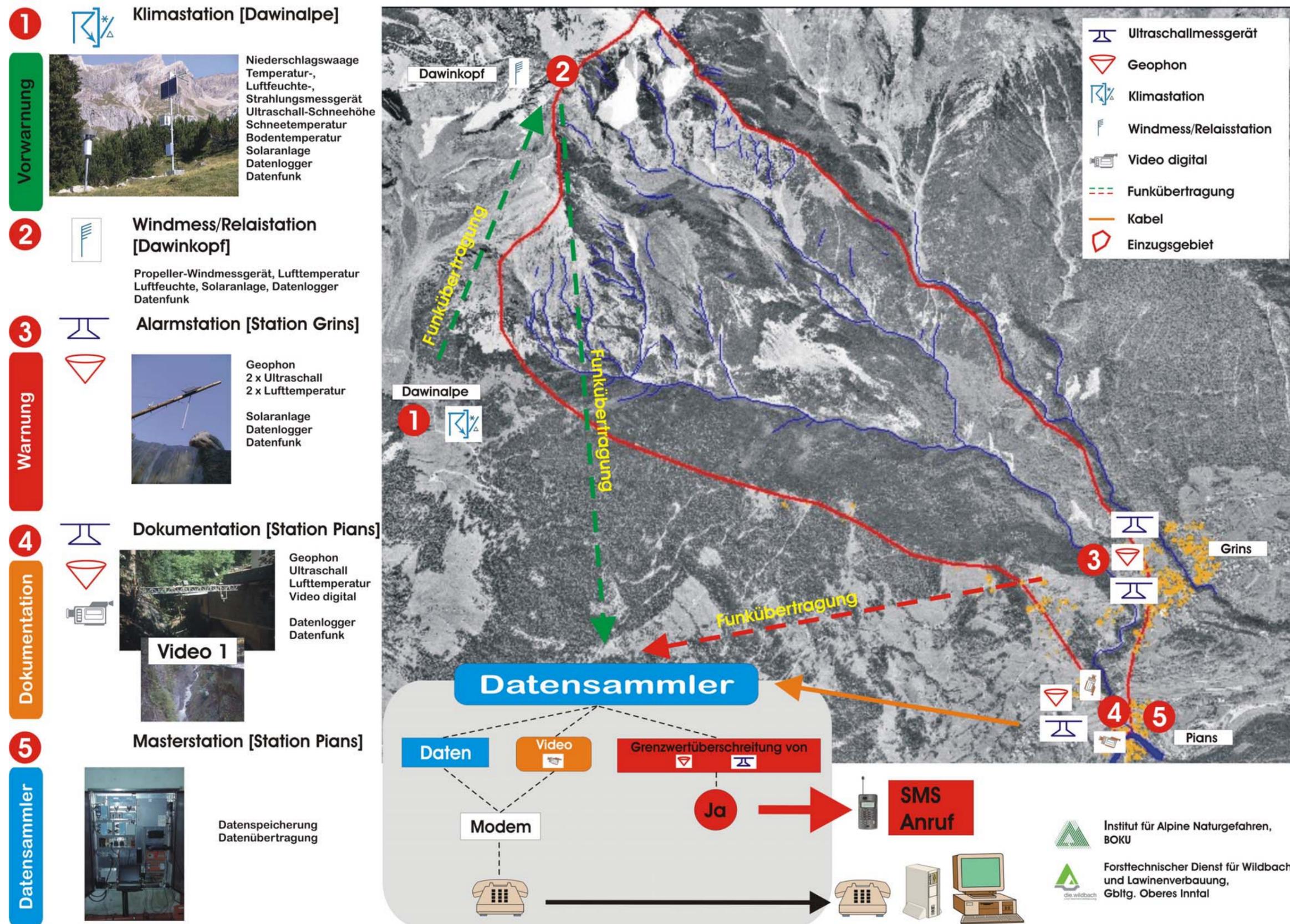


Abbildung 3: Prinzip des Monitoringsystems

8 Messstationen

Nach der Auswahl der geeigneten Messgeräte und der Ermittlung der zu erfassenden Parameter je Standort wurden die Stationen zusammengestellt und errichtet.

1. Klimastation [Dawinalpe]
2. Windmess/Relaisstation [Dawinkopf]
3. Alarmstation und Dokumentation [Station Grins]
4. Dokumentation und Kontrollstation [Station Pians]
5. Masterstation [Station Pians]

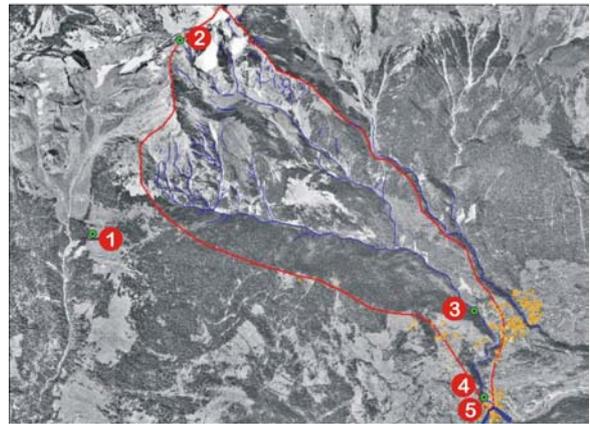


Abbildung 4: Einzugsgebiet des Lattenbaches mit den ausgewählten Standorten und Stationen

8.1 Klimastation [Dawinalpe]



Abbildung 5: Klimastation Dawinalpe

Die Klimastation befindet sich auf der Dawinalpe und setzt sich aus einer Niederschlagswaage, Ultraschall (Schneehöhe), Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeit, Schneetemperaturmessgerät und einem Strahlungsmessgerät zusammen. Die Energieversorgung erfolgt über eine Solaranlage. Die Daten werden alle 37 Sekunden mittels Funkübertragung an die Windmess-/Relaisstation Dawinkopf

übertragen und von dort alle 20 Sekunden zur Masterstation in Pians. Der Einbau der Niederschlagswaage erfolgte am 18.07.2002, die anderen Geräte wurden am 23.01.2002 installiert. Eine detaillierte Darstellung der verwendeten Geräte mit Parametereinstellungen ist im Anhang B aufgelistet.

8.2 Windmess/Relaisstation [Dawinkopf]

Die Windmess-/Relaisstation befindet sich auf dem Dawinkopf und setzt sich aus einem Wind-, Luftfeuchte- und Lufttemperaturmessgerät zusammen. Die Energieversorgung erfolgt über eine Solaranlage. Eine Relaisstation sorgt für die Übertragung der Daten von der Klimastation Dawinalpe an die Erfassungsstation in Pians. Die Übertragung der Daten erfolgt alle 20 Sekunden. Der Einbau erfolgte am 23.01.2002. Eine detaillierte Darstellung der verwendeten Geräte mit Parametereinstellungen ist im Anhang B aufgelistet.



8.3 Alarm und Dokumentation [Station Grins]

Die Station Grins befindet sich zwischen hm 12,78 und 13,25 und ist in eine obere und untere Messstation gegliedert. Die obere Messstation setzt sich aus einem Ultraschallmessgerät, Geophon und Lufttemperaturgerät zusammen. Die untere Messstation, in ca. 47,2 m Entfernung bachabwärts, besteht aus einem Ultraschallmessgerät und einer Temperaturmessung. Die Energieversorgung erfolgt über eine Solaranlage, die sich an der oberen Messstation befindet. Die Übertragung der Daten der unteren Messstation erfolgt kontinuierlich. Die gesamten Daten werden in weiterer Folge mittels Funk im 20 Sekundenintervall an die Erfassungsstation in Pians übertragen. Der Einbau erfolgte am 18.07.2002. Eine detaillierte Darstellung der verwendeten Geräte mit Parametereinstellungen ist im Anhang B aufgelistet.

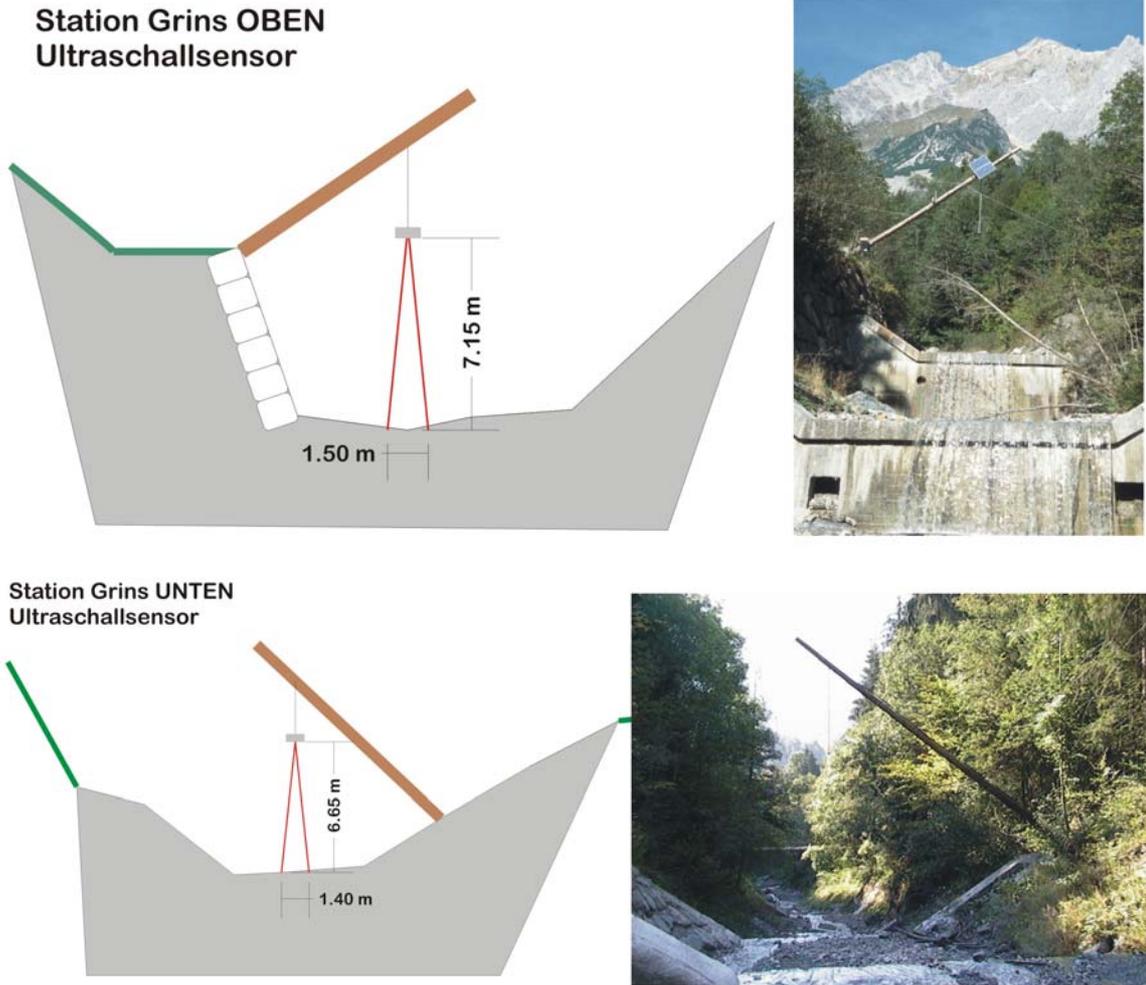


Abbildung 6: Station Grins mit oberer (Blick bachaufwärts) und unterer Messsektion (Blick bachabwärts)

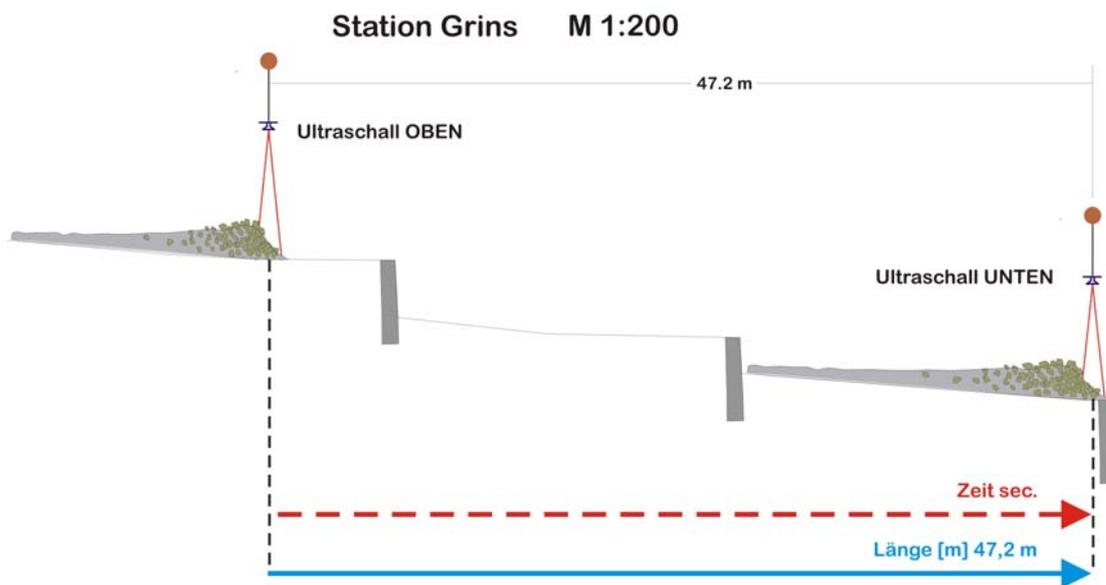


Abbildung 7: Darstellung der Position der Ultraschallsensoren

Wie aus Abbildung 7 ersichtlich, befindet sich der obere Ultraschallsensor im Bereich zwischen der Sperrenstaffelung und der untere Sensor direkt über der Abflusssektion.

8.4 Dokumentation und Kontrollstation [Station Pians]

Diese Station ist mit einem Ultraschall, Geophon und Lufttemperaturmessgerät ausgestattet. Zur Kontrolle und Plausibilitätsprüfung ist eine Videostation mit 2 digitalen Kameras eingerichtet. Eine detaillierte Darstellung der verwendeten Geräte mit Parametereinstellungen ist im Anhang B aufgelistet.

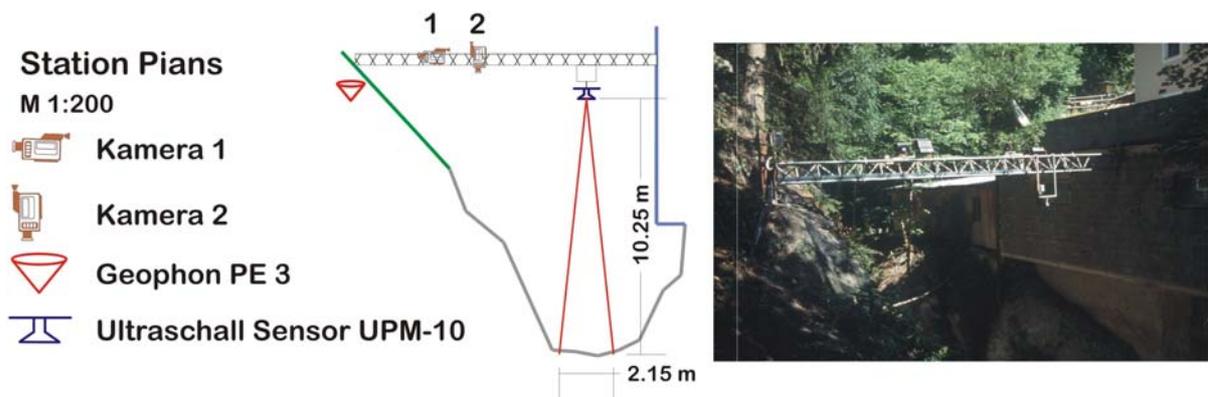


Abbildung 8: Station Pians



Foto 2: Kamera 1 mit Scheinwerfer



Foto 3: Kamera 2 mit Scheinwerfer, Ultraschall und Temperaturmessgerät

8.5 Masterstation [Station Pians]

Die Masterstation in Pians ist die zentrale Erfassungsstation für die oben genannten Messstationen. Die 10 sec Mittelwerte der Station Grins und die 20 sec Mittelwerte der Station Dawinkopf bzw. der Klimastation Dawinalpe werden mittels Funk

übertragen und aus diesen Werten wird der Mittelwert alle 5 Minuten gespeichert. Die Datenübertragung der Station Pians erfolgt mittels Kabel. Auch in diesem Fall werden die 10 sec Mittelwerte übertragen und der Mittelwert alle 5 Minuten gespeichert

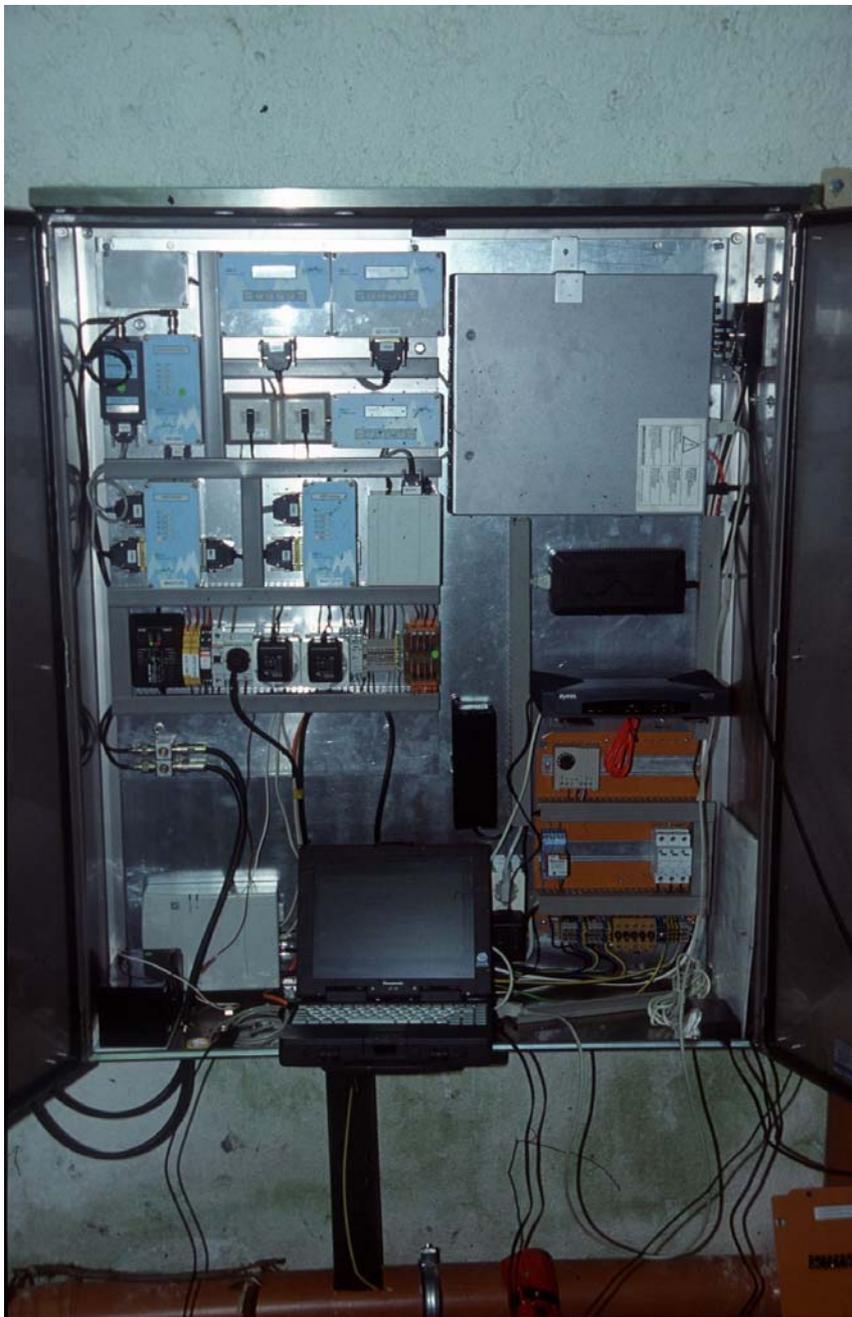


Abbildung 9: Masterstation Pians

9 Dokumentation der Messreihen

Die Datenkontrolle erfolgt mit der Software *Metdata und ROH 32 für Windows* der Fa. Matt & Sommer.

9.1 Ziele der Auswertung

Die Auswertung der Messdaten konzentriert sich auf den Zeitraum von 19.07.2002 bis 30.09.2003, wobei folgende Punkte betrachtet werden:

- Darstellung der Daten
- Ermittlung der Messausfälle und Ausreißer
- Korrelation der Messwerte der Ultraschallmessung Station Grins
- Plausibilitätsprüfung mittels Videokontrolle

9.2 Darstellung der Daten vom 19.07.02 bis 31.12.02

9.2.1 Klimastation Dawin Alpe

Die Niederschlagswaage Dawinalpe zeichnet mit einer Auflösung von 1 min den Niederschlag auf. Alle 10 Minuten wird der Mittelwert durch die Masterstation Pians aufgezeichnet. Jeweils um 08:00 MEZ wird der Zähler auf Null zurückgestellt.

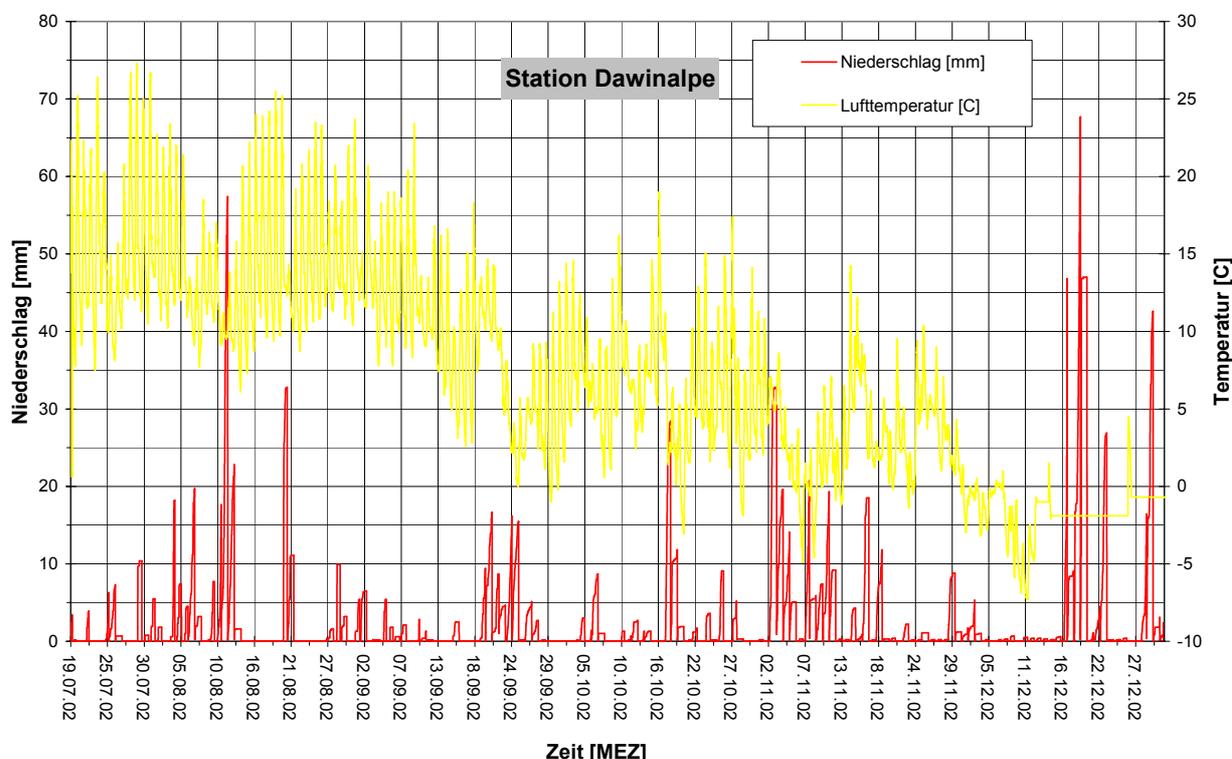


Abbildung 10: Niederschlagsdaten und Lufttemperatur der Station Dawinalpe im Zeitraum vom 19.07.2003 bis 31.12.2003 (10 Minuten Mittelwerte)

9.2.2 Station Grins

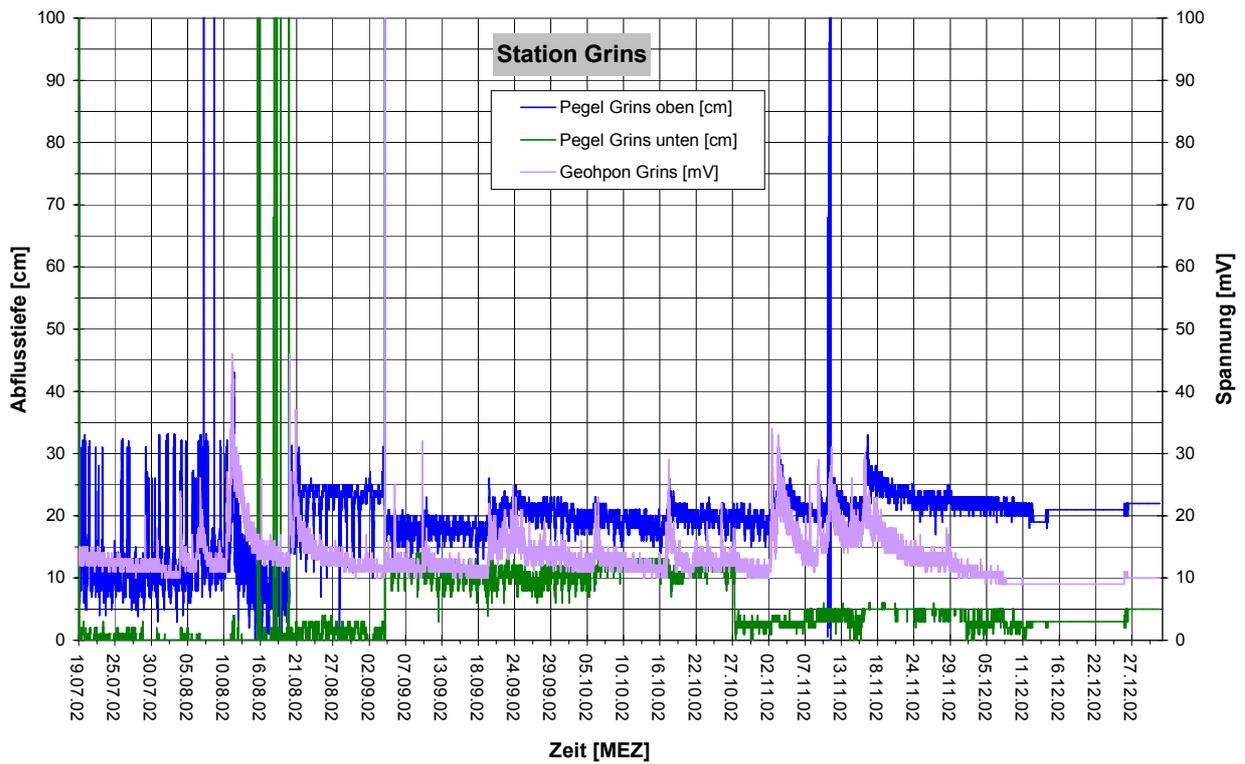


Abbildung 11: Daten der Station Grins im Zeitraum von 19.07.02 bis 31.12.02

9.2.3 Station Pians

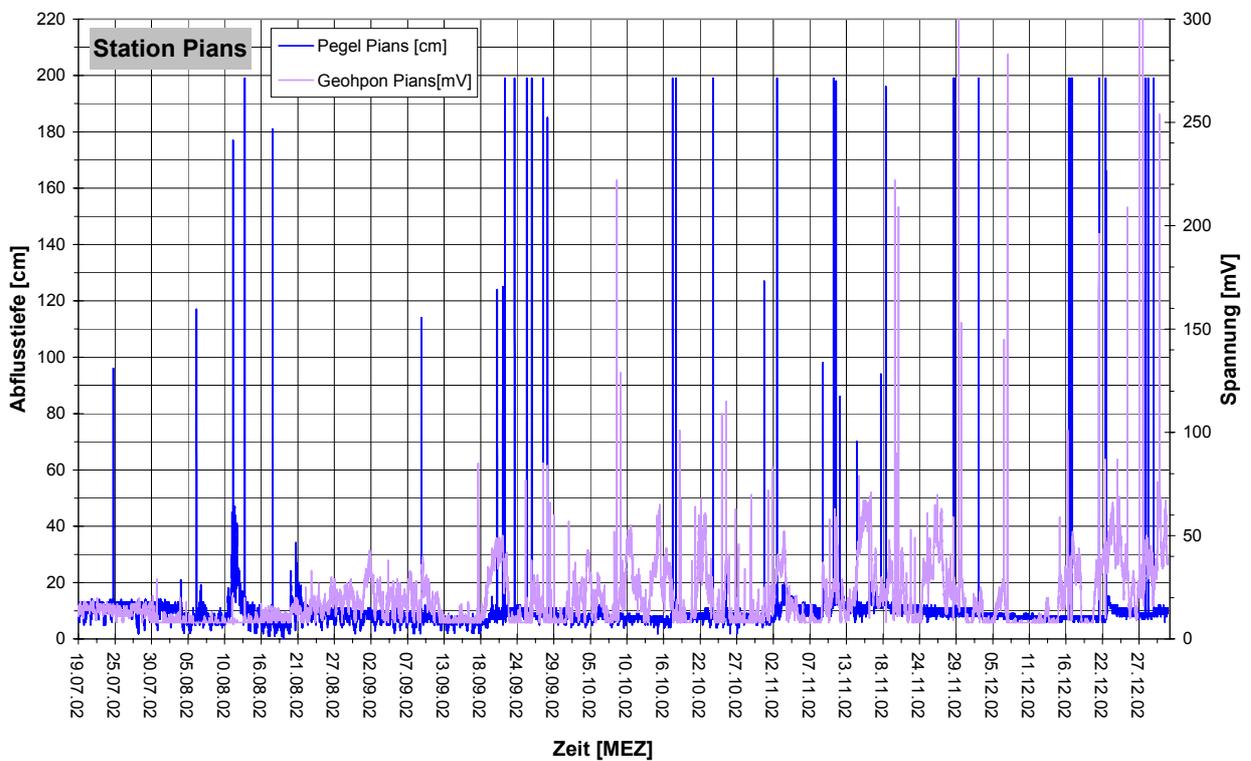


Abbildung 12: Daten der Station Pians im Zeitraum von 19.07.02 bis 31.12.02

Sowohl die Ultraschallmesswerte als auch die Geophonwerte zeigen an beiden Stationen über die ganze Halbjahresreihe starke Unregelmäßigkeiten. Da es sich bei diesen Daten um 10 Minuten Mittelwerte handelt, sind solche Messausreißer sehr problematisch. Weiters fällt auf, dass es meist nur ein Messwert ist, der einen sehr hohen Wert anzeigt. Der auf diesen 10 Minuten Mittelwert folgende Wert liegt wieder im „normalen Bereich“.

9.3 Messausfälle und Ausreißer

Mithilfe der Software *ROH 32 für Windows* der Fa. Matt & Sommer wurden die aufgezeichneten Daten auf Ausfälle analysiert. Im Beobachtungszeitraum von 19.07. bis 31.12.2002 wurde ein Ausfall am 08.11.2002 um 08:00 MEZ registriert. Eine weitere Analyse konzentriert sich auf offensichtliche Ausreißer bzw. Fehlmessungen. Im Beobachtungszeitraum kam es an der Station Grins UNTEN 14 mal und an der Station Pegel OBEN 21 mal zu Fehlmessungen. Eine detaillierte Darstellung der Zeitpunkte der Ausreißer ist im Anhang C2 angeführt.

9.4 Korrelation der Messdaten der Ultraschallmessung Station Grins

Die Differenz der Messwerte der oberen und der unteren Ultraschallmessung ist aufgrund der unterschiedlichen Einstellung des Pegelnullpunktes zu erklären. Da sich der obere Ultraschall über der unbefestigten Bachsohle befindet, wurde der Nullpunkt etwas tiefer gesetzt. Dadurch ergeben sich am oberen Ultraschall höhere Werte.

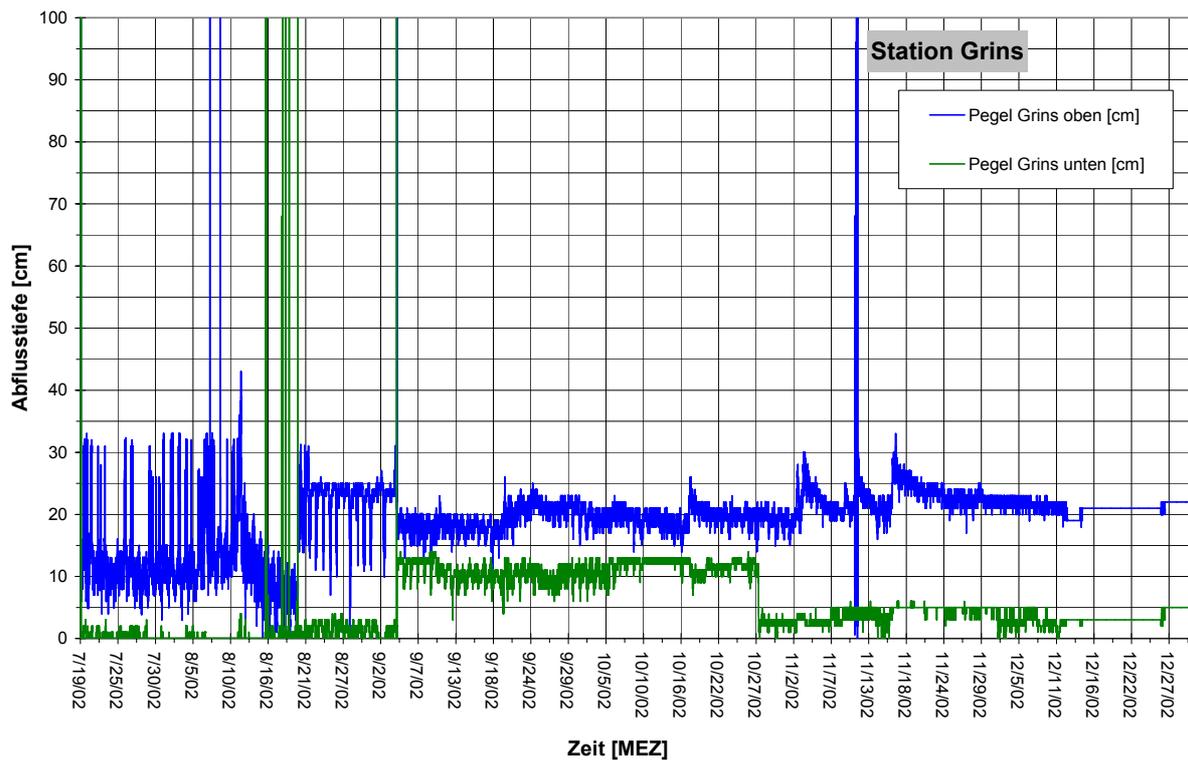


Abbildung 13: Gegenüberstellung der Messwerte der Ultraschallpegel der Station Grins

9.5 Darstellung der Daten vom 01.01.03 bis 31.09.03

9.5.1 Station Dawinalpe

Die aufgezeichneten Niederschlagshöhen der Klimastation Dawinalpe sind im Zeitraum zwischen Mitte Jänner bis Ende Februar 03 extrem hoch und für eine Auswertung unbrauchbar. Ab Anfang März 2003 sind die Werte realistisch (siehe Abbildung 14).

Exemplarisch sind die Messergebnisse im Zeitraum zwischen 01.01.2003 und 25.05.2003 in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Die gesamte Halbjahresreihe findet man im Anhang C1.

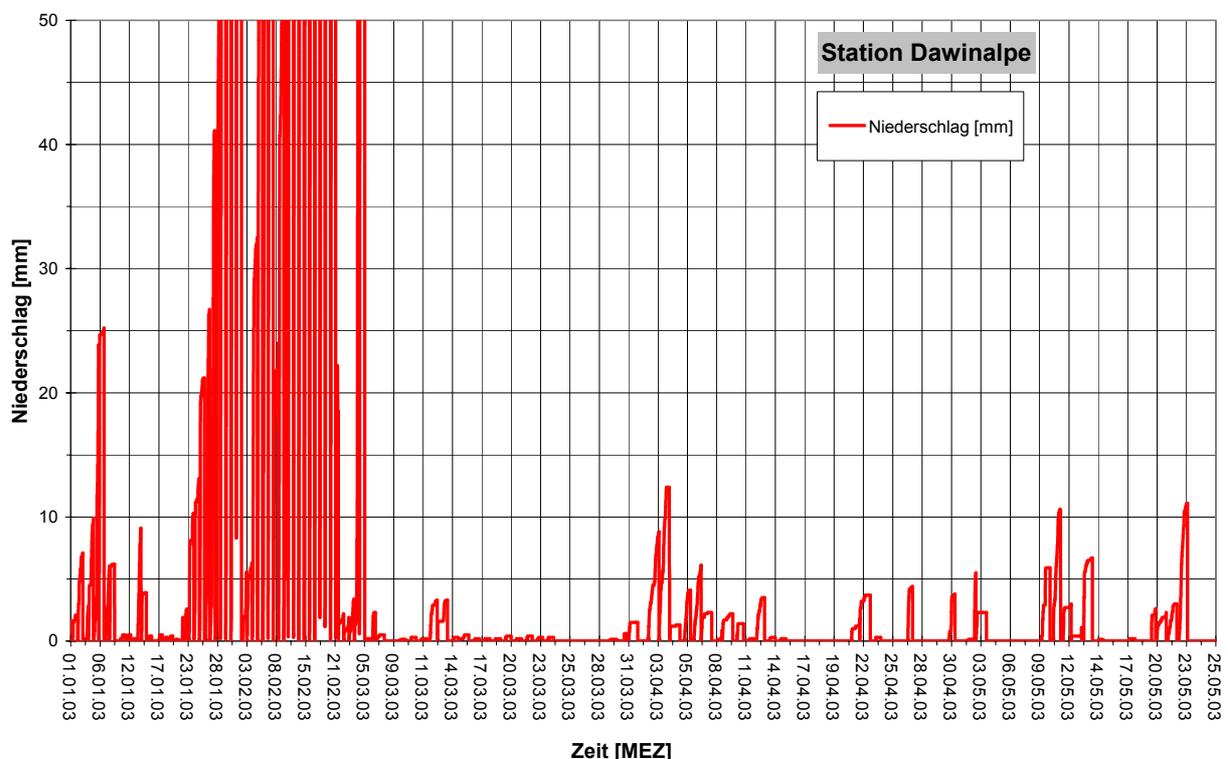


Abbildung 14: Aufgezeichnete Niederschlagshöhen Station Dawin Alpe im Zeitraum zwischen 01.01.2003 und 25.05.2003

9.5.2 Station Grins

Beispielhaft sind in der nachfolgenden Abbildung 15 Ergebnisse im Zeitraum zwischen 23.09.2003 und 25.09.2003 dargestellt. Ein Niederschlag von 14 mm im Zeitraum zwischen 12:55 und 16:25 MEZ (3,5 Std.) führt zu einer Erhöhung des Abflusses an der Station Grins OBEN von ca. 9 cm (17:00 MEZ). Die Geophonwerte zeigen ebenfalls einen deutlichen Trend, obwohl die Schwankungen sehr groß sind.

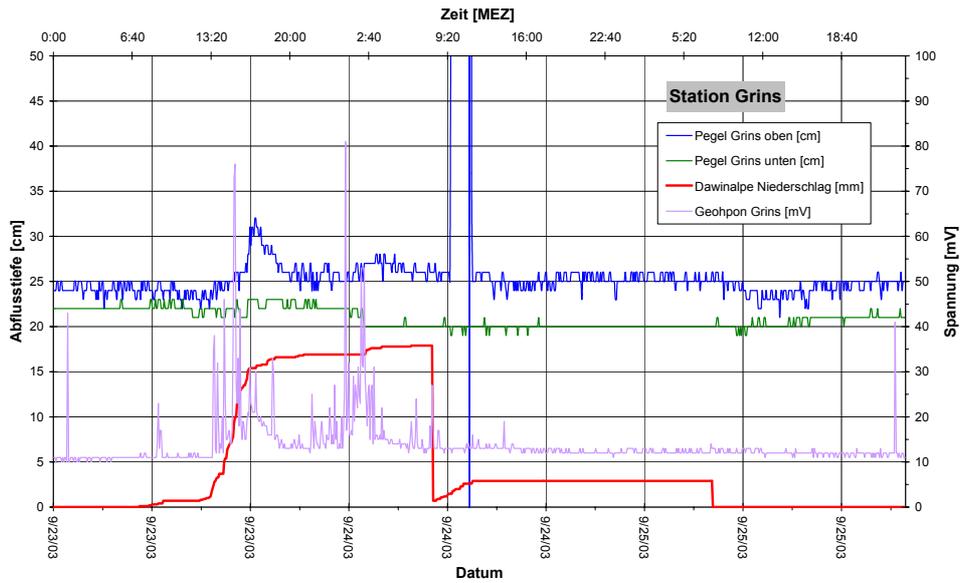


Abbildung 15: Messergebnisse am Beispiel eines Tagesniederschlags von 17,9 mm am 23.09.03

9.5.3 Station Pians

Ein ähnliches Verhalten zeigen die Messergebnisse am 23.09.2003 an der Station Pians. Durch den Niederschlag erhöht sich die Abflusstiefe um ca. 10 cm (17:10 MEZ). Der Rückgang des Abflusses bei nachlassen des Niederschlags ist ebenfalls deutlich zu erkennen. Die Ausreißer von ca. 5 cm liegen in etwa im Genauigkeitsbereich des Ultraschalls. Das Geophon liefert zu diesem Zeitpunkt ebenfalls die höchsten Werte (ca. 70 mV).

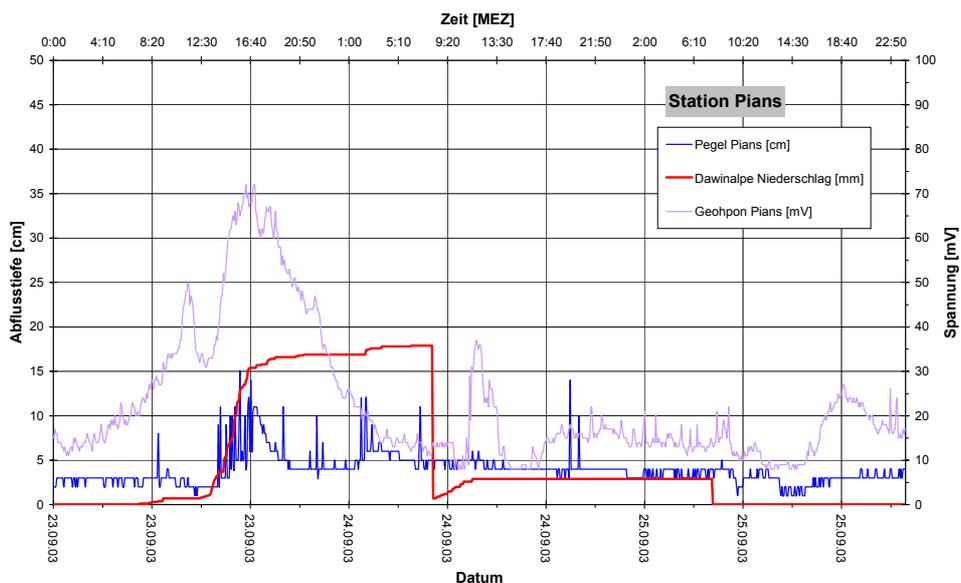


Abbildung 16: Messergebnisse am Beispiel eines Tagesniederschlags von 17,9 mm am 23.09.03

9.6 Messausfälle und Ausreißer

9.6.1 Station Dawinalpe

Messausfälle:

Dawin Alpe	Intervall	Datum	Beginn	Datum	Ende
Niederschlag	10 min	10.02.03	15:55	11.02.03	19:55
Niederschlag	10 min	21.02.03	15:55	28.02.03	03:55
Niederschlag	5 min	12.03.03	10:30	12.03.03	10:50
Niederschlag	5 min	22.07.03	08:10	23.07.03	03:55

Tabelle 2: Messausfälle im Zeitraum von 01.01.03 bis 01.09.03

9.6.2 Station Grins

Messausfälle:

Station Grins	Intervall	Datum	Beginn	Datum	Ende
Geophon	10 min	10.02.03	15:55	11.02.03	19:55
Geophon	10 min	21.02.03	15:55	28.02.03	03:55
Geophon	5 min	12.03.03	10:30	12.03.03	10:50
Geophon	5 min	22.07.03	08:10	23.07.03	03:55
U-Pegel unten	10 min	10.02.03	15:55	11.02.03	19:55
U-Pegel unten	10 min	21.02.03	15:55	28.02.03	03:55
U-Pegel unten	5 min	12.03.03	10:30	12.03.03	10:50
U-Pegel unten	5 min	22.07.03	08:10	23.07.03	03:55
U-Pegel oben	10 min	10.02.03	16:00	11.02.03	19:50
U-Pegel oben	10 min	21.02.03	16:00	28.02.03	03:50
U-Pegel oben	5 min	12.03.03	10:30	12.03.03	10:50

Tabelle 3: Messausfälle im Zeitraum von 01.01.03 bis 01.09.03

9.6.3 Station Pians

Die Ultraschallpegelmessungen zeigen einen großen Schwankungsbereich. Im Zeitraum zwischen 01.01.2003 bis 30.09.2003 wird der Wert 199 cm 8939 mal? erreicht bzw. überschritten.

Messausfälle:

Station Pians	Intervall	Datum	Beginn	Datum	Ende
Geophon	10 min	10.02.03	15:55	11.02.03	19:55
Geophon	10 min	21.02.03	15:55	28.02.03	03:55
Geophon	5 min	12.03.03	10:30	12.03.03	10:50
Geophon	5 min	22.07.03	08:10	23.07.03	03:55
U-Pegel	10 min	10.02.03	15:55	11.02.03	19:55
U-Pegel	10 min	21.02.03	15:55	28.02.03	03:55
U-Pegel	5 min	12.03.03	10:30	12.03.03	10:50
U-Pegel	5 min	22.07.03	08:10	23.07.03	03:55

Tabelle 4: Messausfälle im Zeitraum von 01.01.03 bis 30.09.03

9.7 Korrelation der Messdaten der Ultraschallmessung Station Grins

Im Rahmen einer Begehung vor Ort wurde eine Nullmessung durchgeführt und die zwei Sensoren aufeinander abgestimmt. Dadurch ist der direkte Vergleich der zwei Ultraschallmessungen möglich. Nur bei Grenzwertüberschreitung beider Station soll eine Alarmierung im Ereignisfall erfolgen, um mögliche Fehlalarme auszuschließen.

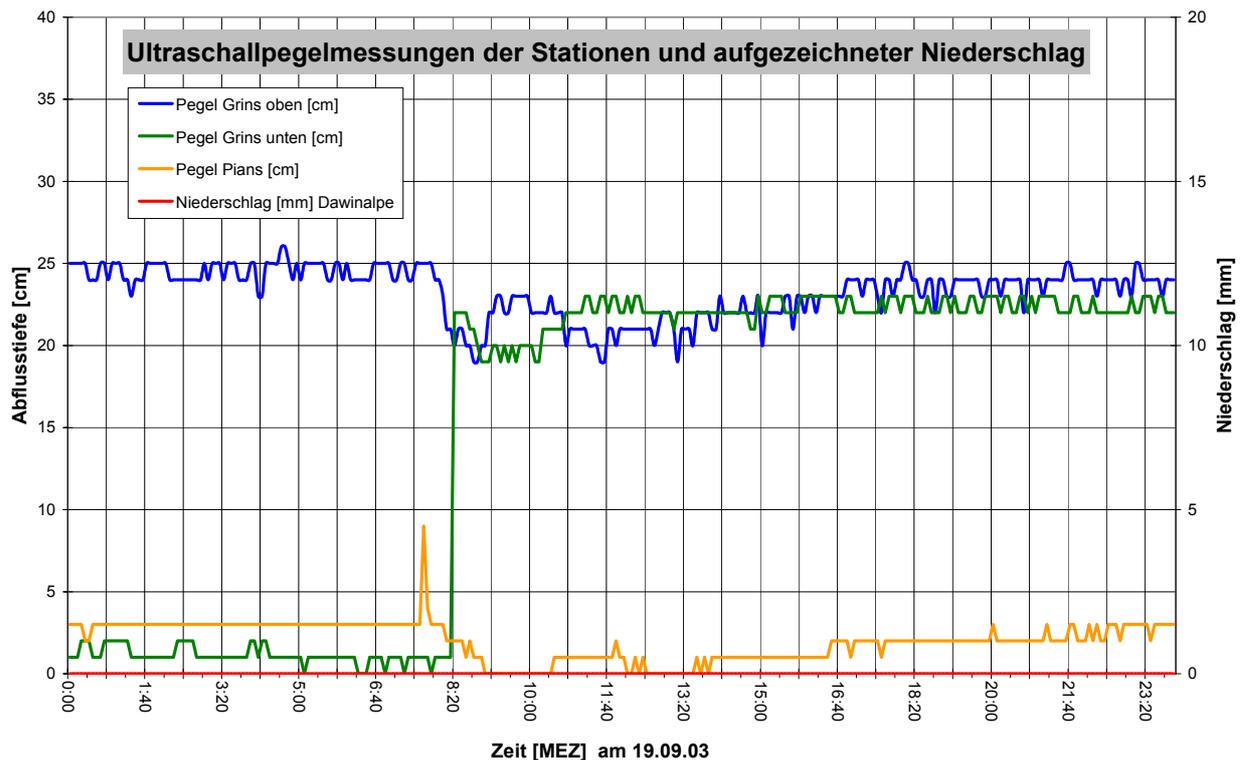


Abbildung 17: Ultraschallpegelmessung der Stationen Grins und Pians und Niederschlag Dawinalpe.

9.8 Videodokumentation

Die Videodokumentation dient neben der rein visuellen Betrachtung eines Ereignisses zunächst der Plausibilitätsprüfung der aufgezeichneten Daten. Es sollte möglich sein, die Abflusstiefe abzuschätzen, um sie mit den Ultraschallpegelmessungen vergleichen zu können.

Abbildung 18 zeigt ein Beispiel am 31.08.2003 17:20 Uhr. Die dokumentierten Videoaufzeichnungen zeigen einen leicht erhöhten Abfluss nach leichten Niederschlägen (ca. 15 mm Tagesniederschlag am 31.08.2003).

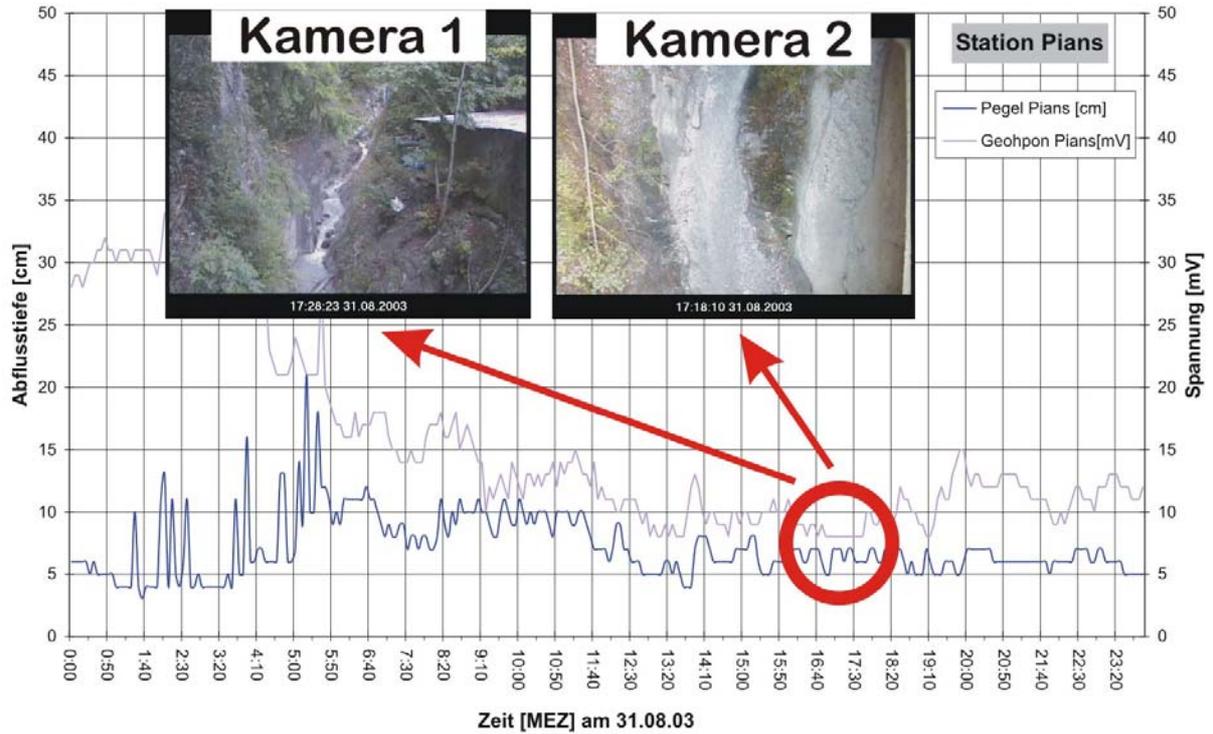


Abbildung 18: Pegel- und Geophonaufzeichnung Station Pians am 31.08.2003 00:00 MEZ bis 24:00 MEZ [U-Pegel (blau), Geophon (violett)] und Vergleich mit der Videoaufzeichnung (Kamera senkrecht rechts, Kamera in Richtung Lattenbach Klamm links)

10 Dokumentation und Analyse von Ereignissen

Seit der Fertigstellung der Anlage gab es kein Murereignis. Deshalb muss man sich bei der Dokumentation und Analyse mit einigen kleineren Niederschlagsereignissen zufrieden geben. Solche kleinere Ereignisse sind zur Feststellung diverser Probleme und zur Plausibilitätsprüfung der Messergebnisse durchaus zu verwenden. Beispielhaft werden deshalb in diesem Kapitel kleine Niederschlagsereignisse mit einer leichten Abflusserhöhung dokumentiert und analysiert.

10.1 Ereignis am 11.09.03

Am 11.09.03 wurde ein Tagesniederschlag von 31,9 mm an der Niederschlagsstation Dawinalpe aufgezeichnet. Der Verlauf des Niederschlagsereignisses ist in Abbildung 19 dargestellt. Zwischen 07:30 und 11:25 Uhr ist ein Niederschlag von 16,5 mm gefallen. Durch diesen Niederschlag erhöht sich die Abflusstiefe an der Station Grins und an der Station Pians um ca. 10 cm. Die konstanten Werte der Pegelstation Grins UNTEN ergeben sich durch die Tatsache, dass die Niederwasserrinne bei einer so geringen Wassermenge eher linksufrig verläuft und nicht im Bereich des Ultraschallkegels.

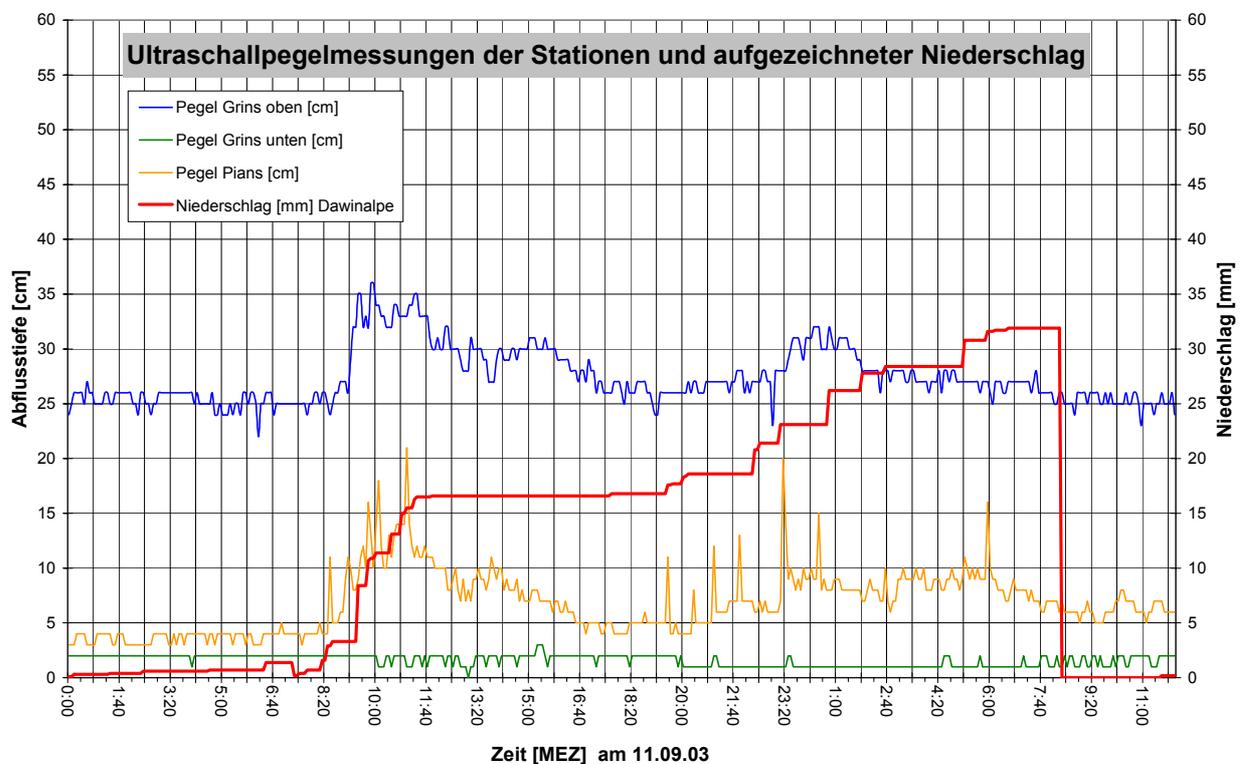


Abbildung 19: Darstellung der Pegelmessungen der Stationen Grins und Pians und der Niederschlagsaufzeichnung am 11.09.03



Foto 4: Dokumentation des Abflusses am 11.09.03 um ca. 17:30 Uhr (Kamera 2)

10.2 Ereignis am 23.09.03

Der Verlauf des Niederschlagsereignisses und die Pegelmessungen sind in Abbildung 20 dargestellt. Durch den Niederschlag erhöht sich die Abflusstiefe an der Station Grins und an der Station Pians um ca. 10 cm. Diese Erhöhung wird durch einen Niederschlag von 14 mm innerhalb 3,5 Stunden verursacht.

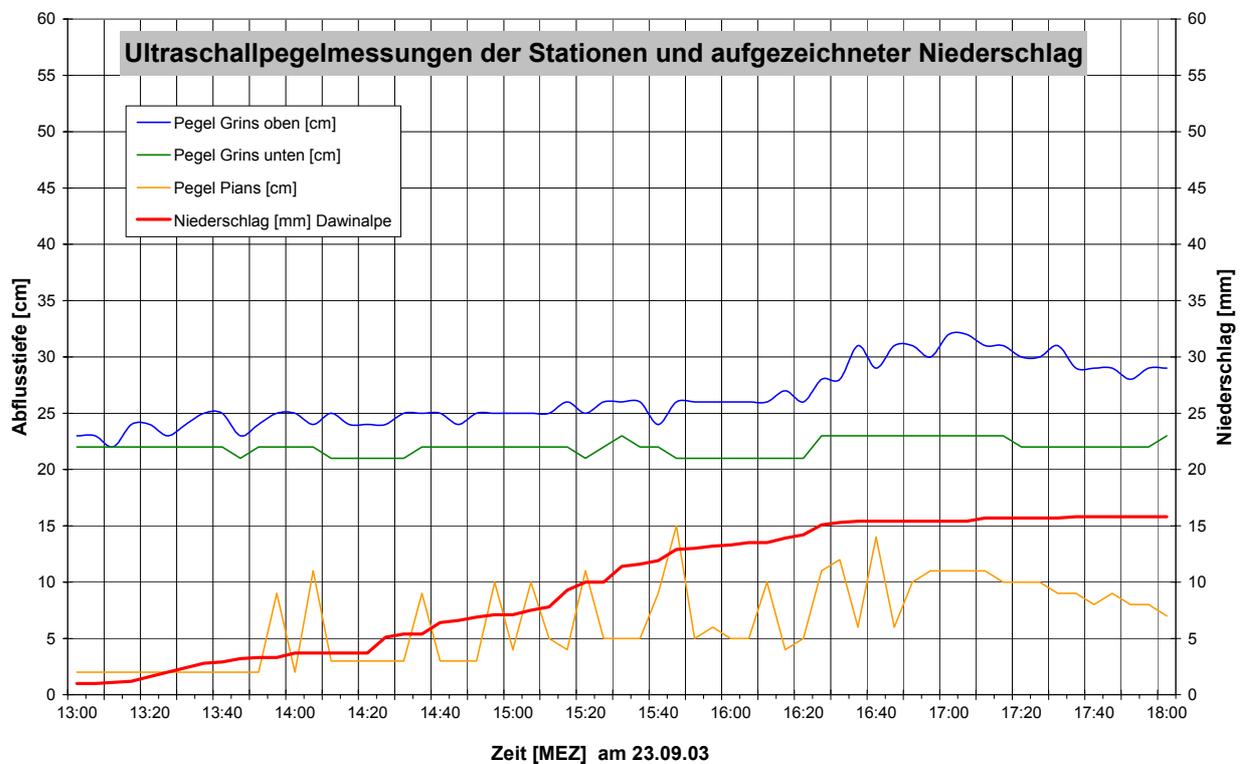


Abbildung 20: Darstellung der Pegelmessungen der Stationen Grins und Pians und der Niederschlagsaufzeichnung am 23.09.03

10.3 Abschätzung des Abflusses anhand eines Pegelschlüssels

Mithilfe der terrestrischen Vermessung der Profilquerschnitte der Messstation Grins und Pians wurde ein Reinwasserpegelschlüssel mit dem Programm Hec-Ras erstellt. Hec-Ras ist eine „public domain software“ die vom Hydrologic Engineering Center for the U.S. Army Corps of Engineers entwickelt wurde. Diese Software ermöglicht eindimensionale stationäre und instationäre Wasserspiegellagenrechnungen sowie Berechnungen der Sedimenttransportkapazität. Die grundlegende Berechnung erfolgt über die Lösung der eindimensionalen Energiegleichung. Die Fließverluste werden nach der Gleichung nach Manning/Strickler berücksichtigt. Bei raschen Änderungen der Wasserspiegellage wird die Momentengleichung angewandt (z.B. beim Wechselsprung). Die berechneten Geschwindigkeiten werden über das Querprofil in definierbaren Abschnitten verteilt ausgegeben.

Eine Beschreibung zum Programm kann man von www.hec.usace.army.mil/software/hecras/hecras-document.html herunterladen.

11 Probleme

11.1 Klimastation Dawinalpe

Die Werte zwischen Mitte Januar und Ende Februar sind zu hoch und nicht realistisch. In diesem Zeitraum gibt es auch zahlreiche Messausfälle. Die Wartung und Kontrolle ist im Winterhalbjahr schwierig.

11.2 Station Grins

Starke Unterschiede in der Höhe der Pegelaufzeichnung zwischen oberer und unterer Messsektion über die ganze Halbjahresreihe hinweg! Diese Unterschiede sind einerseits auf die unterschiedliche Positionierung der Ultraschallsensoren (Im natürlichen Bachbett und über der Abflussssektion) und andererseits auf den ständig wechselnden Bachverlauf bei Niederwasserführung zu erklären.

Die Geophonaufzeichnung zeigte im Frühjahr eine deutliche Korrelation mit der Batteriespannung. Durch die kürzere Sonnenscheindauer im Winter kam es zu Energieversorgungsproblemen, wodurch auch Messausfälle erklärbar sind.

Ein Windwurf ist auf die Abspannseile gefallen und veränderte die Position des Ultraschallsensors der unteren Messsektion. Welche Auswirkungen dadurch entstanden sind konnte jedoch nicht abgeschätzt werden.

11.3 Station Pians

Die Ultraschallmessung liefert 8939 mal einen Wert von 199 cm. Diese Störungen sind ebenfalls auf eine Verlegung des Messbereichs mit Astwerk und Baumstämmen zurückzuführen.

11.4 Alarmgrenzwert Station Grins

Das System ist mit einer Alarmierungsfunktion ausgestattet, welches bei Überschreitung eines Grenzwertes (Ultraschall oder Geophon, je nach Einstellung) einen Alarmanruf an die definierten Telefonnummern abgibt. Am 24.09.2003 wurde der Grenzwert (100 cm) des Ultraschallpegels OBEN zwischen 09:50 und 11:15 MEZ durchgehend überschritten. Es erfolgte eine Alarmierung via Telefonanruf. Die Betrachtung der Daten und die sofortige Kontrolle via Video (Station Pians) zeigte, dass es sich bei dieser Alarmierung um einen Fehlalarm handelte. Betrachtet man die Daten der Station Grins (Pegel OBEN und UNTEN), so wird klar, dass eine diesbezügliche Alarmierung nur bei Überschreiten beider Grenzwerte erfolgen soll, um solche Fehlalarme auszuschalten! Die Gründe für diese falsche Aufzeichnung des Ultraschallpegels über einen längeren Zeitraum hinweg sind nicht klar.

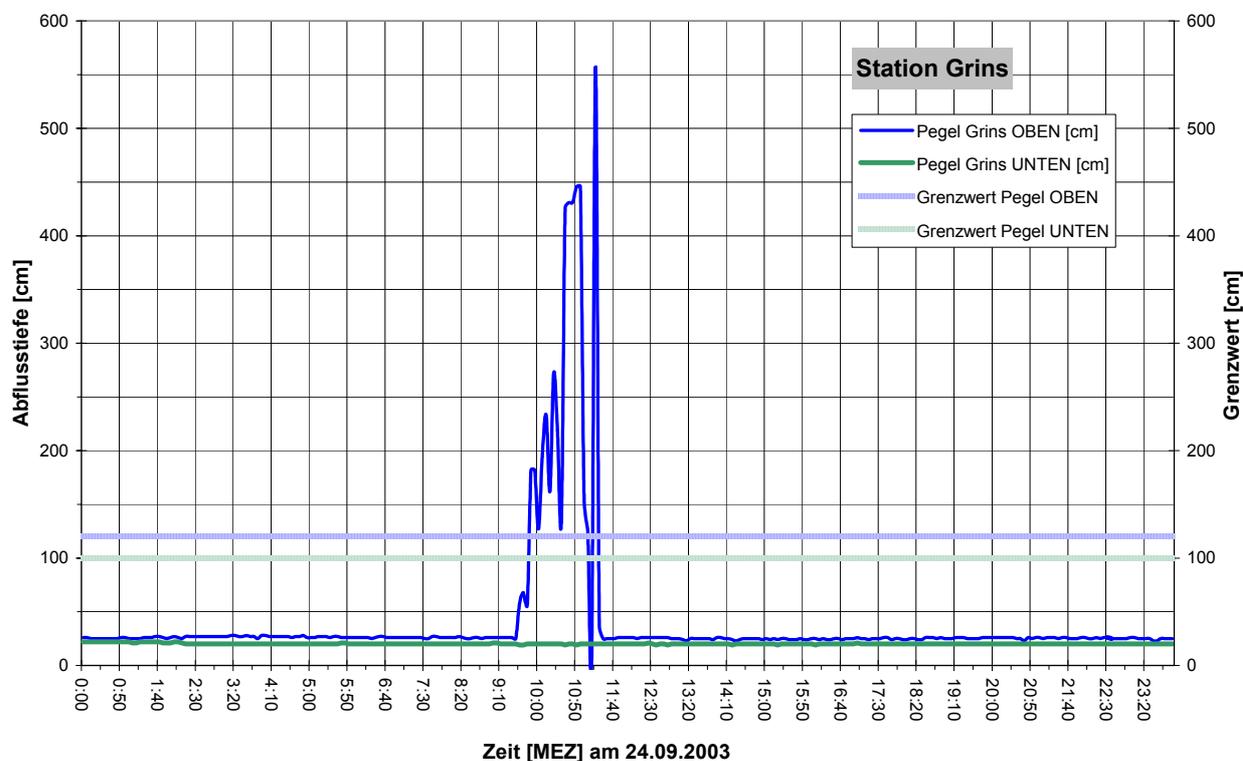


Abbildung 21: Messwerte der Ultraschallpegel der Station Grins am 24.09.2003 und die zu diesem Zeitpunkt eingestellten Alarmgrenzwerte.

12 Optimierung des Messsystems

Im Laufe des ca. 1-jährigen Messzeitraums mussten zur Verbesserung des Messsystems immer wieder Änderungen vorgenommen werden.

Die Änderungen umfassen im wesentlichen Adaptionen in der Gerätepositionierung und Einstellungen des Speicherintervalls.

12.1 Gerätepositionierung

Zur Genauigkeitssteigerung wurden die Ultraschallsensoren der Station Grins um 3,1 m tiefer gesetzt. An der Station Pians wird ebenfalls geprüft, ob durch eine Tieferlegung des Ultraschallsensors eine höhere Genauigkeit erreicht werden kann.

12.2 Speicherintervall

Zur Genauigkeitssteigerung und zur besseren Analyse der aufgezeichneten Daten erfolgte eine schrittweise Verringerung des Speicherintervalls. Anfangs wurden die 10 min Mittelwerte und ab dem 07.03.2003 die 5 min Mittelwerte gespeichert. Da zur Dokumentation und Analyse eine geringere Auflösung notwendig ist, wird das Speicherintervall weiter reduziert. Nach Angaben der Firma Sommer ist dazu eine Nachrüstung der Anlage mit dem „Embedded Web Modul“ notwendig. Mit diesem Modul kann das Speicherintervall weiter reduziert werden.

12.3 Embedded Web Modul (EWM)

Dieses Modul ermöglicht eine rasche und unproblematische Betrachtung der aktuellen Werte, der Grenzwerte und der Messkurven über jeden beliebigen PC mit Internet Anschluss und ohne spezielle Software.

Das „Embedded Web Modul“ beinhaltet:

- o Web-Server zur Visualisierung (Grafiken, Bilder, Tabellen)
- o FTP Transfer (Messdaten, Grafiken, Bilder)
- o Alarmeditor (Verknüpfung von unterschiedlichen Grenzwerten, Verzögerungszeiten bei Grenzwertüberschreitung, ...)

12.4 Alarmierung

Die bisherige Alarmierung bei Grenzwertüberschreitung des Ultraschallpegels der Station Pians kann mithilfe des „Embedded Web Moduls“ verbessert werden. Um mögliche Fehlalarme auszuschalten, erfolgt eine Alarmierung nur bei Grenzwertüberschreitung beider Ultraschallsensoren. Mit dem „Embedded Web Modul“ werden diese Abfragen durchgeführt und Ausreißer als solche erkannt.

13 Rheologische und sedimentologische Untersuchungen

Die Kenntnis der rheologischen Parameter des Murmaterials soll wichtige Datengrundlagen für das umfassende Schutzkonzept im Rahmen des Risikomanagements liefern.

Da es im Projektzeitraum kein Murereignis gab, kann das ursprüngliche Ziel, die Probenwerbung nach einem Murereignis und die nachfolgende Laboranalyse, nicht erreicht werden.

Um trotzdem Kenntnisse über die rheologischen Eigenschaften des Murmaterials zu bekommen, werden in diesem Kapitel die Ergebnisse der Diplomarbeit „Rheologische Untersuchungen der Murenmatrix“ von Helmut Serro 1996 und die Auswertung von Probenmaterial aus dem Einzugsgebiet im Jahr 2003 am Institut für Alpine Naturgefahren angeführt und verglichen. Die rheologischen Untersuchungen werden mit einem handelsüblichen Rheometer „Bohlin Visco V88“ mit koaxialem Zylindersystem durchgeführt. Dieses Gerät ermöglicht die Messung des Drehmoments woraus die Schubspannung errechnet werden kann. Details findet man in den Diplomarbeiten nach Serro 1996 und Steinwendtner 1997. Damit können Dispersionen bis zu einer Teilchengröße von 1 mm, die den Grenzdurchmesser zwischen Matrix und Grobkomponenten darstellt, gemessen werden. Die daraus ermittelten Werte werden mit der am Institut entwickelten Förderbandrinne überprüft und wenn nötig verbessert. Mit dieser Rinne ist es möglich, das Fließverhalten von Mischungen mit Korndurchmesser bis zu 20 mm zu bestimmen (Hübl, et al. 1999).

13.1 Auswertung einer Murprobe aus dem Jahr 1996 mit dem Rheometer

Serro (1996) hat insgesamt drei Murproben, eine davon aus dem Lattenbach untersucht. Es erfolgte eine Sieb- und Schlämmanalyse sowie eine rheologische Untersuchung mit dem Rheometer. Die Untersuchung umfasste zwei Versuchsreihen mit Korngrößen des Ton- und Schluffanteils von $< 0,063$ mm und < 1 mm. Genaue Angaben zur Versuchsdurchführung und Auswertung sind bei Serro 1996 zu finden. Serro hat anhand von Regressionsgleichungen verschiedene Modelle verglichen und festgestellt, dass das Modell nach Bingham aufgrund der Einfachheit und Linearität gut zur Beschreibung des Fließverhaltens des Murmaterials geeignet ist. Die zur Beschreibung der Rheologie notwendigen Parameter Viskosität, Grenzscherfestigkeit

und Feststoffkonzentration wurden im Hinblick auf mögliche Murensimulationen (z.B.: Flo-2D) aufbereitet.

Cv [%]	Korngröße [mm]	Bingham-Viscosität [Pas] η_B	Grenzscherbspannung [Pa] τ_γ
60	0,063	18.969	56.09
55	0,063	7.763	57.12
50	0,063	1.594	40.33
85	1,000	5.856	28.37

Tabelle 5: Ergebnis der Murprobe

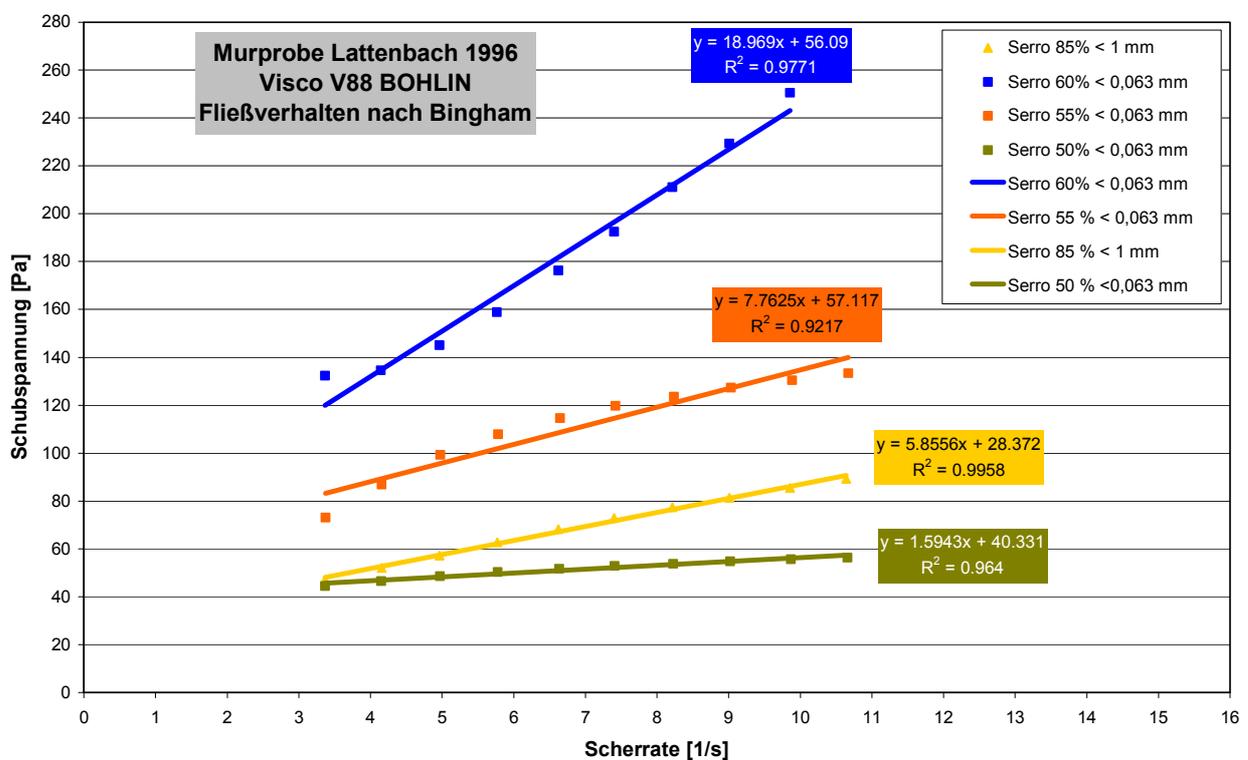


Abbildung 22: Ergebnis der Rheometeruntersuchung nach Serro 1996 mit der Darstellung der rheologischen Kenngrößen

13.2 Auswertung einer Probe aus dem Einzugsgebiet

Da es seit der fertigen Installation der Messanlage kein Murereignis gab, konnten auch keine Murproben von tatsächlichen Ereignissen gewonnen und im Labor analysiert werden. Um dennoch weitere wichtige Kenntnisse zur Rheologie zu bekommen, wurden Proben aus dem Einzugsgebiet entnommen und im Labor untersucht. Die Laboranalyse erfolgte mit dem Rheometer „Bohlin Visco V88“ und mit dem Förderband.

13.2.1 Rheometeruntersuchungen

Die Proben wurden zur Bestimmung der rheologischen Parameter getrocknet und gewogen. Anschließend erfolgte eine Siebung nach ÖNORM 4412. Die ermittelte Korngrößenverteilung ist in Abbildung 23 abgebildet.

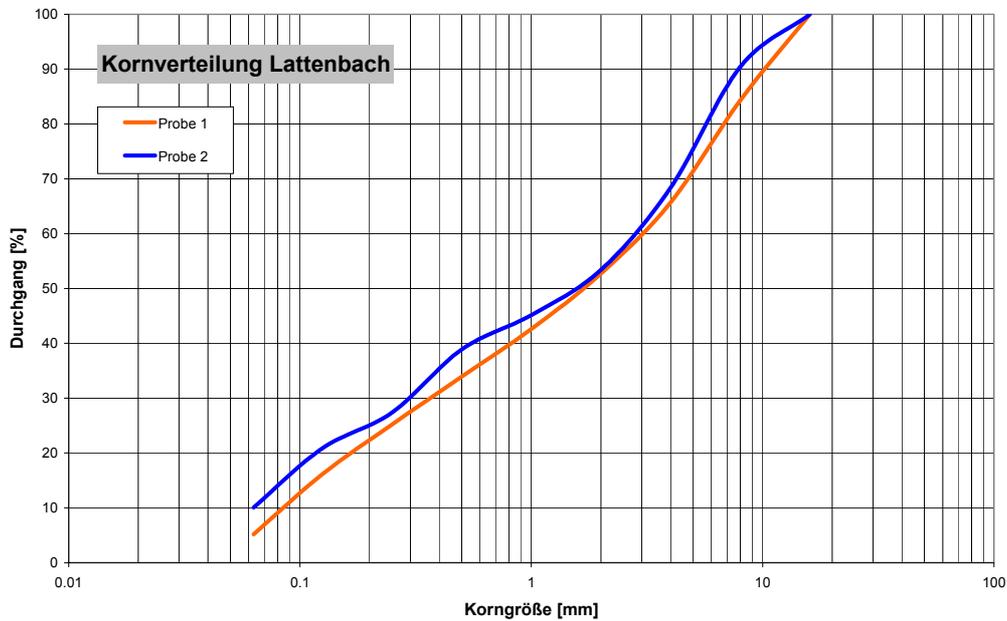


Abbildung 24: Korngrößenverteilung

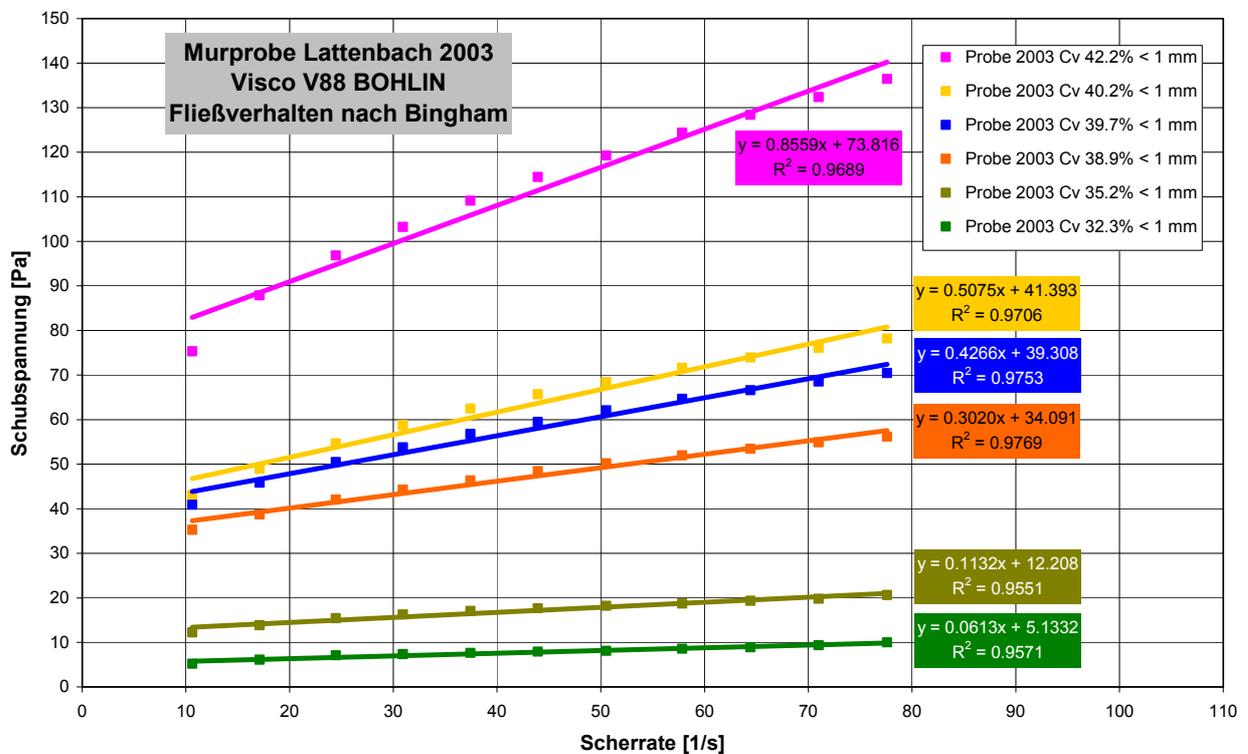


Abbildung 25: Ergebnis der Rheometeruntersuchung mit der Darstellung der rheologischen Kenngrößen

Die ermittelten rheologischen Parameter sind in der nachfolgenden Tabelle 6 dargestellt.

Schubspannung [Pa]							
Zeit	Scherrate	Cv [%]					
(s)	(1/s)	40.2	39.7	38.9	35.2	32.3	42.2
8.2	10.6	43.0	40.9	35.3	12.3	5.2	75.3
12.4	17.1	48.9	45.8	38.7	13.9	6.1	87.9
16.5	24.4	54.7	50.5	42.0	15.4	7.1	96.8
20.7	30.9	58.8	53.8	44.3	16.3	7.4	103.2
24.8	37.4	62.5	56.8	46.4	17.1	7.6	109.1
29.0	43.9	65.7	59.5	48.4	17.7	7.9	114.5
33.1	50.5	68.4	62.1	50.2	18.2	8.1	119.3
37.3	57.8	71.7	64.7	52.0	18.7	8.6	124.4
41.4	64.4	73.9	66.6	53.4	19.4	8.9	128.4
45.5	71.0	76.1	68.6	54.9	19.8	9.3	132.4
49.7	77.6	78.2	70.5	56.2	20.6	10.0	136.5

Tabelle 7: Schubspannung [Pa]

Bingham Viskosität [Pas]							
Zeit	Scherrate	Cv [%]					
(s)	(1/s)	40.2	39.7	38.9	35.2	32.3	42.2
8.2	10.6	4.0	3.8	3.3	1.2	0.5	7.1
12.4	17.1	2.9	2.7	2.3	0.8	0.4	5.1
16.5	24.4	2.2	2.1	1.7	0.6	0.3	4.0
20.7	30.9	1.9	1.7	1.4	0.5	0.2	3.3
24.8	37.4	1.7	1.5	1.2	0.5	0.2	2.9
29.0	43.9	1.5	1.4	1.1	0.4	0.2	2.6
33.1	50.5	1.4	1.2	1.0	0.4	0.2	2.4
37.3	57.8	1.2	1.1	0.9	0.3	0.1	2.2
41.4	64.4	1.1	1.0	0.8	0.3	0.1	2.0
45.5	71.0	1.1	1.0	0.8	0.3	0.1	1.9
49.7	77.6	1.0	0.9	0.7	0.3	0.1	1.8

Tabelle 8: Bingham Viskosität [Pas]

13.2.2 Förderband

Die Ergebnisse der Förderbandversuche sind in Abbildung 26 dargestellt.

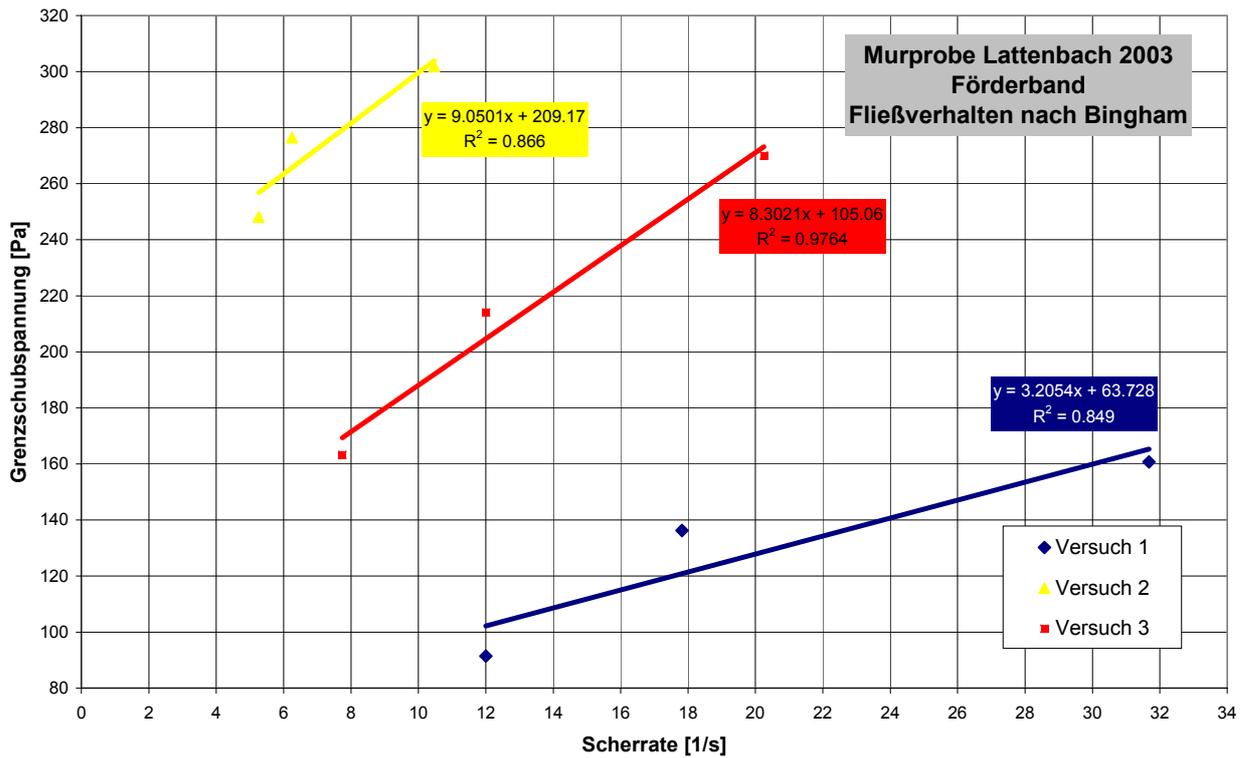


Abbildung 26: Ergebnisse der Förderbandversuche und Darstellung der rheologischen Parameter nach dem Bingham Modell

Förderband					
Versuch 1		Versuch 2		Versuch 3	
Scherrate	Schubspannung	Scherrate	Schubspannung	Scherrate	Schubspannung
(1/s)	[Pa]	(1/s)	[Pa]	(1/s)	[Pa]
12.00	91.39	5.26	248.10	7.74	163.19
17.82	136.21	6.25	276.43	12.01	214.05
31.67	160.71	10.47	301.85	20.25	270.00

Tabelle 9: Darstellung der Ergebnisse



Abbildung 27:
Förderband im Labor

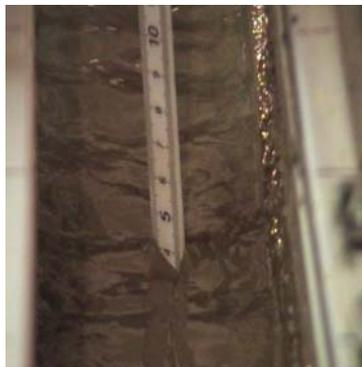


Abbildung 28:
Ermittlung der Fließtiefe



Abbildung 29:
Murkopf

Betriebs- und Wartungsplan

Zur Gewährleistung der Funktionserfüllung der Messstationen ist eine ständige Kontrolle und Wartung unbedingt erforderlich. In diesem Kapitel wird, aufbauend auf den bisherigen Erkenntnissen und Problemen, ein Vorschlag für einen Betriebs- und Wartungsplan angeführt.

Grundsätzlich soll eine generelle Überprüfung der Anlagen je Quartal erfolgen. Weiters ist eine Begehung der Stationen nach einem Ereignis bzw. in regelmäßigen Abständen sinnvoll. Für jede Station werden die aufgetretenen Mängel dokumentiert und sofort behoben.

13.3 Station Dawinalpe

Aufgrund der schwierigen Erreichbarkeit im Winter ist die Wartung und Betreuung sehr aufwendig, deshalb erscheint eine Einstellung des Betriebs im Winterhalbjahr sinnvoll. Für die Inbetriebnahme im Frühjahr und die Umstellung auf Winterbetrieb im Herbst ergeben sich somit 2 Fixtermine. Zwischendurch sollte alle 2 Monate eine Wartung erfolgen.

13.4 Station Grins

Durch die nicht ausreichende Energieversorgung im Winterhalbjahr muss die Station in diesem Zeitraum in einen Schlafmodus versetzt werden. Eine Begehung sollte in regelmäßigen Abständen bzw. mindestens nach Ereignissen durchgeführt werden, um eventuelle Schäden an der Abspannung und Aufladungen im Gerinne sofort erkennen zu können.

13.5 Station Pians

Eventuelle Schäden können an dieser Station über die visuelle Betrachtung der Videoaufzeichnung erkannt werden. Trotzdem ist es sinnvoll, jedes 2. Monat eine Wartung und Kontrolle durchzuführen.

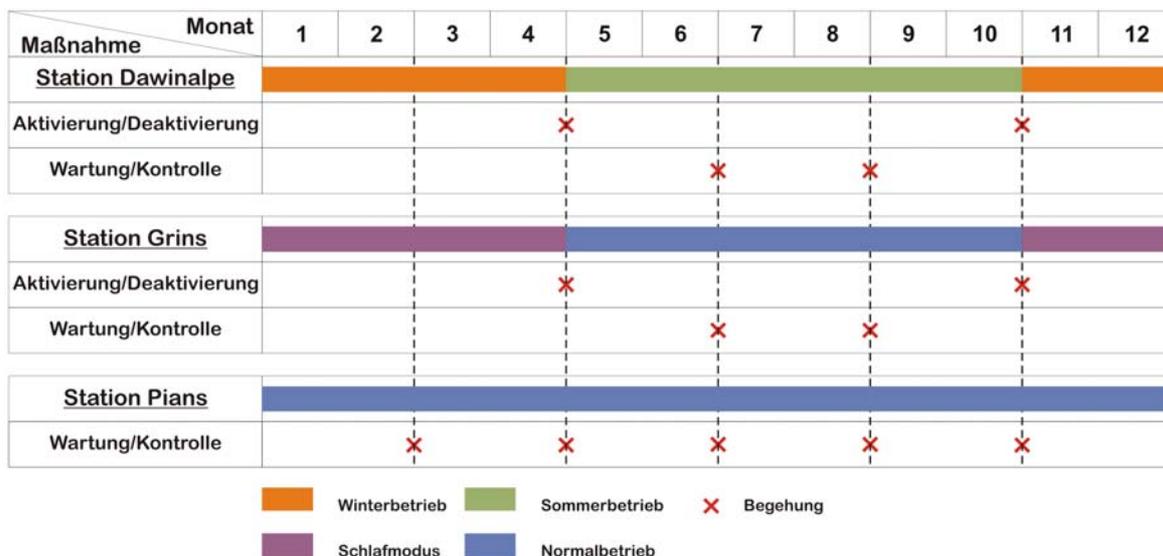


Abbildung 30: Wartungs- und Betriebsplan Messstation Lattenbach

14 Ausblick

Bei Betrachtung der aufgezeichneten Daten wird sofort klar, dass es noch sehr viele Unsicherheiten in der Erfassung der notwendigen Parameter gibt. In dieser Hinsicht ist sicher noch sehr viel Entwicklungsarbeit nötig, um letztlich gesicherte Daten für ein mögliches Warn- und Alarmsystem zu erhalten.

Ein weiterer Schritt in Richtung Warn- und Alarmsystem kann durch die Nachrüstung mit dem „Embedded Web Modul“ erreicht werden. Dieses Modul ermöglicht eine schnelle und einfache Datenüberprüfung und Analyse, ein kürzeres Speicherintervall und die Kombination von Alarmgrenzwerten mehrerer Messgeräte und Stationen. Nur bei Betrachtung von zwei aufeinanderfolgenden Stationen können Fehlalarme vermieden werden. Die Analyse der Daten der Ultraschallpegel der Station Grins zeigte dies sehr deutlich.

15 Verwendete Literatur

- Hübl J, Steinwendtner H. (1999). „Estimation of rheological properties of viscous debris flow using a belt conveyor.“, submitted to: Physics and chemistry of the earth
- HÜBL, J., HOLZINGER, G. (2003): Kleinmaßstäbliche Modellversuche zur Wirkung von Murbrechern, WLS Report 50 / Band 3, Universität für Bodenkultur, Wien (unveröffentlicht)
- SERRO, H. (1996): Rheologische Untersuchungen der Murenmatrix, Diplomarbeit am Institut für Wildbach und Lawinenschutz, Universität für Bodenkultur Wien
- WIESER, R. (1993): Die geologischen Verhältnisse am Südrand der Lechtaler Alpen zwischen Stanz und Flirsch; Unter besonderer Berücksichtigung der Massenbewegungen im Einzugsgebiet des Lattenbaches; Vorbericht zum Stand der laufenden Kartierungsarbeiten des ersten Geländesommers 1993, (unveröffentlicht)
- WIESER, R. (1998): Die geologischen Verhältnisse am Südrand der Lechtaler Alpen zwischen Stanz und der Dawinalm; Unter besonderer Berücksichtigung der Massenbewegungen; Ergänzungen zum Vorbericht der Diplomarbeit; August 1998, (unveröffentlicht)