



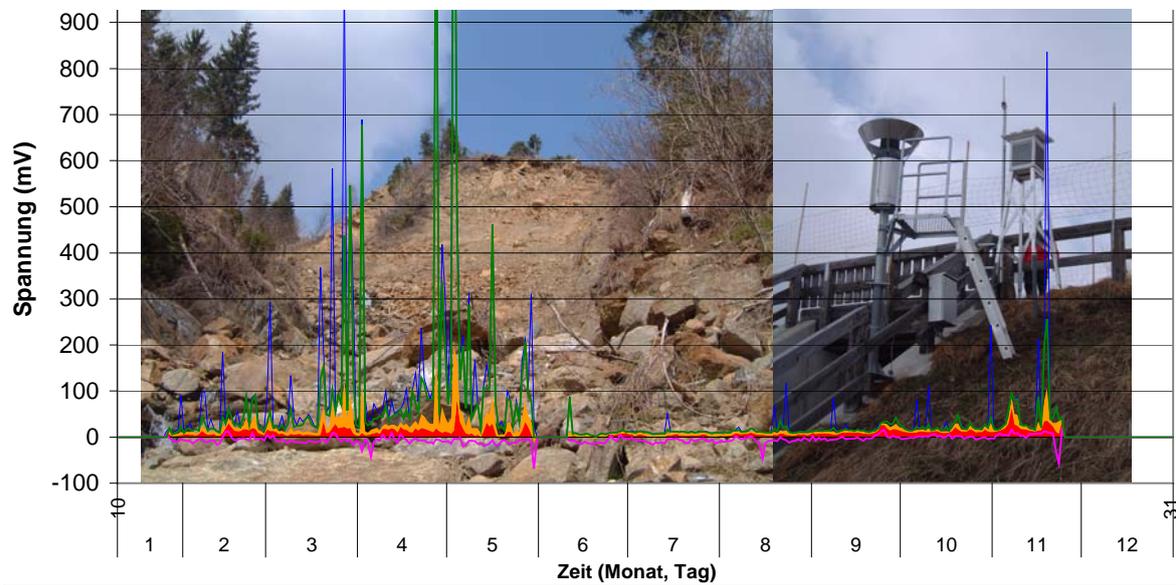
Universität für Bodenkultur
Institut für Alpine Naturgefahren
und Forstliches Ingenieurwesen



Peter Jordan Str. 82
A-1190 WIEN

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

WLS REPORT 17



Im Auftrag:

**Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft
Umwelt und Wasserwirtschaft VC7**



Eine Dienststelle des BMLFUW



Wien, November 2003

Vorwarnung und Videodokumentation im Rahmen der
Errichtung eines Frühwarnsystems vor Murgefahren
im WARTSCHENBACH, Gde. Nußdorf-Debant, Osttirol
(2. Ausbaustufe)

Im Auftrag von: Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft
Umwelt und Wasserwirtschaft
GZ: 58.110/100-VC7a/2000

Projektleitung:	A.o. Univ. Prof. Dr. J. Hübl
Projektverantwortlicher:	Ganahl Egon
Mitarbeiter:	Moser Markus

Universität für Bodenkultur
Institut für Alpine Naturgefahren und forstliches Ingenieurwesen
Arbeitsbereich Wildbach – Lawine - Steinschlag
Peter Jordan Str. 82
A – 1190 Wien

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

Report Nr.: 17

Referenz (Literaturzitat): HÜBL, J., GANAHL, E., MOSER, M. (2003): Überprüfung und Optimierung der Sensorik des Murenwarnsystems am Wartschenbach, Osttirol, im Auftrag des BMLFUW VC7a, Universität für Bodenkultur Wien (unveröffentlicht)

Wien, im November 2003

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG.....	1
2	ERHEBUNG UND ERRICHTUNG DER MESSSTATIONEN.....	2
2.1	MESSSTATION GRISSMANNSPERRE	2
2.2	MESSSTATION ZUFAHRT WARTSCHER (FURT).....	3
2.3	MESSSTATION WARTSCHENBRUNN	3
2.4	MESSSTATION STIERALM (ZETTERSFELD)	4
3	DOKUMENTATION DER MESSREIHEN/AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE	5
3.1	ZIELE UND GRUNDLAGEN	5
3.2	BESTIMMUNG DER ABFLUSSMEGEN/-HÖHEN MITTELS PEGELSCHLÜSSEL FÜR DIE FESTLEGUNG VON GRENZWERTEN	9
3.2.1	<i>Modellgrundlagen</i>	9
3.2.2	<i>Modell-Evaluierung</i>	11
3.3	ABSCHÄTZUNG DER ABFLUSSZEITEN ZWISCHEN DER STATION FASCHINGALMBRÜCKE UND SCHWEMMKEGELHALS.....	12
3.4	STATION GRISSMANNSPERRE.....	14
3.4.1	<i>Videoaufnahmen</i>	14
3.4.1.1	Messreihe Jahr 2002.....	14
3.4.1.2	Messreihe - Ereignis 18.11.2002	14
3.4.1.3	Ergebnisse - Grenzwerte.....	15
3.4.1.4	Wartung/Betreuung	16
3.4.2	<i>Geophon</i>	17
3.4.2.1	Messreihe - Jahr 2002.....	17
3.4.2.2	Messreihe - Ereignis 18.11.2002	17
3.4.2.3	Ergebnisse - Grenzwerte.....	18
3.4.3	<i>Ultraschallpegel</i>	19
3.4.3.1	Messreihe – Jahr 2002.....	19
3.4.3.2	Ereignis 18.11.2002.....	19
3.4.3.3	Ergebnisse - Grenzwerte.....	20
3.4.4	<i>Wartung, Betreuung</i>	21
3.5	STATION ZUFAHRT WARTSCHER	21
3.5.1	<i>Geophon</i>	21
3.5.1.1	Messreihe - Jahr 2002.....	21
3.5.1.2	Messreihe - Ereignis 18.11.2002	22
3.5.1.3	Ergebnisse - Grenzwerte.....	23
3.5.2	<i>Ultraschallpegel</i>	24
3.5.2.1	Messreihe – Jahr 2002.....	24
3.5.2.2	Messreihen, Ereignis 18.11.2002	24
3.5.2.3	Ergebnisse - Grenzwerte.....	25

3.5.3	<i>Wartung, Betreuung</i>	26
3.6	STATION UNTERTSCHAPPLER.....	27
3.6.1	<i>Geophon</i>	27
3.6.1.1	Messreihe – Jahr 2002.....	27
3.6.1.2	Messreihe – Ereignis 18.11.2002	28
3.6.1.3	Ergebnisse – Grenzwerte.....	28
3.6.2	<i>Ultraschall</i>	29
3.6.2.1	Messreihe – Jahr 2002.....	29
3.6.2.2	Messreihe – Ereignis 18.11.2002	29
3.6.2.3	Ergebnisse – Grenzwerte.....	30
3.6.3	<i>Wartung, Betreuung</i>	31
3.7	STATION OBERTSCHAPPLER.....	32
3.7.1	<i>Geophon</i>	32
3.7.1.1	Messreihe – Jahr 2002.....	32
3.7.1.2	Messreihe – Ereignis 18.11.2002	32
3.7.1.3	Ergebnisse – Grenzwerte.....	33
3.7.2	<i>Ultraschall</i>	34
3.7.2.1	Messreihe – Jahr 2002.....	34
3.7.2.2	Messreihe – Ereignis 18.11.2002	34
3.7.2.3	Ergebnisse – Grenzwerte.....	35
3.7.3	<i>Wartung, Betreuung</i>	36
3.8	STATION FASCHINGALMBRÜCKE.....	37
3.8.1	<i>Geophon</i>	37
3.8.1.1	Messreihe – Jahr 2002.....	37
3.8.1.2	Messreihe – Ereignis 18.11.2002	37
3.8.1.3	Ergebnisse - Grenzwerte.....	38
3.8.2	<i>Ultraschall</i>	39
3.8.2.1	Messreihe – Jahr 2002.....	39
3.8.2.2	Messreihe – Ereignis 18.11.2002	39
3.8.2.3	Ergebnisse - Grenzwerte.....	40
3.8.3	<i>Wartung, Betreuung</i>	41
3.9	STATION WARTSCHENBRUNN.....	42
3.9.1	<i>Niederschlag / Pegel</i>	42
3.9.1.1	Messreihe – Jahr 2002.....	42
3.9.1.2	Messreihe – Ereignis 18.11.2002	43
3.9.1.3	Ergebnisse - Grenzwerte.....	44
3.9.2	<i>Hagel</i>	45
3.9.2.1	Messreihe – Jahr 2002.....	45
3.9.2.2	Messreihe – Ereignis 18.11.2002	45
3.9.2.3	Ergebnisse - Grenzwerte.....	46
3.9.3	<i>Wartung, Betreuung</i>	46
3.10	STATION STIERALM.....	47
3.10.1	<i>Niederschlag / Pegel</i>	47

3.10.1.1	Messreihe – Jahr 2002	47
3.10.1.2	Messreihe – Ereignis 18.11.2002.....	47
3.10.1.3	Ergebnisse - Grenzwerte.....	49
3.10.2	Wartung, Betreuung	49
4	DOKUMENTATION DES EREIGNISSES VOM 18.11.2002	50
4.1.1	Einstauhöhen.....	50
4.1.2	Abflussquerschnitte	51
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	55
5.1	AUSBLICK.....	57
6	VERZEICHNISSE	59
6.1	LITERATUR	59
6.2	ABBILDUNGEN.....	60
6.3	TABELLEN	62

Anhang

Anhang A

Anhang B

1 Einführung

Der Wartschenbach wurde nach den Extremereignissen 1995 und 1997 im Ober-, Mittel- und Unterlauf durch die Wildbach- und Lawinenverbauung umfangreich verbaut und das Frühwarnsystem Wartschenbach als zusätzliche passive Schutzmaßnahme im Auftrag des BMLFUW entwickelt. Die Firmen Sommer Mess- und Systemtechnik, Input und Koller erhielten 1999 den Auftrag, ein Frühwarnsystem zu errichten. Die Messdaten des Frühwarnsystems der 1. Ausbaustufe liegen von den Messgeräten der Fa. Sommer seit 19.9.2000 von den Stationen Wartschenbrunn und Grissmannsperre sowie seit 1.12.2000 von den Stationen Faschingalmbrücke und Ober- und Untertschappler vor. Messdaten bzw. -reihen der Messgeräte der Fa. Input stehen dem Institut für Alpine Naturgefahren u. Forstl. Ingenieurwesen nicht zur Verfügung.

Das Institut wurde am 11.12.2000 vom BMLFUW in Zusammenarbeit mit der Firma Sommer Mess- und Systemtechnik sowie der Firma St. Gschwendtner Messtechnik-Logistik mit der Errichtung der 2. Ausbaustufe des Frühwarnsystems Wartschenbach beauftragt. In diesem Projekt werden die Stationen der 1. Ausbaustufe (Grissmannsperre, Ober- u. Untertschappler, Faschingalmbrücke und Wartschenbrunn) durch die zwei Stationen Zufahrt Wartscher (Furt) und Stieralm (Zettersfeld) erweitert. Die Stationen Grissmannsperre und Wartschenbrunn werden durch weitere Messgeräte ergänzt.

Nach Abschluss der Verbauungen am Zettersfeld wurde im Auftrag der Wildbach- und Lawinenverbauung, Gbtlg. Osttirol das Rückhaltebecken (RHB) Stieralm mit einem Ultraschallpegel zur Erfassung der Einstauhöhe ausgestattet. Das RHB Unterhuberalm wurde im Juni 2003 mit einem Radarmessgerät und das RHB Grissmannsperre mit einem Ultraschallpegel ausgestattet, um die Einstauhöhen ebenfalls zu messen.

Die ersten Messgeräte für das Frühwarnsystem Wartschenbach wurden vor rund drei Jahren installiert und seitdem gab es nur ein kleines Ereignis am 18.11.2002. Dies ist mit ein Grund, warum die Messwerte erst jetzt ausgewertet werden.

2 Erhebung und Errichtung der Messstationen

Die Messstationen bzw. Messgeräte des Frühwarnsystems sind im Anhang A zusammengefasst, darunter sind auch die Messgeräte der 1. Ausbaustufe. Die Geräte sind mit Stationskennwerten und Parametereinstellungen aufgelistet. Im Anhang A befinden sich weiters die Querprofile von den Messquerschnitten. Die Lage der Messgeräte sind mit GPS verortet worden. Die Auflistung der Messgeräte ist mit der GIS-Plattform ArcView für Abfragen verknüpft und schematisch für das Internet aufbereitet.

2.1 Messstation Grissmannsperre

Die Messstation befindet sich im Bereich des RHB Grissmannsperre, des obersten der drei RHB im Unterlauf des Wartschenbaches. Die bestehende Messstation wird durch eine Videokamera bzw. einen Videorecorder im Rahmen der 2. Ausbaustufe ergänzt. Geophon, Ultraschall und Temperaturmessgerät wurden bereits in der 1. Ausbaustufe installiert.

Die Videokamera und ein 1000 Watt Halogen-Scheinwerfer wurden auf dem Stahlmasten montiert, der auf der orographisch rechten Flügelkrone der Grissmannsperre steht. Vier weitere Scheinwerfer wurden an der Abspannsäule der Seilkonstruktion des Ultraschallmessgerätes befestigt. Der Messquerschnitt sollte damit so beleuchtet werden, dass Ereignisse auch in der Nacht erfasst werden können. Der Videorecorder befindet sich im Container, der ebenfalls auf der Flügelmauer des RHB steht. Die Videogeräte und die Scheinwerfer werden mit 220V Strom versorgt, bei Netzausfall ist die Energieversorgung mit einer AC/12V DC Batterie abgesichert. Das Geophonmessgerät wurde rund 1 Meter südöstlich vom Abspannmasten in einer Tiefe von 30 cm im Boden verlegt.

Der Ultraschallpegel wurde an einer Seilkonstruktion in einer Höhe von rund 7 m in der Mitte der Abflusssektion der Konsolidierungssperre, die an das Einlaufbauwerk der Grissmannsperre anschließt, montiert.

Die Erfassungseinheit (Datenlogger), Temperaturmessgerät und das Funkgerät sind an der Abspannsäule der Seilkonstruktion befestigt.

2.2 Messstation Zufahrt Wartscher (Furt)

Die Messstation Zufahrt Wartscher wurde im Rahmen der 2. Ausbaustufe völlig neu errichtet. Der Standort der Messstation befindet sich in einem extrem steilen Bachabschnitt mit starker Erosionsdynamik. Der Bachquerschnitt ist relativ breit, sodass sich der Abfluss auf die linke oder rechte Bachseite konzentrieren kann. Wenn sich der Abfluss auf die eine oder andere Uferseite verlegt, kann der Pegel den Abfluss nur mehr unzureichend erfassen. Trotz der groben Abpflasterung der Bachsohle muss damit gerechnet werden, dass die Sohle den Erosionskräften von Extremereignissen nicht standhalten kann und der Messquerschnitt des Ultraschallpegels verändert wird. Die Messwerte dieser Station sollen die Datengrundlagen schaffen, um die Laufzeit des Abflusses von der Station Wartscher bis zur Station Grissmannsperre zu ermitteln. Die Fa. Input installierte übrigens an diesem Standort ebenfalls mehrere Geräte, unabhängig von den Messgeräten der Fa. Sommer.

Das Geophon war ursprünglich am orographisch linken Ufer mehrere Meter über der Bachsohle auf einem Felsblock montiert. Nachdem sich dieser Block aus dem Gesteinsverband löste, musste das Geophon im Zuge von Reparaturarbeiten am 2.7.2002 auf die andere Uferseite verlegt werden. Das Gerät wurde dabei wieder in gewachsenen Fels befestigt, der etwa in der gleichen Höhe liegt.

Der Ultraschallpegel wurde wie bei der Station Grissmannsperre aufgrund des offenen und breiten Bachquerschnittes ebenfalls an einer Seilkonstruktion befestigt.

Datenlogger, Funkanlage und Temperaturmessgerät sowie die Solaranlage befinden sich nach wie vor am orographisch linken Ufer und sind am Widerlager der Seilkonstruktion des Ultraschallpegels (Baumstumpf) befestigt.

2.3 Messstation Wartschenbrunn

Die maximalen Niederschlagsintensitäten treten, wie die Niederschlagsanalysen der Extremereignisse im Wartschenbach zeigten, räumlich sehr differenziert auf. Die Station Wartschenbrunn wurde mit einer Niederschlagswaage ausgerüstet, um das Messnetz des Hydrographischen Dienstes (HD) Tirol, der eine Messstation am Zettlersfeld betreibt, weiter zu verdichten. Die Messstation Wartschenbrunn liegt unmittelbar oberhalb der geschlossenen Waldfläche in 1760 m SH.

Im Rahmen der 2. Ausbaustufe wurde auch ein Hageldetektor installiert. Alle Messgeräte sind an einer Trägersäule montiert und am Stromnetz angeschlossen.

Der Ultraschallpegel zur Erfassung der Gerinneabflusses wurde bereits in der 1. Ausbaustufe errichtet. Der Messquerschnitt befindet sich nur wenige Meter unterhalb des Standortes der Niederschlagsmessung über dem mittleren Quellbach des Wartschenbaches. Das Messgerät wurde an einer Seilkonstruktion befestigt.

2.4 Messstation Stieralm (Zettersfeld)

Die Messstation Stieralm befindet sich auf der orographisch linken Flügelkrone des RHB Stieralm in 1920 m SH. Die Niederschlags-/Klimastation des HD Tirol, die ursprünglich rd. 200 m entfernt oberhalb der Messstation lag, wurde im Rahmen der 2. Ausbaustufe zur Messstation Stieralm verlegt. Die Niederschlagsmessung zur Funkübertragung wurde in eine zentrale Erfassungseinheit integriert und die Station an das Stromnetz angeschlossen.

Die Messstation Stieralm besteht aus einer Niederschlagswaage, einem Temperatur-/Strahlungsmessgerät und einem Ultraschallpegel. Diese Geräte wurden im Auftrag der Gbltg. Osttirol installiert.

Die Niederschlagswaage, das Temperatur- und Strahlungsmessgerät sowie der Datenlogger und das Funkgerät (Klimastation HD Tirol) befinden sich talseitig auf der orographisch linken Flügelkrone des RHB Stieralm.

Der Ultraschallpegel ist an einem Holzbalken befestigt, der auf den beiden Wangen des RHB liegt. Der Ultraschallpegel dient zur Erfassung der Einstauhöhe des RHB.

3 Dokumentation der Messreihen/Auswertung der Ergebnisse

Die Messdaten werden vom Institut für Alpine Naturgefahren täglich abgefragt und gespeichert. Die Gbltg. Osttirol, der HD Tirol, der allerdings nur auf die Niederschlagsstationen Stieralm und Wartschenbrunn zugreifen kann, sowie die Firmen Sommer und Gschwendtner rufen ebenfalls die Messdaten der Stationen ab. Die abgefragten Messdaten (2001-2003) der o.a. Firmen und der Gbltg. werden am Institut für Alpine Naturgefahren archiviert und in Jahresreihen gespeichert.

Die Auswertung der Messreihen erfordert die Kenntnis der Kalibrierungsdaten. Beim Ultraschallpegel wurden die Nullmessungen vor Ort durchgeführt. Das Geophon kann im Gegensatz dazu nicht vor Ort kalibriert werden. Die Dokumentation der Einstellung der Messgeräte wurde weder von der Fa. Sommer noch von der Fa. Gschwendtner erbracht. Die Messgeräte werden nicht auf Sommerzeit (MESZ) umgestellt und daher erfolgt die Aufzeichnung in MEZ. Die zeitliche Übereinstimmung der Messgeräte der einzelnen Stationen ist nicht überprüft worden.

Die Messintervalle der Geophone und der Ultraschallpegel betragen im Normalbetrieb 10 Minuten, im Alarmbetrieb werden die Messwerte alle 3 Sekunden abgespeichert. Der Ultraschallpegel der Messstation Stieralm speichert dagegen im Normalbetrieb die Messwerte alle 15 Minuten bzw. im Alarmmodus in Minutenintervallen. Das Messintervall der Pegel beträgt 5 Messungen pro Sekunde. Die Datenlogger aller Stationen sind so eingestellt, dass der Minimalwert vom Pegel (größte Abflusstiefe) bzw. der Istwert vom Geophon gespeichert wird.

3.1 Ziele und Grundlagen

Die gemessenen Daten werden ausgewertet, um einerseits die Zuverlässigkeit der Messungen im Normalbetrieb während des Jahres zu beurteilen und andererseits die Grundlagen für die Einstellung der Messgeräte für den Alarmbetrieb (Aktivmodus) zu erhalten. Die Tageswerte der Jahresmessreihe 2002 mit einem Messintervall von 10 Minuten werden für den Normalbetrieb herangezogen, da dies die einzige Jahresmessreihe ist, die für alle Stationen vorhanden ist. Der Tageswert des Ereignisses wird in Minutenwerte aufgelöst. Die Messreihe des Ereignisses vom 18.11–19.11.2002 wird für alle Stationen in der Zeit zwischen 07:10 bis 07:00 untersucht. Der Zeitraum wurde deshalb so lang gewählt, da die Niederschläge am

18.11.2002 schon in der Früh stark einsetzten und die maximalen Abflusswerte bei der Station Grissmannsperre erst in den späten Abendstunden erreicht wurden. Das relativ starke Niederschlagsereignis vom 6.-7. Juni 2002 wirkte sich kaum auf den Abfluss im Unterlauf aus, weshalb dieses Ereignis nicht weiter untersucht wurde. Die Auswertung der Jahresreihe konzentriert sich auf die Untersuchung der:

- Plausibilität der Messwerte (liegen die Messwerte überhaupt im Messbereich)
- Schwankungsbreite der Messwerte (Differenz zwischen den minimalen und maximalen Tageswerten)
- Schwellenwerte der Messwerte (der untere Schwellenwert wird durch die 5. Perzentile, der obere Schwellenwert durch die 99. Perzentile definiert). Der untere Schwellenwert kann bei den Pegelmessungen auch als Nullmessung für die Ermittlung der absoluten Abflusshöhen eingesetzt werden.
- Möglichkeiten der Eliminierung von Ausreißern. Die Berechnung von Perzentilen bzw. des Medians soll zeigen, wann die maximalen Werte eliminiert werden.
- Überschreitungen der Grenzwerte. Die Anzahl der Überschreitung des Grenzwertes wird durch die maximalen Tageswerte überprüft.

Der Schwerpunkt der Auswertung des Ereignisses vom 18.11.2002 liegt neben der Untersuchung der Plausibilität und der Schwankungsbreite der Messwerte bei der Überprüfung der:

- Überschreitung des Grenzwertes (z.B. Anzahl der Messungen)
- Korrelation der Messwerte innerhalb der Messgeräte einer Station und zwischen den Stationen

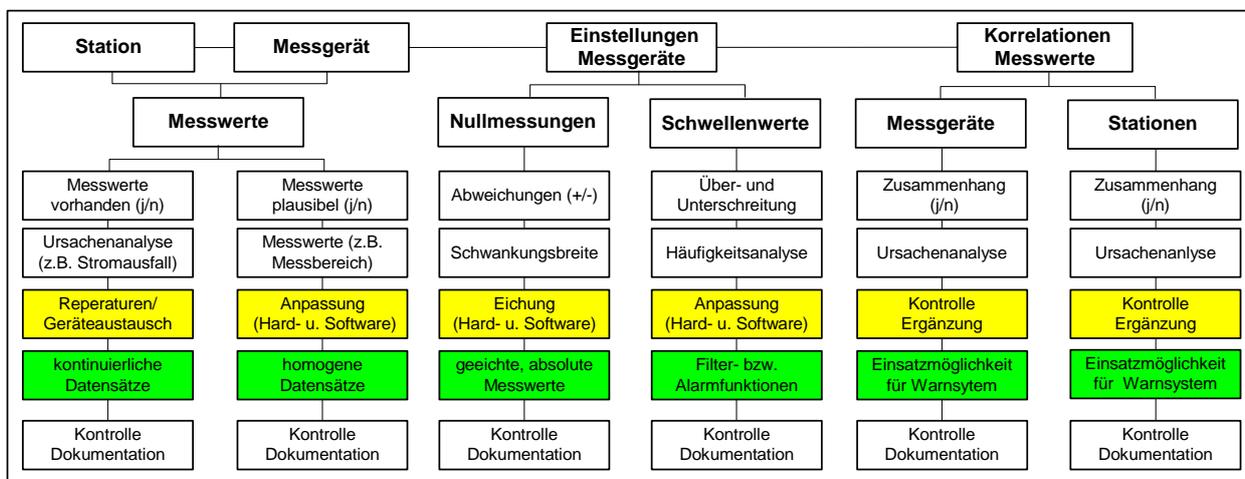


Abb. 1: Schema zur Überprüfung und Kontrolle der Messungen

Ein Ziel der Auswertung ist die Definition von Messwerten als Grenzwerte, die den Alarmbetrieb (Aktivmodus) auslösen. Darüber hinaus werden für die Stationen Faschingalmbrücke, Ober- und Unterschappler grobe Richtwerte zur Auslösung eines Alarmsignals anhand des Ereignisses vom 16.8.1997 vorgeschlagen.

Bei der Installation der Messgeräte wurden von den Firmen bereits Grenzwerte für den Alarmbetrieb festgelegt, ohne jedoch die Entscheidungsgrundlagen zu dokumentieren. Die Auswertung soll prüfen, ob diese Werte zu niedrig oder zu hoch angesetzt wurden. Die Grenzwerte des Ultraschallpegels sollen mit Hilfe eines Pegelschlüssels vom Extremereignis am 16.8.1997 und dem Ereignis am 18.11.2002 abgeschätzt werden (siehe Abb. 2).

Im Gegensatz dazu können die Grenzwerte der Geophone nur mit Hilfe der Messwerte angenommen werden. Die Messwerte können aber letztlich nicht verifiziert werden, da ein zeitlicher Bezug zum Ereignis fehlt und daher können mit Hilfe der Jahresreihe 2002 und des Ereignisses am 18.11.2002 maximal Vorschläge für eine Anpassung des Grenzwerte gemacht werden.

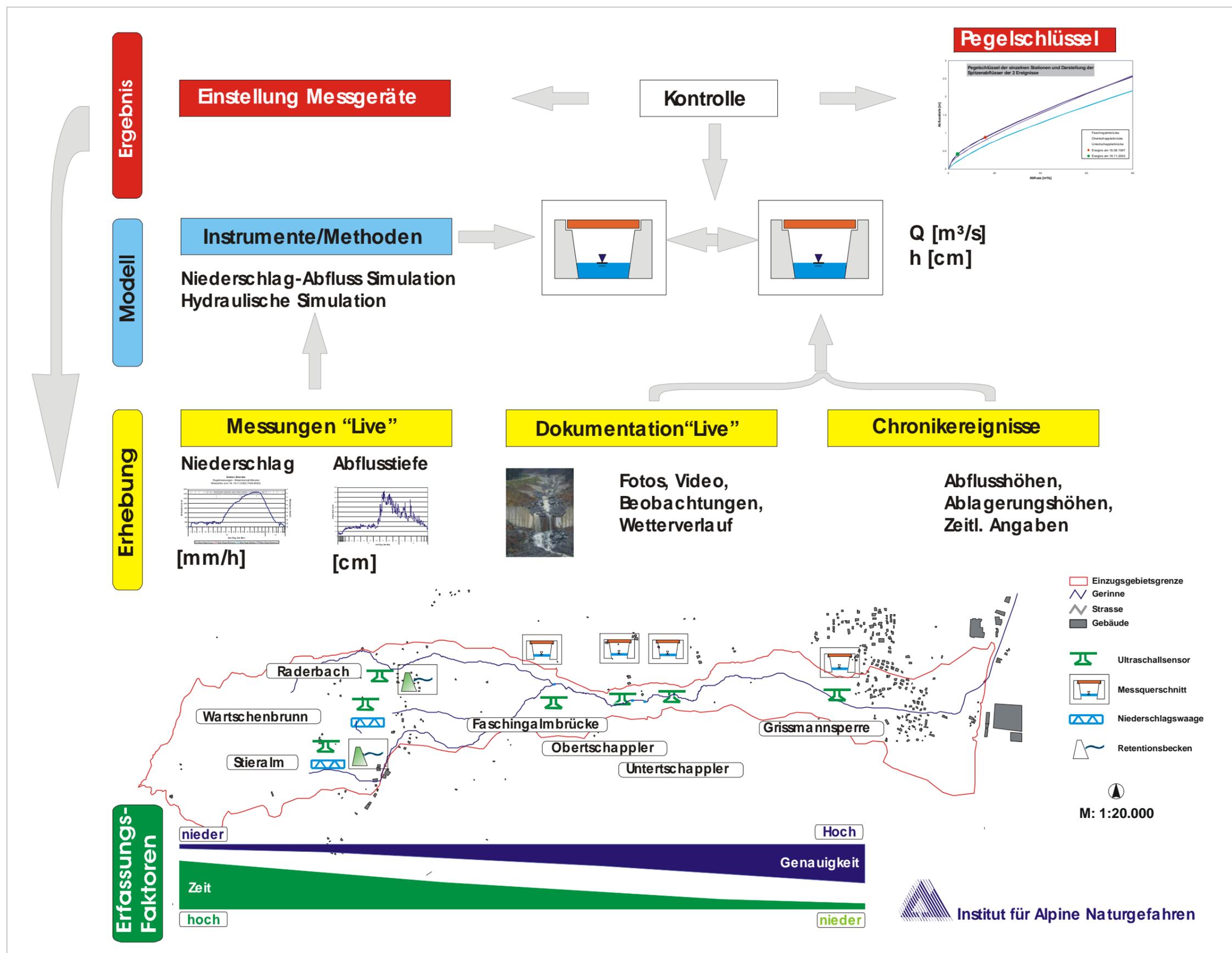


Abb. 2 Schema für die Dokumentation und Analyse von Ereignissen für das Frühwarnsystem Wartschenbach

3.2 Bestimmung der Abflussmengen/-höhen mittels Pegelschlüssel für die Festlegung von Grenzwerten

Die Grenzwerte der Ultraschallpegel können mit Hilfe eines Pegelschlüssels an den einzelnen Messquerschnitten abgeleitet werden. Dafür werden die Spitzenabflüsse der Ereignisse im Jahr 1997 und 2002 an den Messstandorten für einen Reinwasserabfluss zurückgerechnet. Dies ist deshalb möglich, da sich die untersuchten Bachabschnitte oberhalb der Erosionsstrecke im verbauten Bachabschnitt befinden und die Feststoffe im Abflussprozess vernachlässigt werden können.

3.2.1 Modellgrundlagen

Die Abflussberechnung wurde mit dem hydraulischen Modell Hec-Ras durchgeführt. 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. Die berechneten Geschwindigkeiten werden über das Querprofil in definierbaren Abschnitten verteilt ausgegeben.

Die Modellbereiche für die Abflussberechnungen umfassen die einzelnen Brückenquerschnitte, die mit Ultraschallpegel ausgerüstet sind sowie die unmittelbar anschließenden Gerinneabschnitte auf einer Länge von 10 m. Die Erstellung eines zusammenhängenden Gerinnemodells war aufgrund der fehlenden Daten nicht möglich.

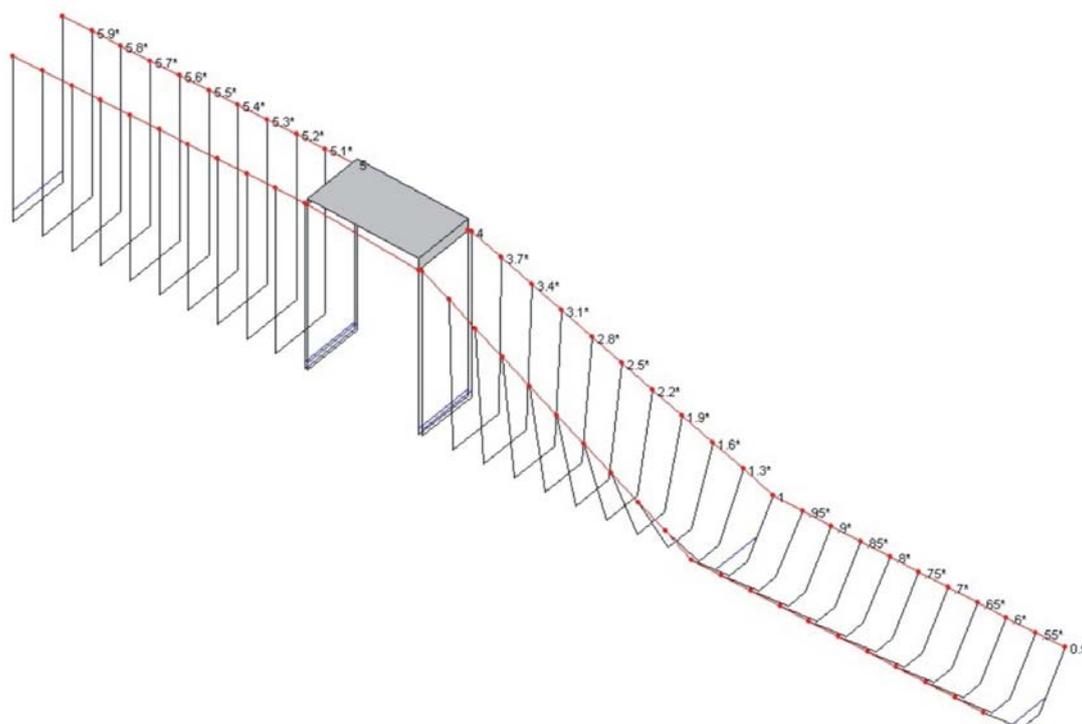


Abbildung 3: Modellbeispiel für den Messstandort Obertschappler (Darstellung überhöht)

Das Modell baut auf die Erhebungen des Extremereignisses vom 16.8.1997 sowie auf die Dokumentation und die Ultraschall-Messungen des Ereignisses vom 18.11.2002 auf. Die dokumentierten Profilgeometrien des Extremereignisses am 16.8.1997 wurden mit einfachen Hilfsmitteln erstellt und die Abflussgeschwindigkeit geschätzt (HÜBL, et al, 2002). Die Abflusstiefen des Ereignisses am 18.11.2002 wurden durch Ultraschallpegel gemessen und im Zuge einer Begehung erfasst. Aufgrund der starken Schwankungen bei den Messwerten wurde für die maximale Abflusstiefe die 90. Percentile der 10 Minutenwerte für die Abflussberechnung verwendet.

Messstation	Ultraschall [cm]	Begehung [cm]
Faschingalm	33	-
Obertschappler	23	30 - 40
Untertschappler	38	35

Tab. 1: Anschlagmarken der einzelnen Stationen beim Ereignis am 18.11.2002

Als erster Schritt erfolgte die Ermittlung des Spitzenabflusses. Die Ergebnisse sind der Tab. 2 zu entnehmen.

Messstation	Abflusstiefe [cm]	Abfluss [m³/s]
Faschingalm	35	3.0
Obertschappler	23	4.2
Untertschappler	38	4.7

Tab. 2: Rückgerechnete Spitzenabflüsse vom Ereignis am 18.11.2002

Aufgrund der guten Übereinstimmung der Spitzenabflüsse der Messstation Ober- und Untertschappler wird der Spitzenabfluss für das Ereignis am 18.11.2002 mit rund 4.5 m³/s festgelegt.

3.2.2 Modell-Evaluierung

Um die Modellannahmen und die daraus resultierenden Ergebnisse auf Plausibilität zu prüfen, wurde im Bereich der Faschingalmbrücke ein weiteres Modell mit der „alten“ Brückengeometrie (Situation 1997) erstellt und mit dem damals rückgerechneten Spitzenabfluss beaufschlagt, siehe (HÜBL et al, 1998, HÜBL et al, 2002). Die Ergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung mit den dokumentierten Anschlaglinien. Der Brückendurchlass soll am 16.08.1997 frei durchflossen worden sein.

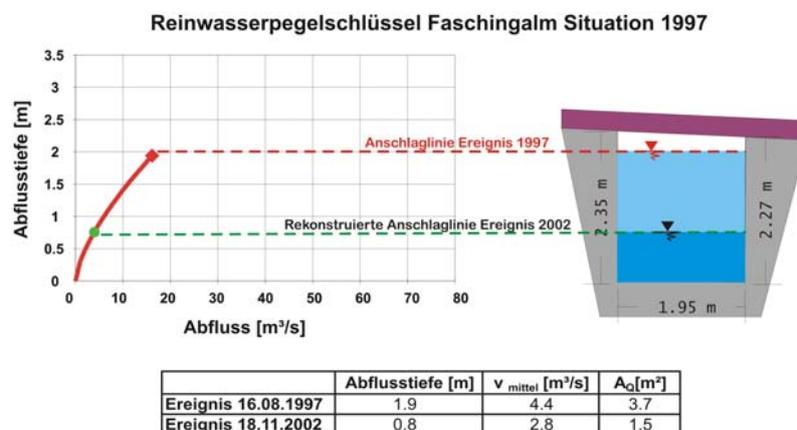


Abb. 4: Wasserspiegellagen und Pegelschlüssel für die „Alte“ Brückengeometrie der Faschingalmbrücke für das Ereignis am 16.8.1997

Im Pegelschlüssel sind die rückgerechneten Spitzenabflüsse der Ereignisse am 16.08.1997 und 18.11.2002 dargestellt. Da das Ereignis am 16.08.1997 einen Geschiebeabtrag im Mittellauf von 50.000 m³ zur Folge hatte, kann diese Abflussmarke grob als Anhaltspunkt für einen Grenzwert zur Auslösung eines Alarmsignals angesehen werden. Beim Ereignis am 18.11.2002 wurden dagegen nur ca. 1000 m³ Geschiebe mobilisiert. Aus diesen Ergebnissen kann ein grober

Anhaltswert für einen Pegelgrenzwert für den Alarmbetrieb (Aktivmodus) je Station abgeschätzt werden.

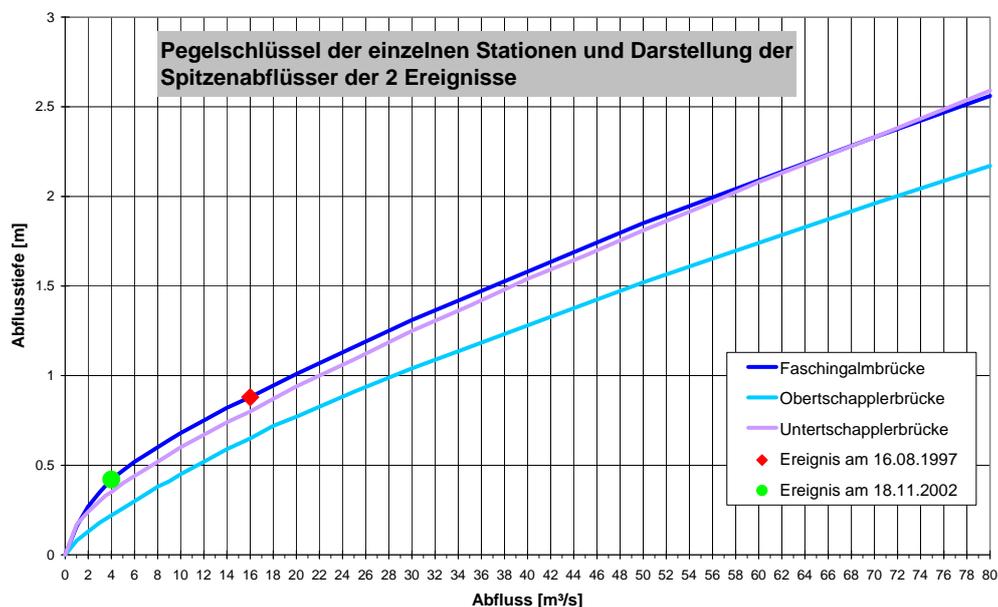


Abb. 5: Pegelschlüssel der Messstationen

Es muss an dieser Stelle festgehalten werden, dass dieser Pegelschlüssel unter der Annahme eines Reinwasserabflusses erstellt wurde, das Sohlgefälle zwischen 10 und 20% für die Berechnung mit Manning/Strickler nicht unbedingt geeignet ist und nur ein Ereignis als Datengrundlage herangezogen werden konnte.

3.3 Abschätzung der Abflusszeiten zwischen der Station Faschingalmbrücke und Schwemmkegelhals

Die Kenntnis der zeitlichen Abfolge der Abflussspitzen in den Messstandorten ist für ein Warn- und Alarmsystem eine wichtige Grundlage, um die zu erwartende Vorwarnzeit im Ereignisfall abzuschätzen.

Als Grundlagen für die Ermittlung der Abflusszeiten wurden die Aussagen der Bevölkerung zum Ereignis am 18.8.1997 sowie die Ergebnisse der Niederschlags-Abflusssimulationen (HÜBL, et al., 1998, bzw. HÜBL, et al., 2000) verwendet. Da die Ergebnisse der N/A-Simulationen für die Knoten Faschingalm und Schwemmkegel bekannt sind, können nur diese 2 Knoten für die Ermittlung der Abflusszeiten herangezogen werden. Es wurden die Ergebnisse der Szenarien des Reports 19 (HÜBL, et al., 1998, NS-Endbetont) und die Ergebnisse mit den modifizierten Bemessungsniederschlägen des Reports 49 (HÜBL, et al., 2000, NS-Blockregen) mit

den beobachteten bzw. rekonstruierten Abflusszeiten verglichen und in der Abb. 6 dargestellt.

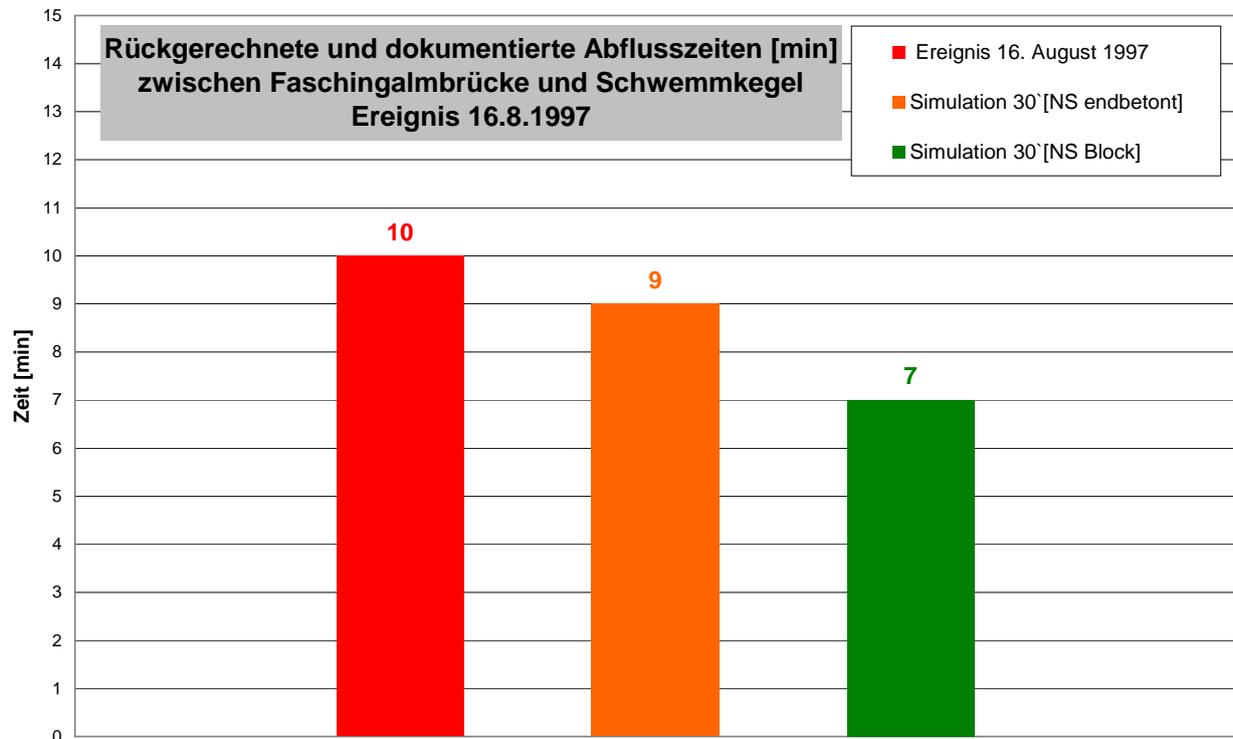


Abb. 6 Abflusszeiten zwischen Faschingalmbrücke und Schwemmkegel für das Ereignis am 16.8.1997

Die Abflusszeiten für den Spitzenabfluss zwischen der Faschingalmbrücke und dem Schwemmkegel sind mit 7 bis 10 Minuten extrem kurz. Die Ergebnisse können als grober Anhaltswert nur für ein solches Extremereignis herangezogen werden, das den Niederschlagsschwerpunkt ähnlich wie beim Ereignis 1997 im oberen Einzugsgebiet hat.

Die gemessenen Abflussspitzen des Ereignisses am 18.11.2002 konnten für die Rekonstruktion der Abflusszeiten nicht verwendet werden, da die Messwerte der Stationen Faschingalmbrücke und Grissmannsperre in keinen zeitlichen Zusammenhang gebracht werden konnten.

3.4 Station Grissmannsperre

3.4.1 Videoaufnahmen

Der Videorekorder zeichnete ursprünglich alle 10 Minuten eine Bildsequenz auf und die vollbespielte VHS Kassette wurde laufend überspielt.

Bei Überschreiten des Grenzwertes des Geophons der Station Grissmannsperre wurde der Alarmmodus der Videokamera bzw. des –recorders ausgelöst und in Echtzeit aufgezeichnet. Bei Dämmerung und Dunkelheit schaltete sich gleichzeitig nach einer Aufwärmzeit von mehreren Minuten die Scheinwerferbeleuchtung ein.

3.4.1.1 Messreihe Jahr 2002

Die vollbespielte VHS-Kassette wurde bis zum Ereignis am 18.11.2002 laufend überschrieben und nicht gelöscht. Die Kassette dürfte darüber hinaus nicht ausgetauscht worden sein, sodass die Kassette mehr als 12 mal bespielt wurde.

3.4.1.2 Messreihe - Ereignis 18.11.2002

Die Aufzeichnung des Ereignisses am 18.11.2002 erfolgte mit der VHS-Kassette (Seriennummer 1349 DS 061299 349). Die Aufnahmen sind aufgrund der zahlreichen Bildstörungen bzw. –ausfälle nur in einem äußerst beschränkten Umfang brauchbar. Die Videokamera schaltete am Beginn des Ereignisses 3 mal in den Alarmmodus. Die Aufzeichnungsdauer im Aktivmodus (Alarmbetrieb) beträgt 7 Stunden und 40 Minuten, davon konnten aber letztlich nur 10 Bildsequenzen mit insgesamt 1 Minute und 50 Sekunden für die visuelle Analyse verwendet werden. Die mit Abstand längste Sequenz ist 45 Sekunden lang, die anderen Bildsequenzen sind deutlich kürzer.

Der Aktivmodus wurde am 18.11.2002 um 16:05:37 zum ersten Mal ausgelöst. 21 Sekunden später wurde dieser Modus für mehr als 55 Minuten durch den Normalbetrieb wieder unterbrochen, der rund 36 Minuten dauerte, bevor um 17 Uhr 38 der Alarmbetrieb endgültig ausgelöst wurde. Die letzten verwendbaren Videoaufzeichnungen reichen nur bis 23 Uhr 44. Die sehr kurzen Bildsequenzen, die für die visuelle Analyse des Ereignisses letztlich verwendet werden konnten, sind zeitlich sehr heterogen verteilt wie die Tab. 3 zeigt.

Aufnahmemodus	Von	bis	Dauer	Bemerkung
1. Aufnahmesequenz	17:38:26	17:38:38	0:00:12	
1. Störung/Ausfall	17:38:38	21:31:47	3:53:09	
2. Aufnahmesequenz	21:31:47	21:32:09	0:00:22	
2. Störung/Ausfall	21:32:09	21:41:13	0:09:04	
3. Aufnahmesequenz	21:41:13	21:41:16	0:00:03	Belichtung schwach
3. Störung/Ausfall	21:41:16	21:45:38	0:04:22	
4. Aufnahmesequenz	21:45:38	21:46:23	0:00:45	Belichtung schwach
4. Störung/Ausfall	21:46:23	22:03:10	0:16:47	
5. Aufnahmesequenz	22:03:10	22:03:29	0:00:19	Belichtung schwach
5. Störung/Ausfall	22:03:29	22:27:58	0:24:29	
6. Aufnahmesequenz	22:27:58	22:28:00	0:00:02	Belichtung schwach
6. Störung/Ausfall	22:28:00	23:00:05	0:32:05	
7. Aufnahmesequenz	23:00:05	23:00:08	0:00:03	Belichtung schwach
7. Störung/Ausfall	23:00:08	23:14:51	0:14:43	
8. Aufnahmesequenz	23:14:51	23:14:53	0:00:02	Belichtung schwach
8. Störung/Ausfall	23:14:53	23:44:20	0:29:27	
9. Aufnahmesequenz	23:44:20	23:44:22	0:00:02	Belichtung schwach
9. Störung/Ausfall	23:44:22	k.A.	k.A.	Ausfall

Tab. 3: Videoaufzeichnungen des Ereignisses am 18.1.2002

3.4.1.3 Ergebnisse - Grenzwerte

Die Geophon- und Pegelmessungen (siehe Abb. 8 und Abb. 10) zeigen, dass nur ein Teil des Ereignisses erfasst wurde. Die Analyse der stark gestörten Aufnahmen erlaubt keine Aussage anhand der Videoaufnahmen wie lange bzw. wann der Alarmmodus aufrechterhalten oder unterbrochen wurde.

Die Ursache für die mangelnde Bildqualität der Aufzeichnung des Ereignisses am 18.11.2002 wird darin gesehen, dass die Kassette zu oft wiederbespielt wurde und dass die Stromversorgung bzw. Beleuchtung mangelhaft war. Die Kassetten sollten laut Beschreibung nicht mehr als 12 Mal überspielt werden, wobei der Inhalt der Kassette vor dem Überspielen gelöscht werden sollte. Eine VHS Kassette reicht nicht aus, um ein Ereignis vollständig zu erfassen.

Die Beleuchtung des Messquerschnittes reichte beim Ereignis jedenfalls nicht aus. Die Videoaufzeichnung ist viel zu schwach belichtet. Die Aufzeichnungen sind aufgrund der völlig unzureichenden Belichtung ab 21Uhr41 fast unbrauchbar und eigneten sich nicht für die visuelle Auswertung des Murereignisses. Die lange Aufwärmdauer der Schweinwerfer kann mit ein Grund sein für die unzureichende Belichtung.

Aufgrund dieser Erfahrungen erfolgt eine Videoaufzeichnung in Zukunft überhaupt nur mehr im Alarmmodus, wenn der Grenzwert des Geophons überschritten wird.

Das wiederholte Aus- und Einschalten der Videoaufzeichnung nach kurzen Unterschreitungen des Grenzwertes wird laut Statusbericht der Fa. Messtechnik-Logistik St. Gschwendtner durch den Einbau eines Verzögerungsrelais verhindert, wodurch die Videoaufzeichnung 5 Minuten weiter aufrecht erhalten wird.

Wie die Analyse der Messergebnisse zeigt, könnte damit das Unterschreiten des Grenzwertes und damit die Unterbrechung des Alarmbetriebes bei einem Ereignis wie am 18.11.2002 von 33 auf lediglich 21 Unterbrechungen reduziert werden (siehe Abschnitt 3.4.2.3). Die Videoaufzeichnungen wurden digital verarbeitet und liegen in MPEG-Formaten für Internet, Windows Media Player und Power Point vor.

3.4.1.4 *Wartung/Betreuung*

Die VHS-Kassetten haben eine Aufnahmedauer von 300 Minuten. Die Videokamera und der IVC-Recorder werden im Winter (je nach Witterungsverlauf) demontiert. Es wird empfohlen, dass die Geräte nach Möglichkeit nicht tieferen Minus-Temperaturen ausgesetzt werden. Der Container war nicht isoliert und daher wurde es im Sommer viel zu heiß für die Geräte, deshalb wurde der Container im Sommer 2003 im Auftrag der WLW isoliert. Die Halogenscheinwerfer werden im Winter nicht ausgetauscht. Die Funktion der Scheinwerfer sollte aber jährlich im Frühjahr aufgrund der starken Witterungseinflüsse geprüft werden.

3.4.2 Geophon

3.4.2.1 Messreihe - Jahr 2002

Die Messreihe für das Jahr 2002 beginnt am 10.1.2002 und endet am 19.12.2002. Der Grenzwert des Geophons wurde bei der Installation mit 200 mV festgelegt und wird von den maximalen Tageswerten im Jahr an 9 Tagen überschritten. Die Maximalwerte der Geophonmessungen liegen an 16 Tagen im Jahr zum Teil weit über 100 mV. 50 Prozent der Tagesmesswerte sind an allen Tagen im Jahr kleiner als 15 mV, wobei die Messwerte nur an 24 Tagen über Null liegen, siehe Abb. 7.

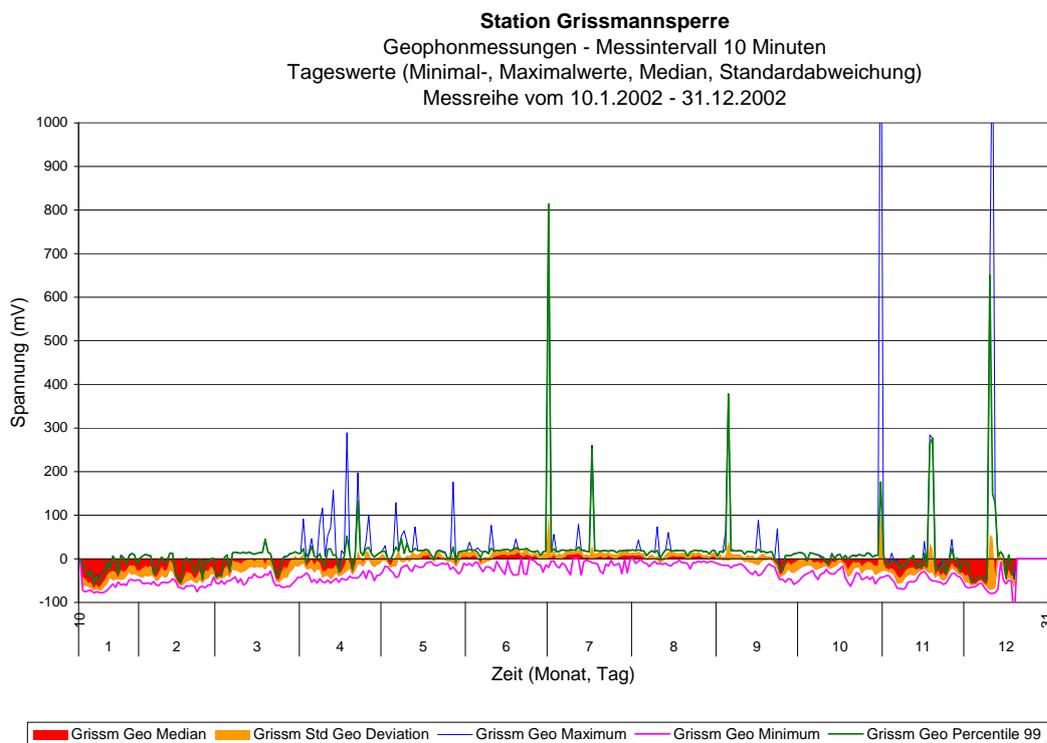


Abb. 7: Geophonmessungen der Station Grissmannsperre - Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min.

3.4.2.2 Messreihe - Ereignis 18.11.2002

Beim Ereignis am 18.11.2002 überschreitet ein Maximalwert den Messbereich, zahlreiche Messwerte liegen im Minusbereich. Die Messwerte der Geophonmessungen schwanken sehr stark, insbesondere die Maximalwerte. Die Ausreißer der Messwerte des Alarmmodus könnten wie die Abb. 8 zeigt durch den Median eliminiert werden. Zwischen den Geophon- und Pegelmessungen besteht keine Korrelation. Das Geophon zeichnete rund 3 Stunden vor dem maximalen Pegelwert wiederholt Messwerte von rund 100 mV auf.

Station Grissmannsperre
 Geophonmessungen - Minutenwerte
 Ereignis 18.-19.11.2002

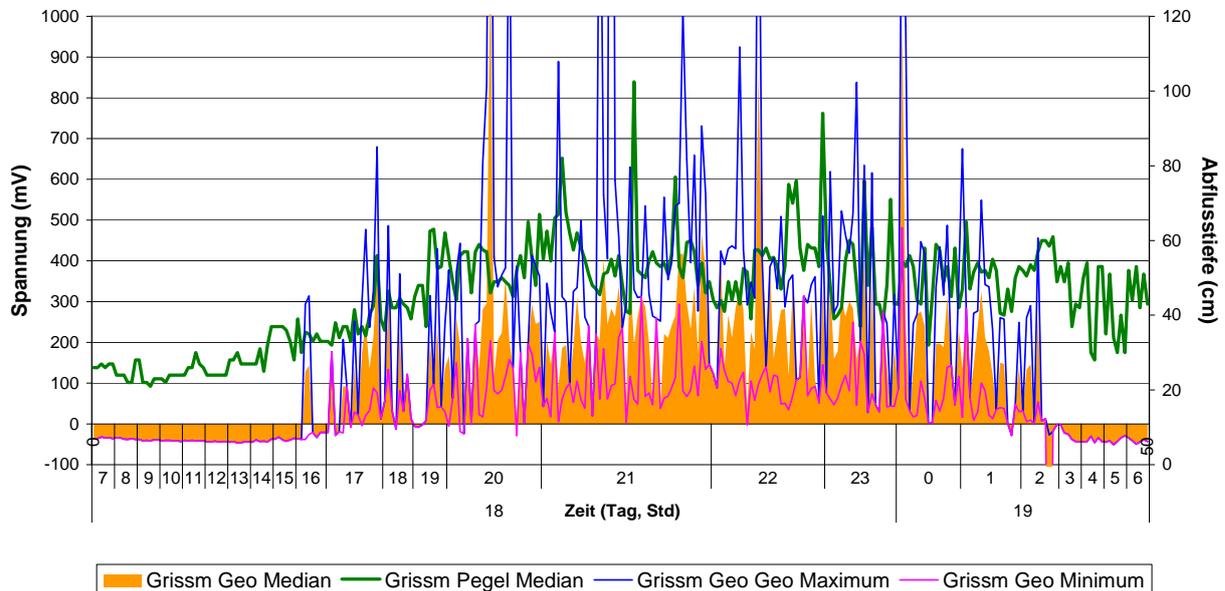


Abb. 8: Geophonmessungen der Station Grissmannsperre- Minutenwerte vom Ereignis am 18.11.2002

3.4.2.3 Ergebnisse - Grenzwerte

Die Ursachen für die äußerst starken Ausschläge bei den Messwerten konnte nicht geklärt werden. Extreme Messwerte treten aber immer nur in sehr kurzen Zeitintervallen auf. Der Grenzwert von 200 mV wurde beim Ereignis wiederholt über- bzw. unterschritten. Der Alarmmodus wurde 33 mal (!) durch den Normalbetrieb unterbrochen. Darüber hinaus wurden 97 Werte unter dem Messbereich (Minuswerte) sowie ein Wert über dem Messbereich von 2500 mV erfasst.

Der Grenzwert des Geophons der Station Grissmannsperre kann mit den bisherigen Ergebnissen nicht weiter angepasst werden, da die Messwerte innerhalb sehr kurzer Zeit extrem schwanken.

Die Messergebnisse könnten noch verbessert werden, wenn nicht die Ist-, sondern die Mittelwerte von Messintervallen abgespeichert und so die Extremwerte z.T. eliminiert werden.

3.4.3 Ultraschallpegel

3.4.3.1 Messreihe – Jahr 2002

Die Maximalwerte des Pegels liegen an 9 Tagen deutlich über 100 mm, 99 Prozent der Tagesmesswerte liegt nur mehr an 4 Tagen über 100 mm. Die Spitzenwerte der Pegelmessungen stehen in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit den gemessenen Niederschlägen der Stationen Stieralm und Wartschenbrunn wie aus der Abb. 9 hervorgeht.

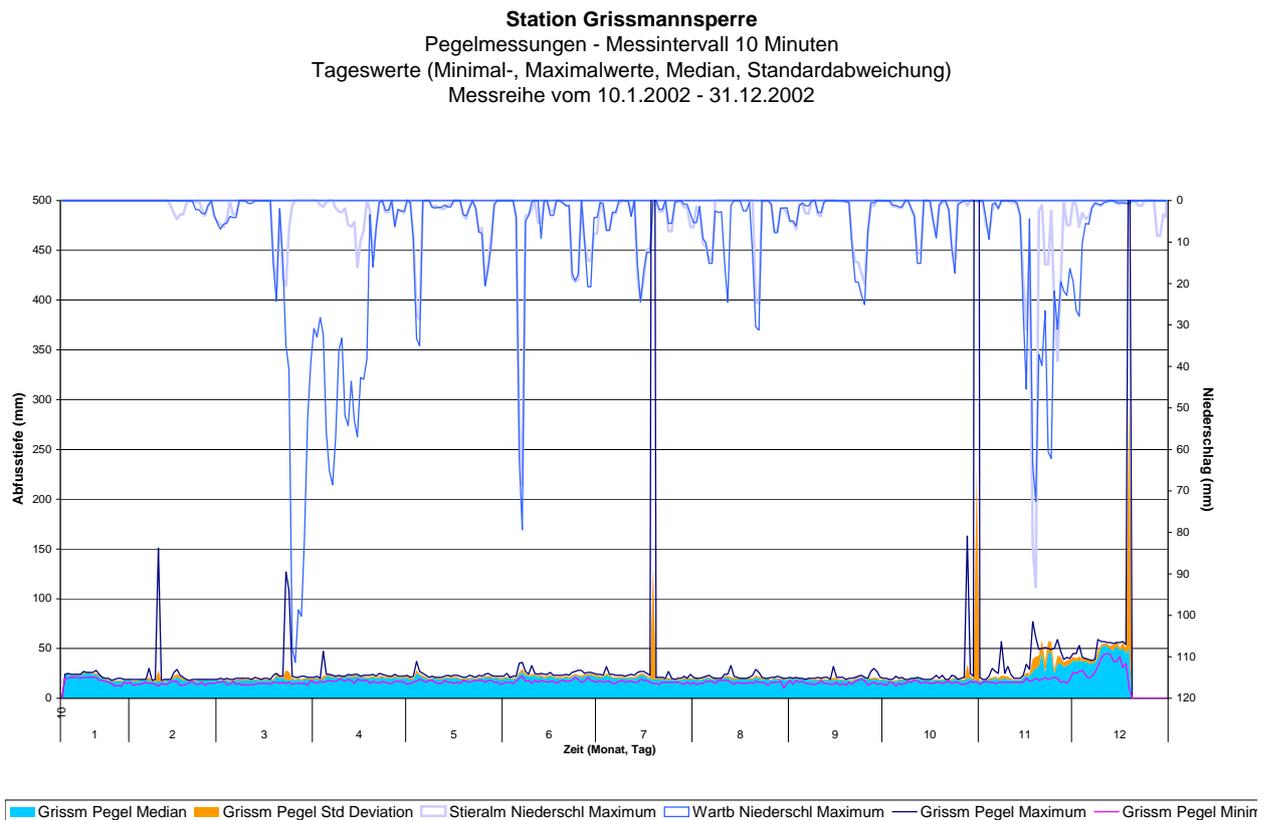


Abb. 9: Pegelmessungen der Station Grissmannsperre - Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min, Vergleich mit den maximalen Tagesniederschlägen

3.4.3.2 Ereignis 18.11.2002

Der Aufnahmemodus wechselt beim Ereignis ständig zwischen dem Normal- und dem Alarmbetrieb wie die Abb. 10 zeigt. Die Pegelmessungen weichen im Alarmmodus selbst innerhalb der Minuten-Intervalle sehr stark voneinander ab.

Station Grissmannsperre
 Pegelmessungen - Messintervall Minuten
 Messreihe vom 18.-19.11.2002 (7h00-6h50)

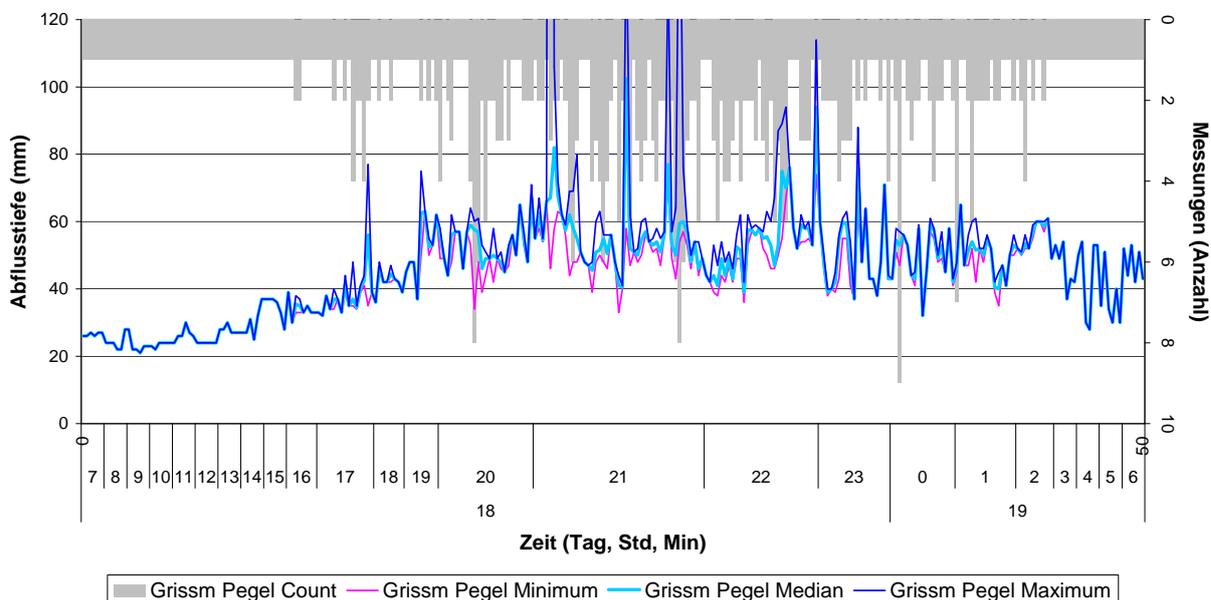


Abb. 10: Pegelmessungen der Station Grissmannsperre – Ereignis am 18.11.2002

3.4.3.3 Ergebnisse - Grenzwerte

Die Messungen schwanken sehr stark zwischen dem Normal- und dem Alarmmodus. Es gibt mehrere Ausreißer mit extremen Maximalwerten. Die Extremwerte könnten mit dem Median eliminiert werden, ohne dass der Entwicklungstrend der Messwerte dabei verloren geht. Die Pegelmessungen könnten aber auch schon mit der 90. Perzentile ausreichend eliminiert werden, wie z.B. aus der Tab. 4 hervorgeht.

Auf die Berechnung eines Pegelschlüssels musste aufgrund der Messwert-schwankungen beim Ereignis am 18.1.2002 und des unbekanntem Feststoffanteils im Abfluss verzichtet werden.

	GEOPHON (mV)			Pegel (mm)			Temp (°C)			Batterie (mV)			
	Messreihe	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		
Messintervall	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	
N	Valid	49334	148	370	49333	148	370	49334	148	370	49334	148	370
	Missing	2	0	0	3	0	0	2	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
Mean		-18	11	263	22	39	55	10	3.7	2.9	13.5	13.5	13.5
Median		-15	-33	234	19	37	53	10	3.1	2.9	13.5	13.5	13.5
Minimum		-150	-51	-999	10	21	32	-9	2.8	2.7	0.0	13.5	13.5
Maximum		1536	284	3178	2562	77	620	33	6.8	3.3	14.8	13.5	13.5
Percentiles	0.1	-81	-51	-999	14	21	32	-8	2.8	2.7	8.8	13.5	13.5
	1	-73	-51	-28	15	21	33	-6	2.8	2.8	11.9	13.5	13.5
	5	-61	-45	17	17	23	38	-2	2.8	2.8	13.5	13.5	13.5
	10	-54	-44	39	17	24	41	1	2.8	2.8	13.5	13.5	13.5
	90	12	125	498	25	58	64	20	5.6	3.1	13.7	13.5	13.5
	95	15	250	638	38	61	74	23	6.2	3.1	13.8	13.5	13.5
	99	18	281	1606	53	71	138	27	6.8	3.2	14.0	13.5	13.5
	99.9	113	284	3178	59	77	620	31	6.8	3.3	14.3	13.5	13.5

Tab. 4: Übersicht der Messwerte der Station Grissmannsperre - Jahresreihe 2002 und Messreihe des Ereignisses am 18.11.2002

3.4.4 Wartung, Betreuung

Der Ultraschallpegel ist durch eine Seilkonstruktion weit über den Bachquerschnitt gespannt, sodass die Schwingungen des Ultraschallpegel die Messergebnisse verfälschen. Veränderungen des Seildurchhangs sind daher zu beobachten und allenfalls zu korrigieren.

3.5 Station Zufahrt Wartscher

3.5.1 Geophon

3.5.1.1 Messreihe - Jahr 2002

Die Messreihe für das Jahr 2002 beginnt erst am 26.1. und endet schon am 24.11.2002, nachdem die Energieversorgung - die Batteriespannung betrug nur mehr 7.08 mV - zusammengebrochen ist. Der Grenzwert des Geophons von 200 mV wurde von den maximalen Tageswerten im Jahr 23 mal überschritten. Im Jahr 2002 wurden in dieser Station insgesamt höhere und vor allem wesentlich häufiger Spitzenwerte gemessen als z.B. bei der Station Grissmannsperre.

Die Maximalwerte der Geophonmessungen liegen im Jahr 2002 an 38 Tagen zum Teil auch weit über 100 mV. Betrachtet man 99 Prozent der Werte, dann liegen die Werte nur mehr an 25 Tagen über 100 mV. 95 Prozent der Messwerte überschreiten nur an 8 Tagen den Wert von 100 mV. Auch in dieser Station treten wiederholt Minuswerte auf. Wie die Abb. 11 zeigt fehlen vom 31.5. - 10.6.2002 die Messwerte. Die Energieversorgung war unzureichend und daher fiel die Messstation aus. Die Batteriespannung hatte z.B. am 31.5.2002 nur mehr eine Spannung von 4.6 mV.

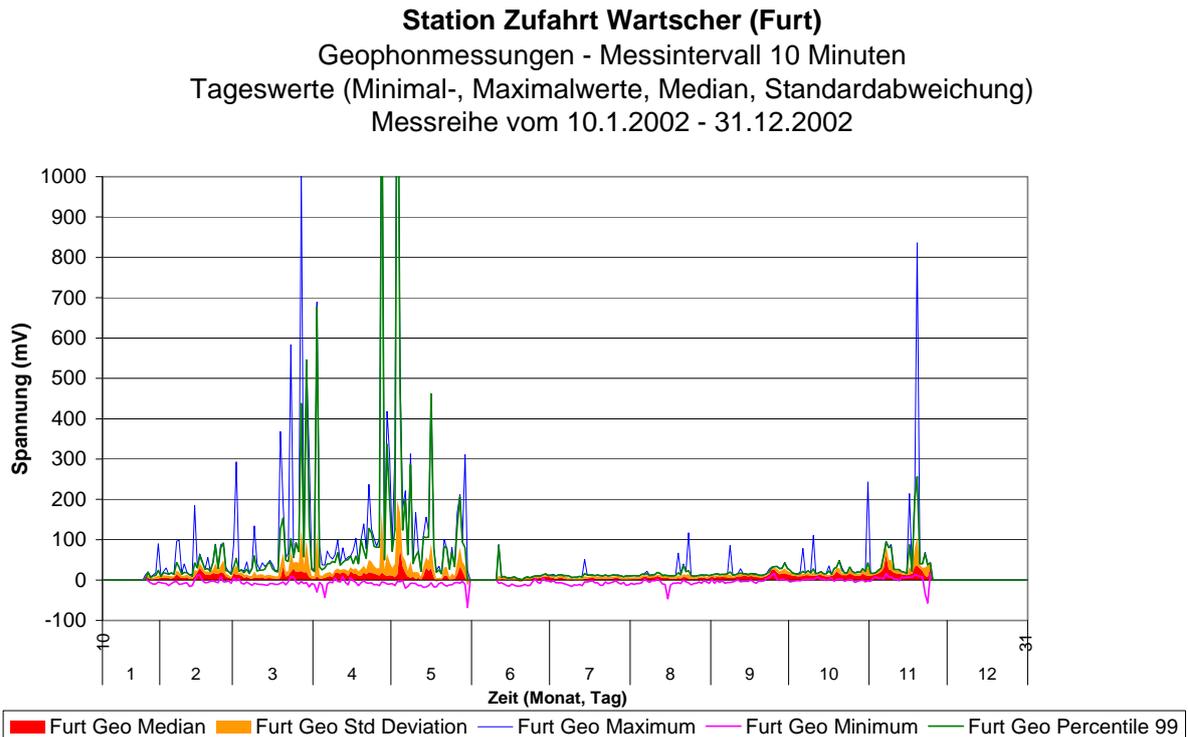


Abb. 11: Geophonmessungen Station Zufahrt Wartscher - Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min.

3.5.1.2 Messreihe - Ereignis 18.11.2002

Die maximalen Minutenwerte überschreiten den Grenzwert von 200 mV beim Ereignis 27 mal. Die mittlere Schwankungsbreite zwischen den minimalen und maximalen Messwerten beträgt mehr als 700 (!) mV. Die Maximalwerte des Geophons decken sich teilweise mit den Pegelwerten wie die Abb. 12 zeigt. Generell sind die Messwerte des Geophons der Zufahrt Wartscher deutlich höher als z.B. beim Geophon der Station Grissmannsperre.

Station Zufahrt Wartscher (Furt)
 Geophonmessungen - Minutenwerte
 Ereignis 18.-19.11.2002

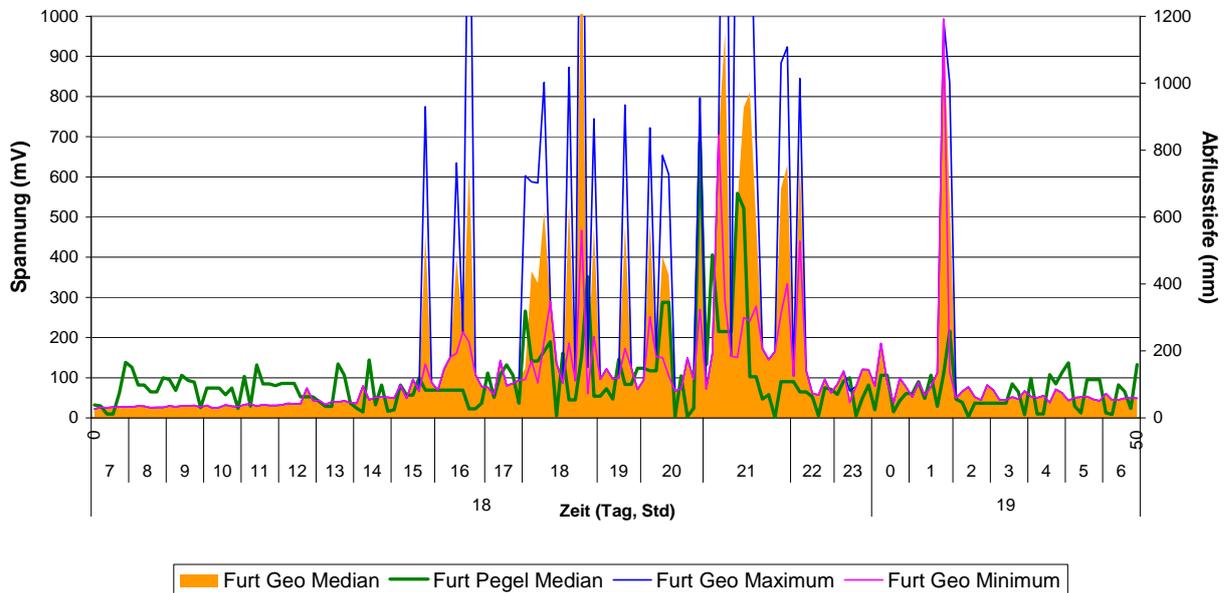


Abb. 12: Geophonmessungen der Station Zufahrt Wartscher – Minutenwerte des Ereignisses am 18.11.2002

3.5.1.3 Ergebnisse - Grenzwerte

Der Alarmmodus wurde beim Ereignis (bezogen auf Minutenintervalle) 25 Mal aktiviert, 65 Messwerte wurden dabei gespeichert. Damit war der Alarmmodus wesentlich kürzer als z.B. bei der Station Grissmannsperre. Dies könnte u.a. auch damit zusammenhängen, dass das Geschiebe beim Ereignis primär unterhalb der Messstation mobilisiert wurde. Angesichts der extremen Schwankungsbreite der Geophonmesswerte gibt es keine Anhaltswerte für die Ableitung eines Grenzwertes.

3.5.2 Ultraschallpegel

3.5.2.1 Messreihe – Jahr 2002

Die Messwerte der Station Zufahrt Wartscher sind in den Sommermonaten Juli und August nicht plausibel.

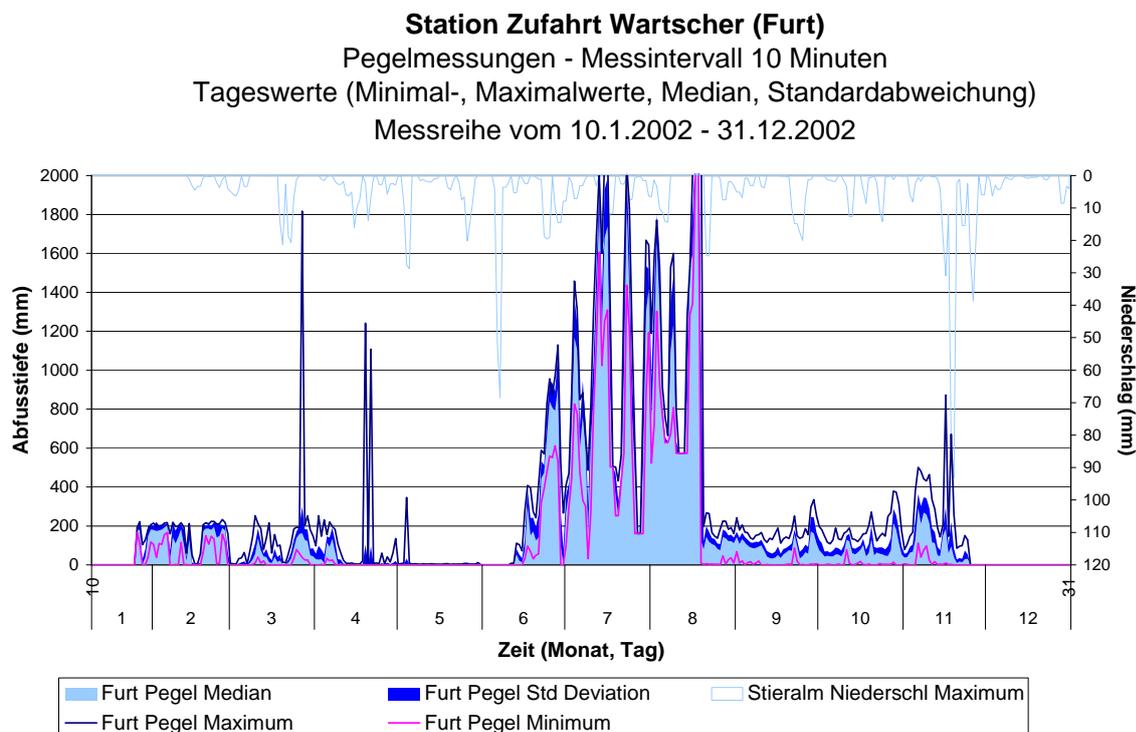


Abb. 13: Pegelmessungen der Station Zufahrt Wartscher – Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min.

3.5.2.2 Messreihen, Ereignis 18.11.2002

Auffallend bei der Station Zufahrt Wartscher ist, dass die Station nicht öfters bzw. länger im Alarmmodus aufzeichnete, da der Grenzwert des Geophons von 200 mV wiederholt weit überschritten wurde. Die Ausreißer der Maximalwerte treten, wie an der Station Grissmannsperre, vor allem beim Alarmbetrieb auf. Die Messwerte schwanken trotzdem relativ stark.

Der Pegel der Station Zufahrt Wartscher zeichnete um 18h50, 20h50 bzw. 21h20 die größten Abflussspitzen auf (siehe Abb. 14). Bei der Station Grissmannsperre trat die größte Abflussspitze um 21h05, also rund 15 Minuten später als größte Abflussspitze der Station Wartscher auf. Die anderen Abflussspitzen können mit den Pegelmessungen der Station Grissmannsperre nicht in Zusammenhang gebracht werden. Die Ableitung der Abflussgeschwindigkeit durch die Gegenüberstellung der

Abflussspitzen der beiden Stationen ergibt für den 890 m langen Streckenabschnitt mit einem Höhenunterschied von 320 m einen Wert von rund 1.0 m/s. Die Fließgeschwindigkeit könnte deshalb so gering sein, da die 5 Konsolidierungssperren im Unterlauf den Abflussprozess stark unterbrechen.

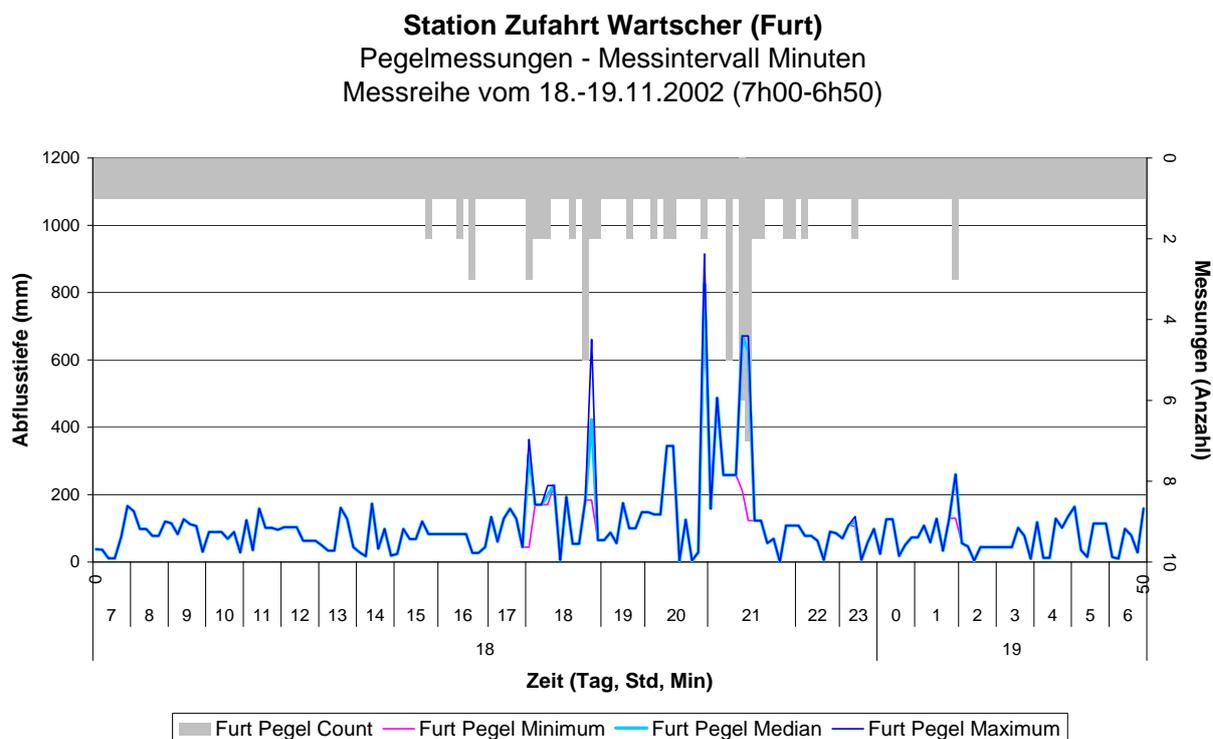


Abb. 14: Pegelmesswerte der Station Zufahrt Wartscher – Minutenwerte des Ereignisses am 18.11.2002

3.5.2.3 Ergebnisse - Grenzwerte

Die Messergebnisse des Ereignisses am 18.11.2002 zeigten, dass mit dem Pegelmessgerät die Laufzeit des Spitzenabflusses nur schwer ermittelt werden kann und die Ergebnisse mit großen Unsicherheiten behaftet sind. Die Pegelmessungen der Station Zufahrt Wartscher zeigen fast drei Monate lang unrealistische Werte (Abb. 13).

Zufahrt Wartscher (Furt)													
GEOPHON (mV)			Pegel (mm)			Temperatur (°C)			Batterie (mV)				
Messreihe	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		
Messintervall	10 Minuten	10 Minuten	Sekunden	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	
N	Valid	41720	144	65	41720	144	65	41720	144	65	41720	144	65
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0	0.0
Mean		12	75	633	238	83	268	9	1	1.1	11.5	7	7.3
Median		8	56	603	76	81	184	9	1	1.1	11.6	7	7.3
Minimum		-68	22	38	0	1	27	-8	1	0.9	0.0	7	7.1
Maximum		1584	836	2032	2652	487	915	30	3	1.4	14.4	8	7.3
Percentiles	0.1	-36	22	38	0	1	27	-6	1	0.9	5.5	7	7.1
	1	-11	23	38	0	2	27	-4	1	0.9	7.2	7	7.1
	5	-5	26	92	0	7	35	-1	1	0.9	9.3	7	7.3
	10	-2	28	130	0	15	65	1	1	1.0	10.7	7	7.3
	90	25	132	1367	775	155	671	17	2	1.3	12.3	8	7.3
	95	36	164	1717	1305	169	671	20	2	1.3	12.7	8	7.3
	99	80	556	2032	1998	364	915	25	3	1.4	13.6	8	7.3
	99.9	256	836	2032	2528	487	915	29	3	1.4	14.2	8	7.3

Tab. 5: Übersicht der Messwerte der Station Zufahrt Wartscher - Jahresreihe 2002 und Messreihe des Ereignisses am 18.11.2002

3.5.3 Wartung, Betreuung

Die mangelnde Energieversorgung der Station Zufahrt Wartscher verursachte im Jahr 2002 wiederholt Stationsausfälle. Das Geophonmessgerät musste ebenfalls verlegt werden, nachdem sich der Felsblock löste, auf dem das Messgerät montiert war.

Die Ursachen für die starken Schwankungen bei den Pegelmessungen sind einerseits in der großen Spannweite der Seilkonstruktion und andererseits bei den Abflussturbulenzen zu suchen, die in der sehr steilen Bachsohle entstehen.

3.6 Station Untertschapler

3.6.1 Geophon

3.6.1.1 Messreihe – Jahr 2002

Die Messreihe für das Jahr 2002 beginnt erst am 19.2. und endet am 31.12.2002. Die Maximalwerte der Geophonmessungen liegen an 268 (!) Tagen über dem Grenzwert von 100 mV, der neben der Station Wartschenbrunn der niedrigste Grenzwert im Wartschenbach ist. 50 Prozent der Messwerte überschreiten an 196 Tagen diesen Grenzwert. Die Geophonmessungen bewegen sich innerhalb des Messbereichs, mit Ausnahme von 2 Tagen, wo die minimalen Messwerte knapp im Minusbereich liegen. Der Mittelwert der Jahresreihe liegt mit 114 mV deutlich über den Mittelwerten der Stationen Grissmannsperre (-18 mV) und der Station Zufahrt Wartscher (12 mV). Die Maximalwerte des Geophons liegen im Jahr 2002 an 85 Tagen über 200 mV.

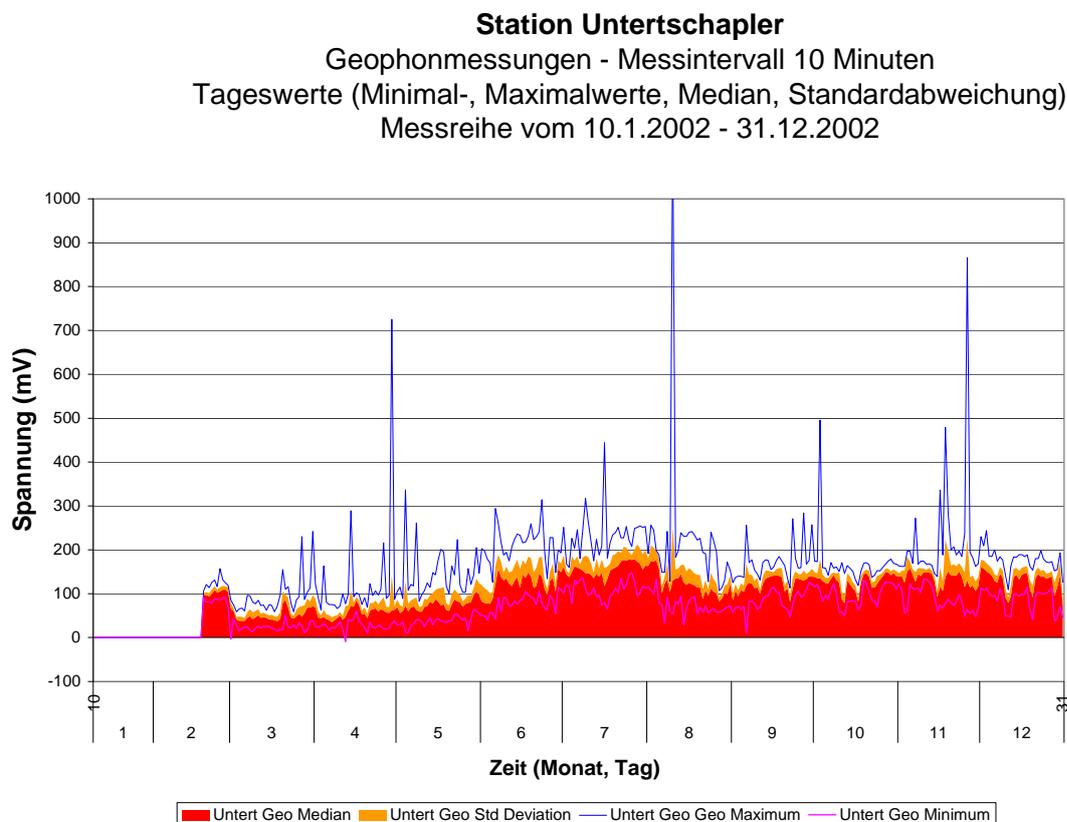


Abb. 15: Geophonmessungen Station Untertschapler- Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min.

3.6.1.2 Messreihe – Ereignis 18.11.2002

Die Messwerte des Ereignisses am 18.11.2002 sind deutlich höher als die Messwerte der Jahresreihe. 50 Prozent der Messwerte, die in 10 Minuten Intervallen gemessen wurden, sind kleiner als 197 mV, während 50 Prozent der Messwerte im Alarmmodus kleiner als 266 mV sind. Zwischen dem Geophon- und Pegel gibt es keine Korrelation (siehe Abb. 16). Der markante Anstieg des Pegels erfolgt unabhängig vom Geophon. Die Schwankungsbreite zwischen den minimalen und maximalen Messwerten beträgt beim Ereignis mehr als 230 mV.

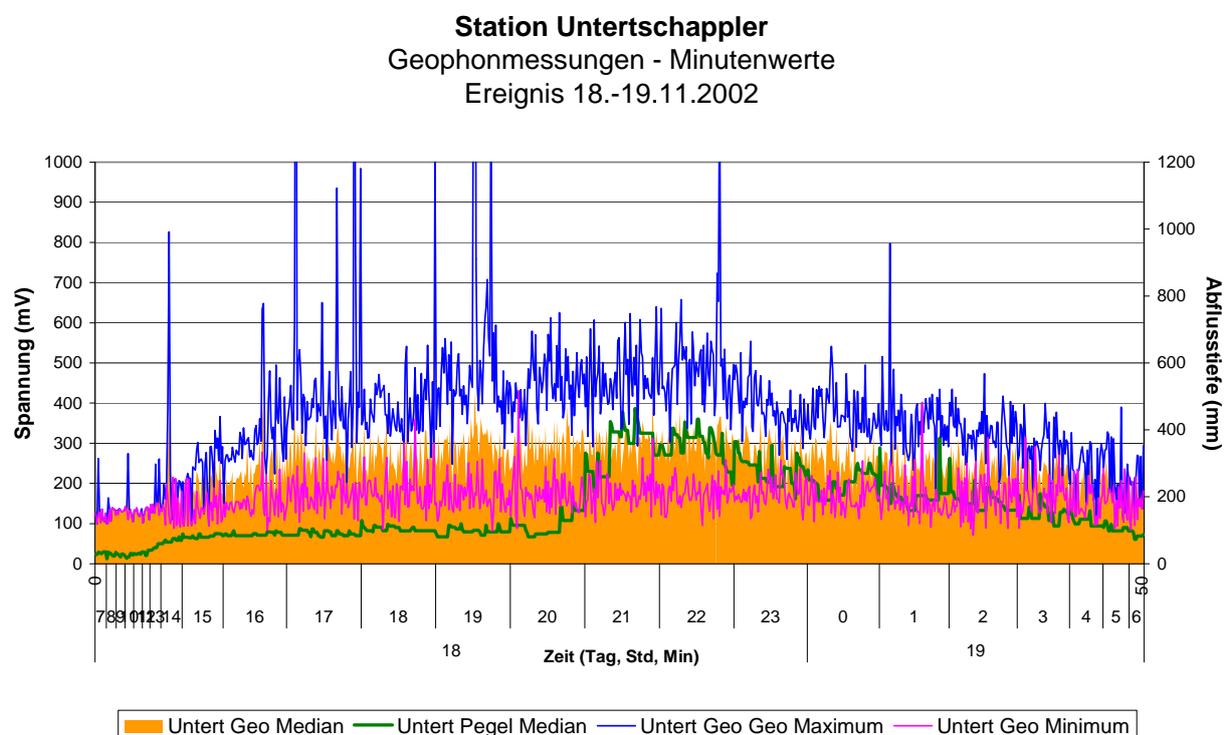


Abb. 16: Pegelmesswerte der Station Unterschappler – Ereignis 18.-19.11.2003 (7-6h50)

3.6.1.3 Ergebnisse – Grenzwerte

Anhand der Ergebnisse (Abb. 15) zeigt sich, dass der Grenzwert des Geophons der Station Unterschappler viel zu niedrig angesetzt wurde. Die Maximalwerte überschreiten allein an 10 Tagen den 3fachen Grenzwert von 300 mV. Der Grenzwert könnte mit rund 300 mV festgelegt werden, damit würden Ereignisse in der Größenordnung wie am 18.11.2002 im Alarmmodus aufgezeichnet bzw. rund 99,9 Prozent der 10 Minuten Messungen der Jahresreihe 2002 im Normalmodus erfasst.

3.6.2 Ultraschall

3.6.2.1 Messreihe – Jahr 2002

Die Messreihe beginnt wie bei den Geophonmessungen für das Jahr 2002 ebenfalls erst am 19.2. und endet am 31.12.2002. Die Pegelmesswerte haben an 154 Tagen einen Minimalwert von 0 cm. 50 Prozent der Messwerte liegen im Jahr 2002 an 179 Tagen unter 15 mm. Die Station hat nur an 11 Tagen größere Ausreißer mit Maximalwerten von über 100 mm. Der größte Maximalwert liegt mit 398 mm weit unter den Maximalwerten der Station Zufahrt Wartscher, die z.B. an 68 Tagen weit darüber hinaus gingen. Die Ausreißer dürften mit Ausnahme des Ereignisses im November nicht mit Niederschlagsereignissen zusammenhängen wie die Abb. 17 zeigt.

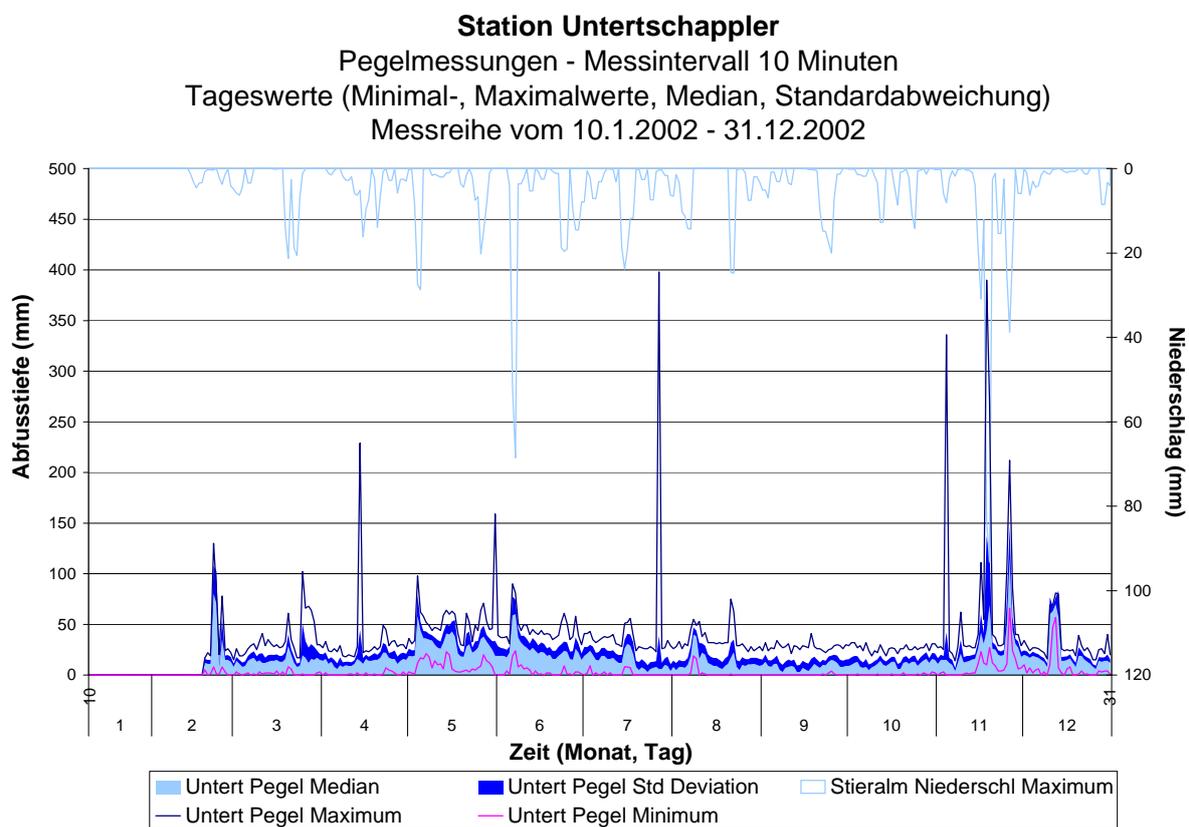


Abb. 17: Pegelmessungen der Station Unterschappler – Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min.

3.6.2.2 Messreihe – Ereignis 18.11.2002

Die Station Unterschappler zeichnete das Ereignis am 18.11.2003 primär im Alarmmodus auf, wobei die Anzahl der Messungen pro Minute im Alarmmodus sehr

stark wechselte, da der Grenzwert des Geophons immer wieder unterschritten wurde (Abb. 18). Die Pegelmesswerte schwanken trotz der stabilen Montage des Messgerätes stark. Die Schwankungsbreite liegt im Alarmmodus bei 95 Minutenwerten über 15 cm.

Die erste markante Abflussspitze tritt um 21h30 auf und die maximale Abflussspitze wird um 0h50 gemessen. Im Vergleich mit den Pegelmessungen der Stationen Zufahrt Wartscher und Grissmannsperre treten die Spitzen zeitlich nach den Abflussspitzen dieser Stationen auf und daher konnte keine Kontinuität festgestellt werden.

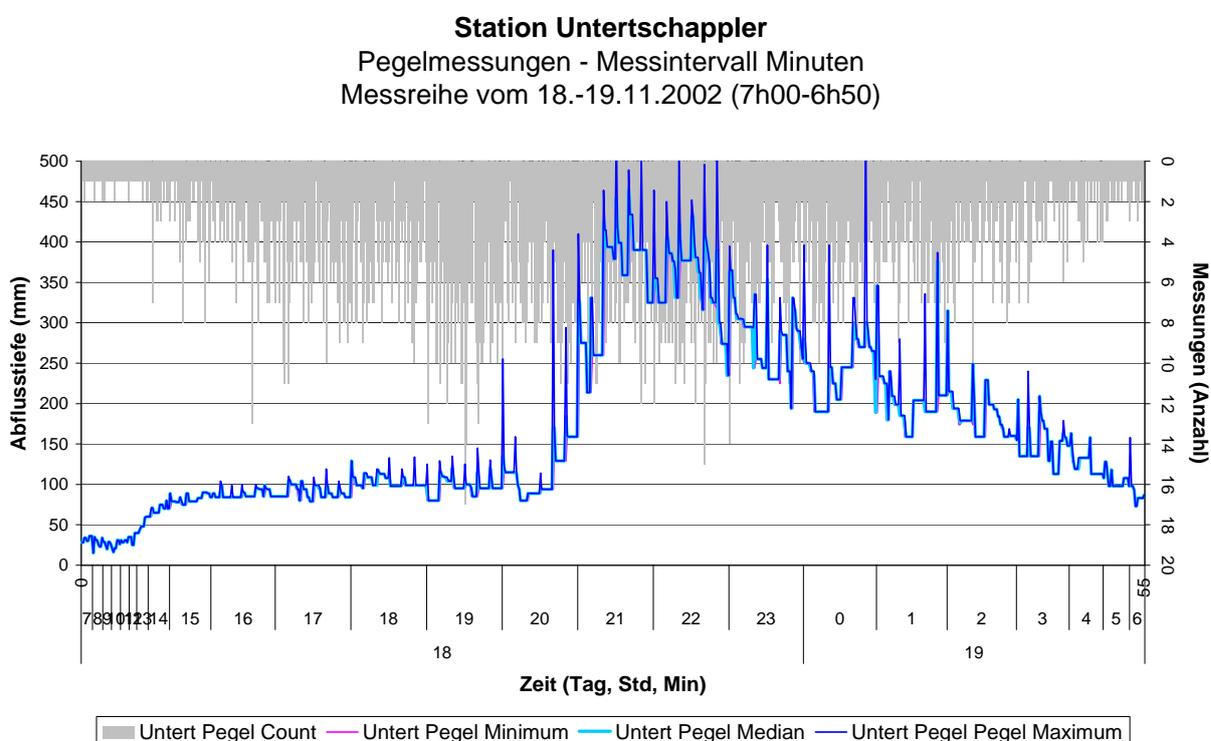


Abb. 18: Pegelmesswerte der Station Untertschappler – Minutenwerte des Ereignisses am 18.11.2003

3.6.2.3 Ergebnisse – Grenzwerte

Die Pegelmessungen schwanken vor allem im Alarmmodus stark und erfassen daher die Abflusstiefe ungenau, da der Schwankungsbereich zwischen den Minimal- und Maximalwerten bei zahlreichen Messungen mehr als 15 cm beträgt.

Mittels Pegelschüssel wurde für das Extremereignis am 16.8.1997 eine maximale Abflusstiefe von 0.8 m für den Messquerschnitt der Station Untertschappler berechnet (siehe Anhang B). Als Datengrundlage diente der Reinwasserabfluss von 16m³/s, der bei der Faschingalmbrücke beim Ereignis am 16.7.1997 angenommen

wurde (HÜBL, et al, 2002). Der Abfluss im Referenzquerschnitt oberhalb der Obertschapplerbrücke wurde jedoch für dieses Ereignis mit 31.2 m³/s fast doppelt so hoch geschätzt, da eine höhere Abflussgeschwindigkeit (4m/s) angenommen wurde (HÜBL,J., GANAHL,E.,MOSER, M., SCHNETZER, I., 2002). Der Pegelschlüssel wird deshalb mit dem niedrigeren Abfluss der Faschingalmbrücke berechnet, damit der Grenzwert im sicheren unteren Bereich der Abflussspitze des Extremereignisses liegt.

Der Grenzwert des Pegels könnte mittels Pegelschlüssel mit 400 (40cm) festgelegt werden, das würde einer Abflusstiefe bei Reinwasserabfluss von 5 m³/s entsprechen. Der Grenzwert des Pegels für die Alarmierung könnte für einem Spitzenabfluss von 10m³/s mit 600 (60cm) festgelegt werden (siehe Anhang B).

Unterschappler							
GEOPHON (mV)				Pegel (mm)			
Messreihe	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		
Messintervall	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	
N	Valid	45559	164	3800	45557	164	3799
	Missing	1	0	1	3	0	2
Mean		110	204	278	19	119	193
Median		114	197	266	15	95	159
Minimum		-9	94	71	0	15	21
Maximum		1156	479	2494	398	390	556
Percentiles	0.1	15	94	84	0	15	29
	1	29	97	103	0	16	71
	5	40	109	132	2	24	80
	10	49	126	153	4	28	84
	90	160	307	414	35	255	377
	95	177	356	465	46	324	394
	99	218	479	591	80	383	435
	99.9	292	479	1513	185	390	510

Tab. 6: Übersicht der Messwerte der Station Unterschappler - Jahresreihe 2002 und Messreihe des Ereignisses am 18.11.2002

3.6.3 Wartung, Betreuung

Der Messquerschnitt ist optimal für Erfassung der Abflusstiefe. Wie das Ereignis am 18.11.2002 zeigte, können einzelne größere Geschiebekörner im Brückendurchlass abgelagert werden und damit u.U. die Messungen verfälschen. Bei den Kontrollbegehungen ist daher stets darauf zu achten, dass der Messquerschnitt frei von Geschiebe ist.

3.7 Station Obertschappler

3.7.1 Geophon

3.7.1.1 Messreihe – Jahr 2002

Die Messreihe für das Jahr 2002 beginnt wie bei der Station Untertschappler erst am 19.2. und endet am 31.12.2002. Die Maximalwerte der Geophonmessungen liegen an 316 Tagen (!) über dem Grenzwert von 200 mV. 50 Prozent der Messwerte überschreiten an 12 Tagen den Grenzwert. Die Geophonmessungen bewegen sich innerhalb des Messbereichs mit Ausnahme von einem Tag, wo der maximale Messwert den Messbereich überschreitet. Der Mittelwert der Jahresreihe liegt mit 173 mV deutlich über dem Mittelwert von 110 mV der Station Untertschappler.

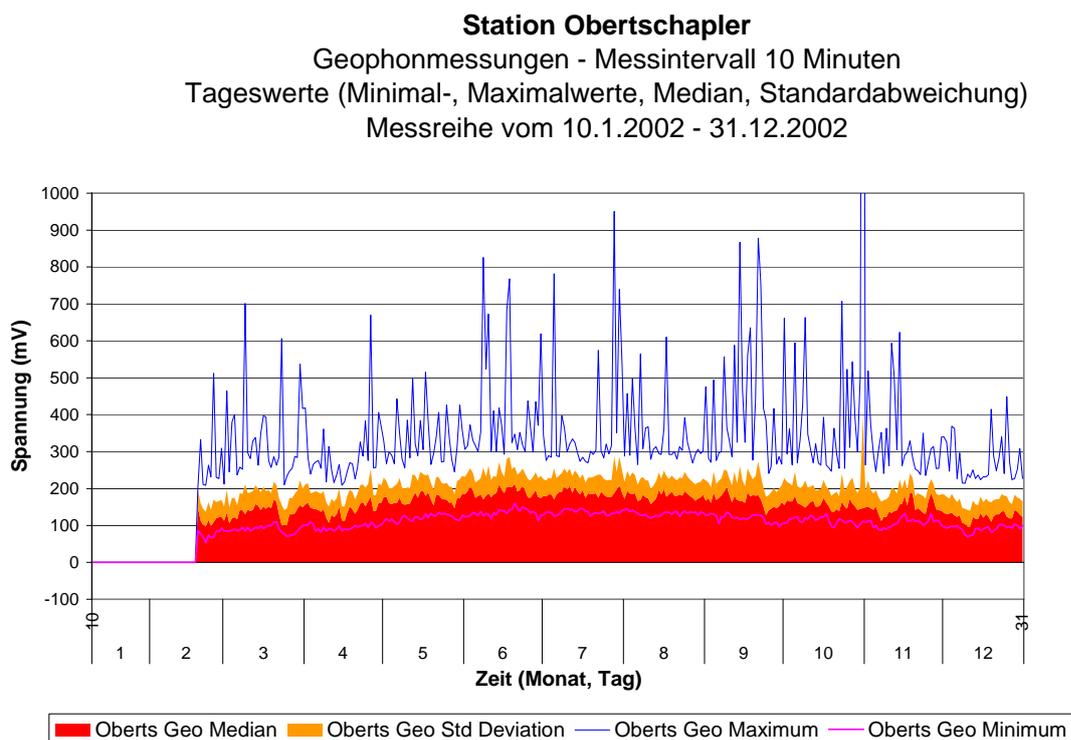


Abb. 19: Geophonmesswerte der Station Obertschappler - Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min.

3.7.1.2 Messreihe – Ereignis 18.11.2002

Die Messwerte des Ereignisses am 18.11.2002 sind im Gegensatz zur Station Untertschappler kaum höher als die Werte der Jahresreihe. 50 Prozent der Messwerte, die in 10 Minuten Intervallen gemessen wurden, sind kleiner als 201 mV, im Alarmmodus liegen 50 Prozent der Messwerte unter 205 mV. Es gibt weder beim

Geophon noch bei den Pegelmessungen einen markanten Anstieg, siehe Abb. 20. Alle Messwerte des Ereignisses liegen innerhalb des Messbereiches.

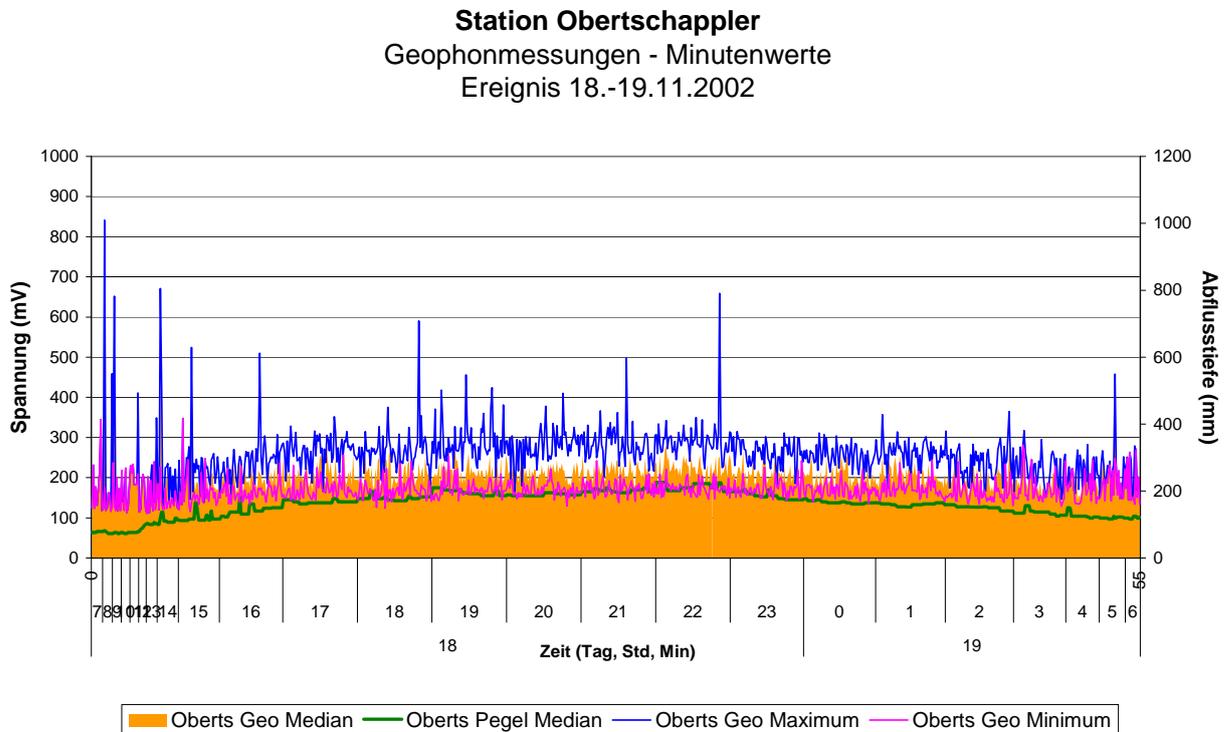


Abb. 20: Geophonmesswerte der Station Obertschappler – Minutenwerte des Ereignisses am 18.11.2002

3.7.1.3 Ergebnisse – Grenzwerte

Der Grenzwert der Geophonmessungen der Station Obertschappler ist viel zu niedrig angesetzt. Die Maximalwerte überschreiten allein an 10 Tagen den 3fachen Grenzwert von 200 mV. Es ist nicht klar, warum die Grenzwerte dieser Station so niedrig angesetzt wurden.

Der Grenzwert könnte mit rund 300 mV festgelegt werden, damit würden Ereignisse in der Größenordnung wie am 18.11.2002 im Alarmmodus aufgezeichnet bzw. rund 99 Prozent der 10 Minuten Messungen der Jahresreihe 2002 im Normalmodus erfasst.

3.7.2 Ultraschall

3.7.2.1 Messreihe – Jahr 2002

Die Pegelmesswerte haben nur an 6 Tagen einen Minimalwert von 0 cm. 50 Prozent der Messwerte liegen im Jahr 2002 an 47 Tagen unter 64 mm. Die maximalen Tageswerte liegen an 108 (!) Tagen über 100 mm. Der größte Maximalwert liegt mit 238 mm deutlich unter dem Maximalwert der Station Unterschappler. Die Pegelmessungen im Jahr 2002 zeigen vor allem im August hohe Schwankungsbreiten von rund 107 mm, während die Werte im Mai durchschnittlich nur 32 mm schwanken.

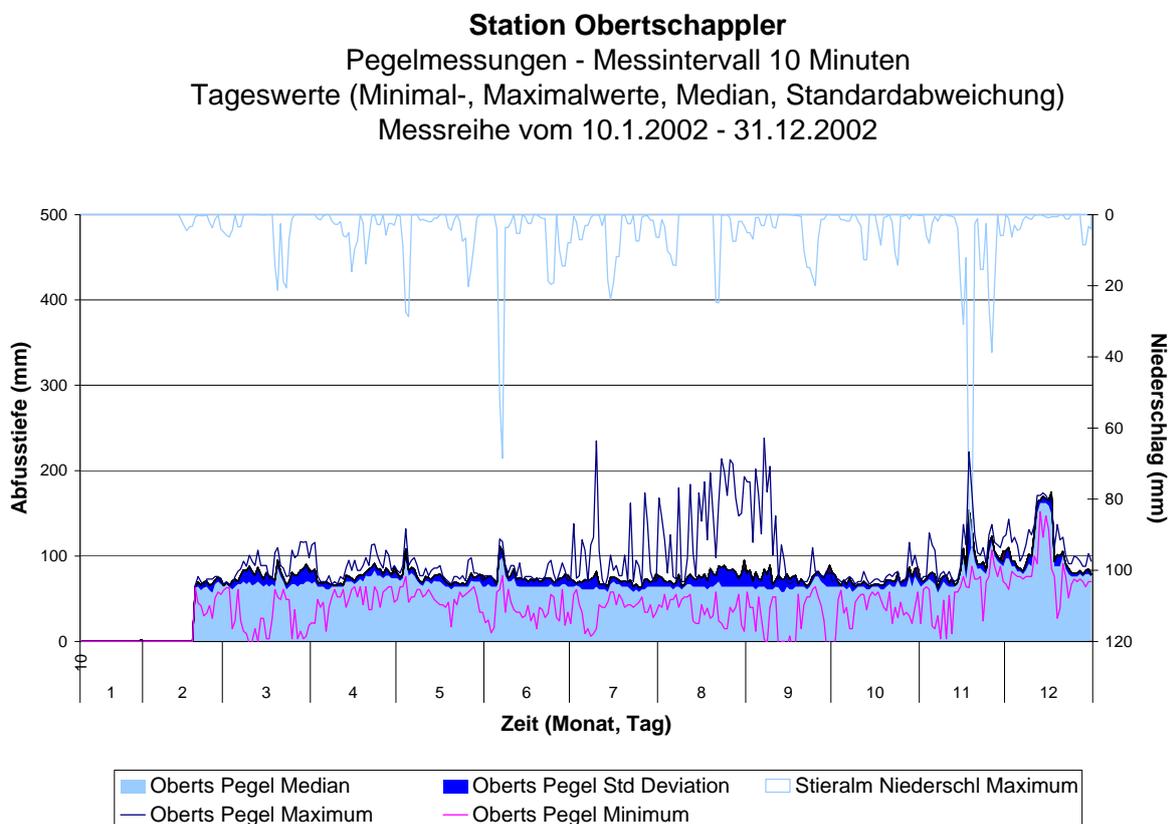


Abb. 21: Pegelmessungen der Station Obertschappler – Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min.

3.7.2.2 Messreihe – Ereignis 18.11.2002

Die Station Obertschappler zeichnete das Ereignis, wie die Station Unterschappler, primär im Alarmmodus auf, allerdings schwanken die Pegelmesswerte deutlich geringer. Die Schwankungsbreite der Messwerte liegt im Alarmmodus nur bei

14 Minutenwerten über 15 cm im Gegensatz zu 95 Minutenwerten der Station Unterschappler. Der Pegel zeichnete weder markante Abflussspitzen noch einen Anstieg des Abflusses auf, sodass kein zeitlicher Bezug zu den nachfolgenden Stationen hergestellt werden kann.

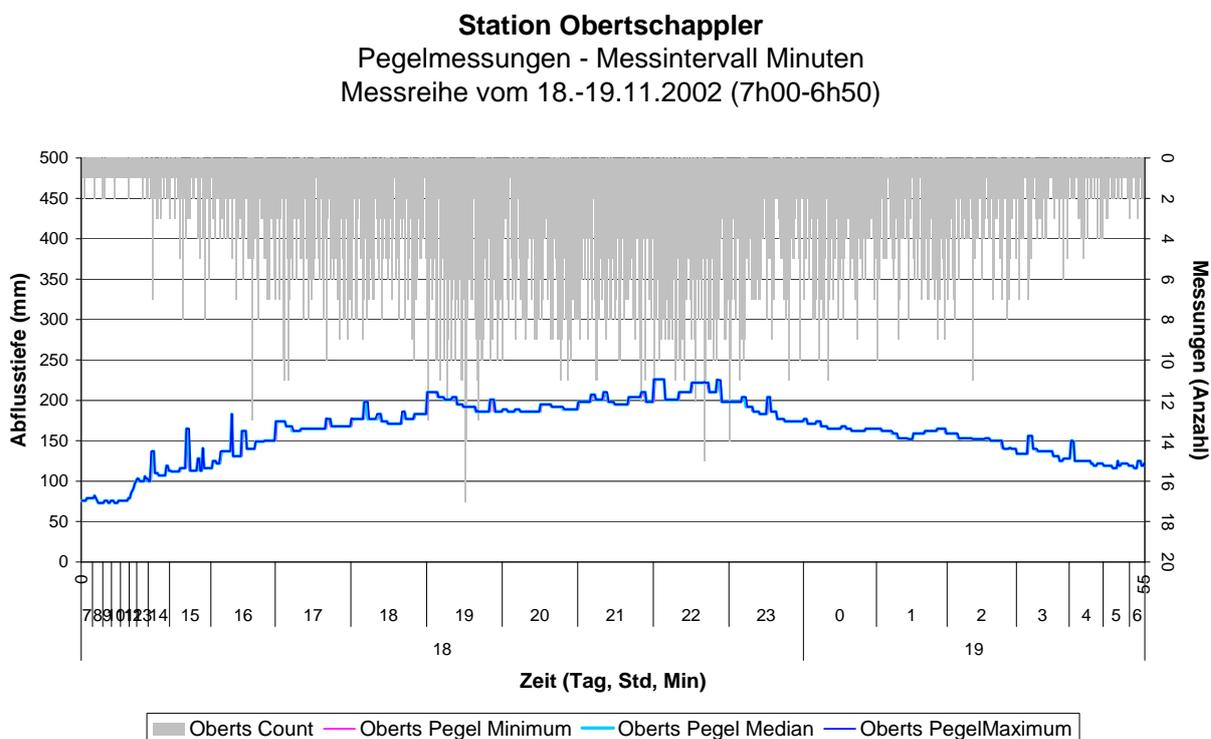


Abb. 22: Pegelmesswerte der Station Obertschappler – Minutenwerte des Ereignisses am 18.11.2002

3.7.2.3 Ergebnisse – Grenzwerte

Die Pegelmessungen der Station Obertschappler schwanken wesentlich geringer als die Werte der Station Unterschappler. Die mittlere Schwankungsbreite liegt beim Ereignis unter 1 mm.

Der Grenzwert für die Pegelmessungen könnte mittels Pegelschlüssel mit 260 (26 cm) festgelegt werden, das würde einem Reinwasserabfluss von 5 m³/s entsprechen. Der Grenzwert für eine Alarmierung könnte mit 450 (45 cm) angesetzt werden, wenn ein Abfluss von 10 m³/s unterstellt wird (siehe Anhang B).

Obertschappler										
GEOPHON (mV)			Pegel (mm)			Temperatur (°C)				
Messreihe	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02				
Messintervall	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	
N	Valid	45559	164	3800	45558	164	3800	45560	164	3800
	Missing	1	0	1	2	0	1	0	0.0	1.0
Mean		173	199	213	70	139	177	11	5.5	5.4
Median		163	201	205	64	137	183	11	5.4	5.4
Minimum		53	111	115	-9	73	73	-6	5.1	5.0
Maximum		3072	329	671	238	222	226	31	7.0	6.9
Percentiles	0.1	72	111	120	3	73	75	-5	5.1	5.1
	1	85	112	135	33	73	112	-3	5.1	5.1
	5	100	119	151	52	74	122	1	5.2	5.2
	10	109	124	160	58	76	137	3	5.2	5.2
	90	246	263	274	88	198	210	21	5.9	5.5
	95	262	282	290	100	201	210	23	6.6	5.5
	99	293	318	346	162	222	226	27	6.9	5.6
	99.9	561	329	549	187	222	226	30	7.0	6.7

Tab. 7: Übersicht der Messwerte der Station Obertschappler - Jahresreihe 2002 und Messreihe des Ereignisses am 18.11.2002

3.7.3 Wartung, Betreuung

Der Messquerschnitt ist optimal für Erfassung der Abflusstiefe. Bei den Kontrollbegehungen ist ebenfalls stets darauf zu achten, dass der Messquerschnitt frei von Geschiebe ist.

3.8 Station Faschingalmbrücke

3.8.1 Geophon

3.8.1.1 Messreihe – Jahr 2002

Die Messreihe für das Jahr 2002 beginnt am 1.10.2002 und endet am 31.12.2002. Die Minimalwerte der Geophonmessungen liegen an 247 Tagen (!) im Jahr unter 0 und damit außerhalb des Messbereichs. 50 Prozent der Messwerte sind kleiner als 7 mV, 99 Prozent der Messwerte kleiner als 219 mV. Die Schwankungsbreite zwischen den minimalen- und maximalen Tageswerten von durchschnittlich mehr als 217 mV (!) ist ebenfalls hoch. Der Grenzwert des Geophons ist mit 9050 unrealistisch festgelegt und liegt weit außerhalb des Messbereichs.

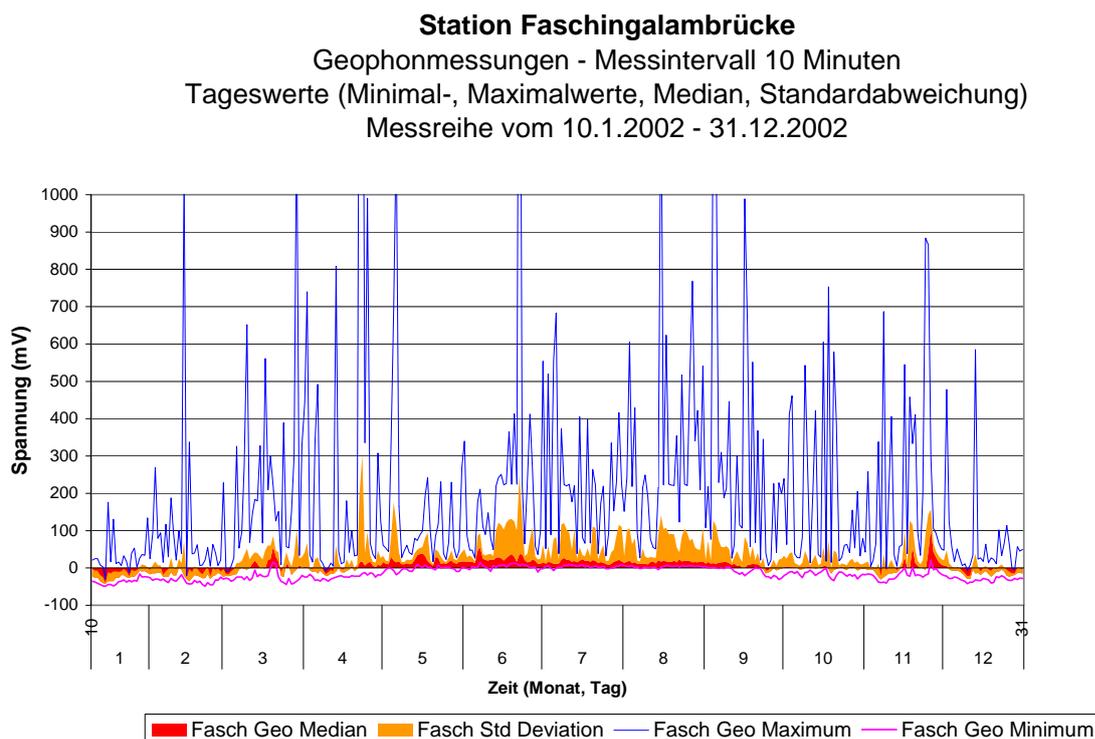


Abb. 23: Geophonmesswerte der Station Faschingalmbrücke - Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min

3.8.1.2 Messreihe – Ereignis 18.11.2002

Das Ereignis wird zur Gänze im Normalbetrieb, d. h. alle 10 Minuten aufgezeichnet. Die Geophonmesswerte korrelieren mit den Pegelmessungen, zumindest kann dies beim leichten Pegelanstieg ab 14h beobachtet werden. Beim Ereignis liegen mehr

als 72 Prozent der Messwerte unter 200 mV. Dieser Wert könnte für die Festlegung eines künftigen Grenzwertes herangezogen werden, damit würden rund 99 Prozent der Messungen der Jahresreihe 2002 im Normalbetrieb erfasst werden. Die minimalen und maximalen Minutenwerte decken sich mit dem Median der Minutenwerte, da die Messwerte nicht im Sekunden-Intervall aufgezeichnet wurden.

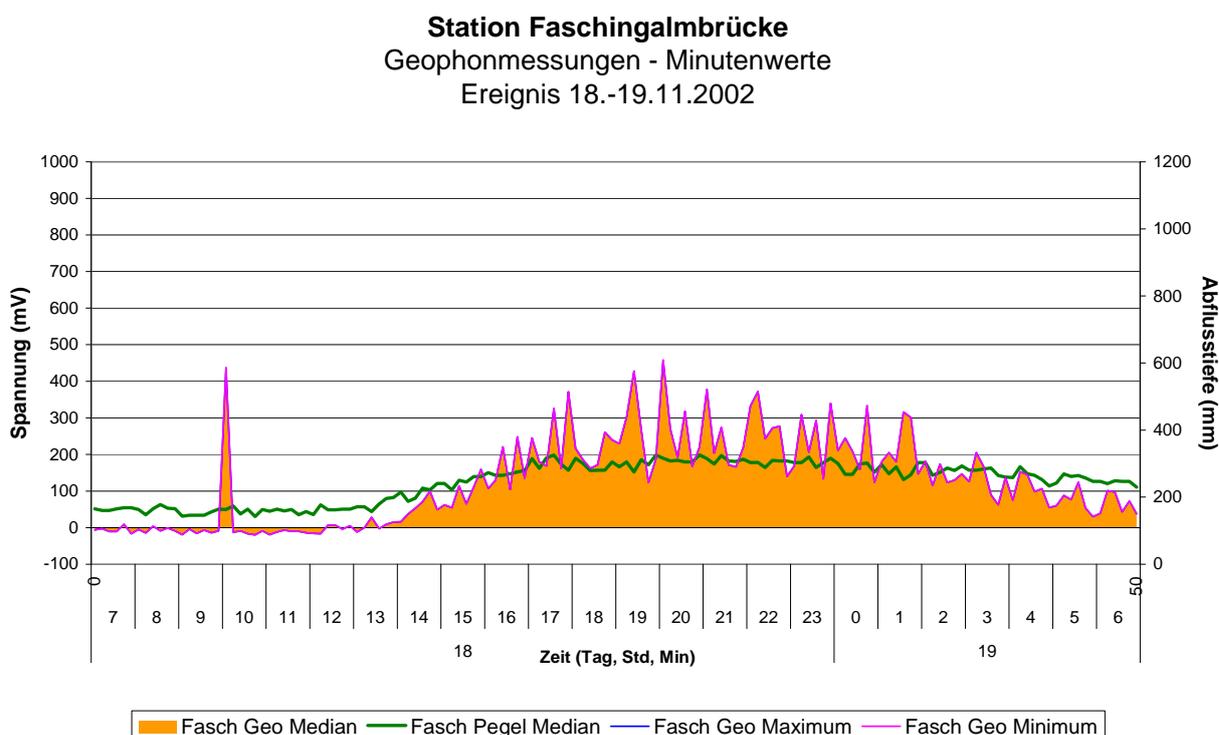


Abb. 24: Geophonmesswerte der Station Faschingalmbrücke – Minutenwerte des Ereignisses am 18.11.2002

3.8.1.3 Ergebnisse - Grenzwerte

Der Grenzwert des Geophons der Station Faschingalmbrücke dürfte deshalb so hoch gesetzt worden sein, da die Messwerte extrem schwanken. Die Ursachen dieser Schwankungen sind nicht bekannt. Der Grenzwert könnte in Zukunft zumindest dann mit 200 mV eingestellt werden, wenn nicht die Istwerte, sondern die Mittelwerte des Intervalls gespeichert werden. Die extremen Maximalwerte könnten u. U eliminiert werden, da 99 Prozent der Messwerte im Jahr 2002 kleiner als 219 mV sind.

3.8.2 Ultraschall

3.8.2.1 Messreihe – Jahr 2002

Die maximalen Tageswerte liegen an allen Tagen im Jahr 2002 über 160 mm, die minimalen Tageswerte zwischen 23 – 224 mm. Der Mittelwert der Pegelmessungen liegt mit 166 mm weit über den Werten der anderen Stationen.

Die Station hat nur an 9 Tagen größere Ausreißer mit Maximalwerten von über 300 mm. Die minimalen und maximalen Tageswerte schwanken im Jahr 2002 durchschnittlich 94 cm (!). Der Grenzwert für die Pegelmessungen ist mit 9200 völlig unrealistisch eingestellt.

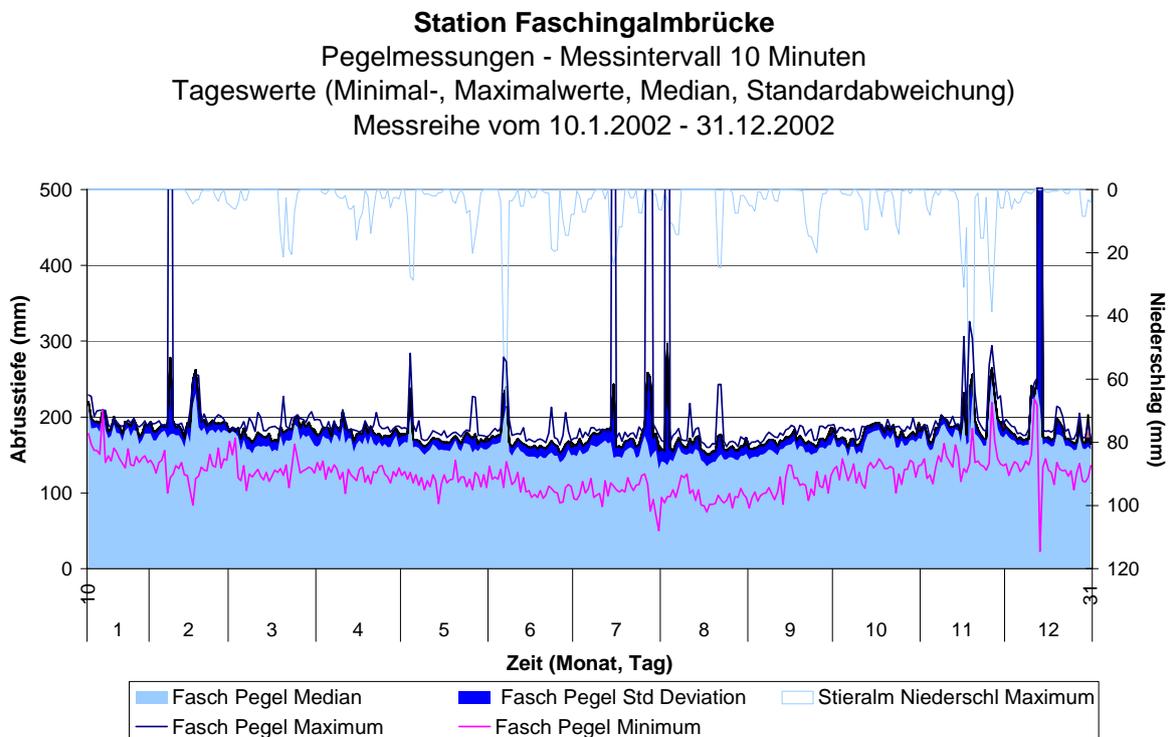


Abb. 25: Pegelmessungen der Station Faschingalmbrücke – Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min.

3.8.2.2 Messreihe – Ereignis 18.11.2002

Die Station Faschingalmbrücke zeichnete das Ereignis am 18.11.2003 im Normalbetrieb auf und daher liegen nur 10 Minutenmesswerte vor. Eine Abflussspitze wurde nicht aufgezeichnet, jedoch ein deutlicher Anstieg der Abflusshöhe von 13 – 16 h, der in abgeschwächter Form auch beim Pegel der Stationen Unter- und Obertschappler beobachtet werden kann.

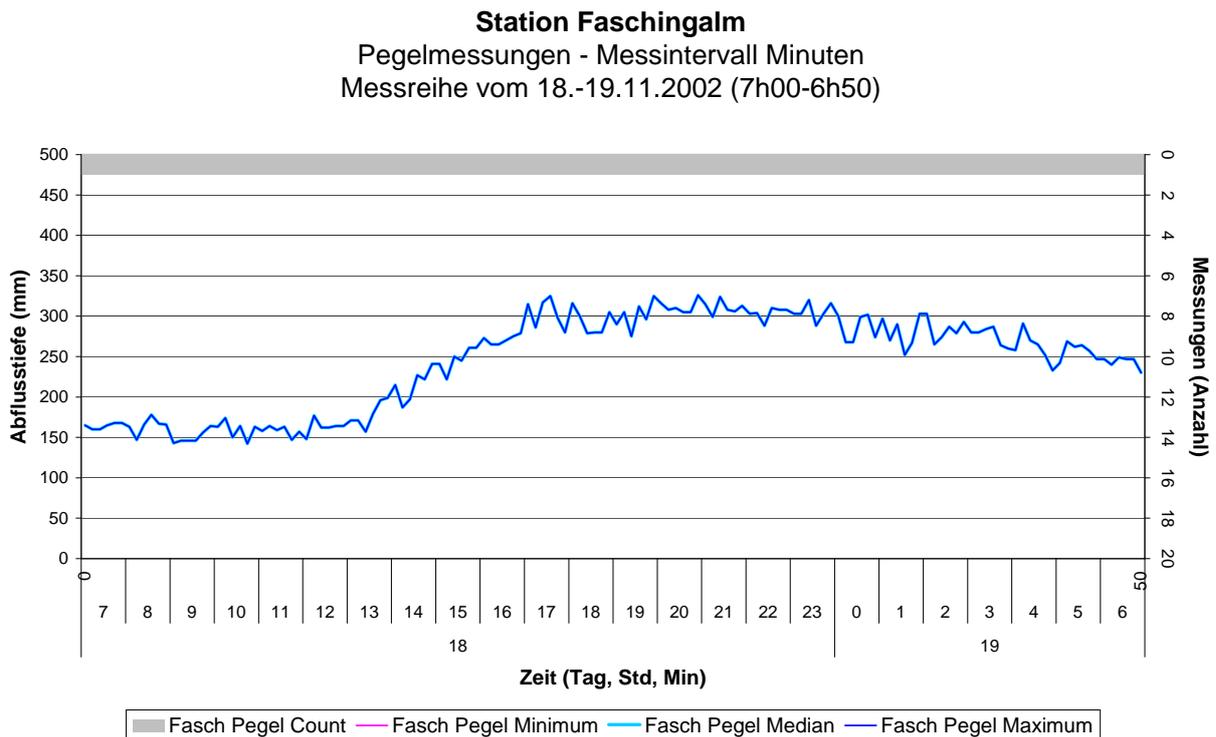


Abb. 26: Pegelmesswerte der Station Faschingalmbrücke – Minutenwerte des Ereignisses am 18.11.2002

3.8.2.3 Ergebnisse - Grenzwerte

Die Pegelmessungen der Station Faschingalmbrücke enthalten keine Nullwerte, da schon allein der kleinste Wert im Jahr 2002 bei 23 mm liegt. Der Nullwert kann mit der 5-ten Percentile mit 133 mm angesetzt werden.

Der Grenzwert des Pegels könnte mittels Pegelschlüssel mit 470 (47 cm), der Grenzwert für die Alarmierung mit 680 (68 cm) angesetzt werden, wenn ein Abfluss von 5 bzw. 10 m³/s unterstellt wird (siehe Anhang B).

Faschingalmbrücke												
GEOPHON (mV)			Pegel (mm)			Temperatur (°C)			Batterie (mV)			
Messreihe	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02	Jahr 2002	Ereignis 18.-19.11.2002 (7-6)		
Messintervall	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek
N	Valid	51028	144		51028	144		51028	144		51028	144.0
	Missing	1	0		1	0		1.0	0.0		1.0	0.0
Mean		12	126		166	245		5.4	0.6		12.8	11.7
Median		7	119		163	265		5.0	0.5		12.7	11.7
Minimum		-49	-20		23	142		-99.9	0		0.0	12
Maximum		2291	458		3347	326		25.6	2		14.8	12
Percentiles	0.1	-47	-20		92	142		-12.7	0		5.2	12
	1	-40	-20		114	142		-8.2	0		11.1	12
	5	-30	-16		133	147		-4.4	0		11.7	12
	10	-24	-12		140	160		-2	0		12	12
	90	37	302		186	310		14	1		14	12
	95	61	338		195	316		17	1		14	12
	99	219	449		239	326		21	1		14	12
	99.9	547	458		357	326		24	2		15	12

Tab. 8: Übersicht der Messwerte der Station Faschingalmbrücke - Jahresreihe 2002 und Messreihe des Ereignisses am 18.11.2002

3.8.3 Wartung, Betreuung

Die Ursachen für die Messwertschwankungen des Geophons sollten geklärt bzw. die Parametereinstellungen für die Abspeicherung der Messwerte vom Istwert auf den Mittelwert geändert werden. Nach der Einstellungen sind die Messungen zu überprüfen und sollten die Ergebnisse nicht verbessert werden können, müsste das Gerät ausgetauscht werden.

3.9 Station Wartschenbrunn

3.9.1 Niederschlag / Pegel

Die Tageswerte der Niederschlagsmessungen der Stationen Wartschenbrunn und Stieralm der Jahresmessreihen 2002 werden einander gegenübergestellt und verglichen. Die Messwerte des Pegels, die den Abfluss im Gerinne unmittelbar unterhalb der Niederschlagsstation Wartschenbrunn erfassen, werden mit den Niederschlagsmesswerten überprüft, da sich z.B. extreme Tagesniederschläge in den Pegelmesswerten niederschlagen. Bei der Installation wurden die Grenzwerte für den Pegel mit 100 (10 cm) und für den Hageldetektor mit 300 festgelegt.

3.9.1.1 Messreihe – Jahr 2002

Die Messreihe für das Jahr 2002 beginnt erst am 19.2.2002 und endet schon am 20.12.2002. Die Station Wartschenbrunn zeichnete im März 2002 Tagesniederschläge von mehr als 100 mm auf. Diese Messungen sind offensichtlich Fehlmessungen. Die Messwerte können weder mit den Messwerten des Pegels noch mit der Niederschlagsstation Stieralm in Zusammenhang gebracht werden. Die Station Stieralm zeichnete zu diesem Zeitpunkt keine bzw. nur geringe Niederschläge auf. Fehlerhaft und nicht plausibel sind auch die Messwerte des Pegels von Februar bis Anfang März. Die Tagesniederschläge am 6. und 7. Juni liegen mit 62 bzw. 79 mm deutlich über den Werten der Station Stieralm. Im Gegensatz zur Station Stieralm wirkt sich der Niederschlag nur gering auf die Pegelmesswerte aus.

Abgesehen von einigen extremen Ausreißern schwanken die minimalen und maximalen Tageswerte der Pegelmessungen im Jahr 2002 durchschnittlich 63 mm, was im Vergleich mit anderen Station relativ gering ist.

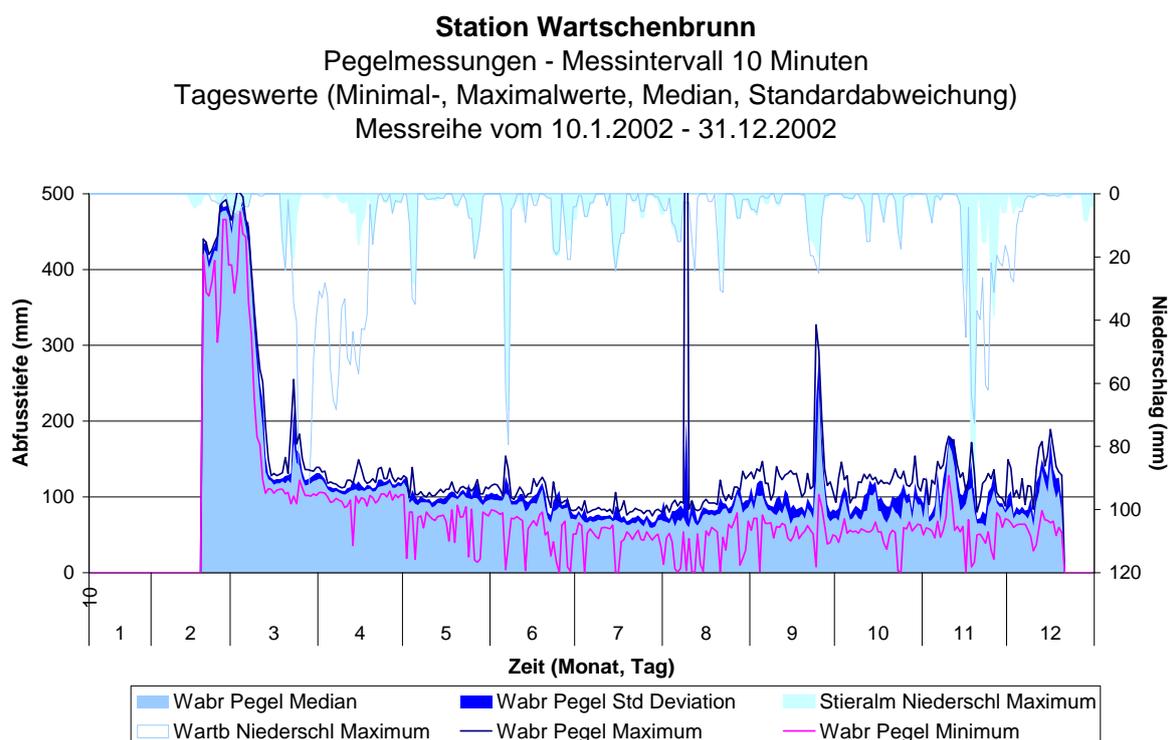


Abb. 27: Niederschlags- und Pegelmessungen der Station Wartschenbrunn – Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min

3.9.1.2 Messreihe – Ereignis 18.11.2002

Der Tagesniederschlag beträgt vom 18.-19.11.2002 (7-6h50) 73 mm. Die Niederschlagsintensität ist im Gegensatz zur Station Stieralm gleichmäßig über den Messzeitraum verteilt. Der Grenzwert des Pegels wurde beim Ereignis mit einigen Ausnahmen durchwegs überschritten. Das Messgerät wechselte trotz der Überschreitung der Grenzwerte nicht in den Alarmmodus. Die Aufzeichnung der Messwerte dürfte ausschließlich über das Niederschlagsmessgerät erfolgen, da die Anzahl der Messungen für einen Alarmmodus viel zu niedrig sind. Die Schwankungen zwischen den minimalen und maximalen Minutenwerten ist gering. Insgesamt schwanken die Messwerte aber 4 mal für rund eine halbe Stunde stark, siehe Abb. 28. Dies kann aufgrund der kontinuierlichen Niederschlagsmessungen nicht erklärt werden, sodass die Pegelmessungen mit offensichtlichen Messfehlern behaftet sind.

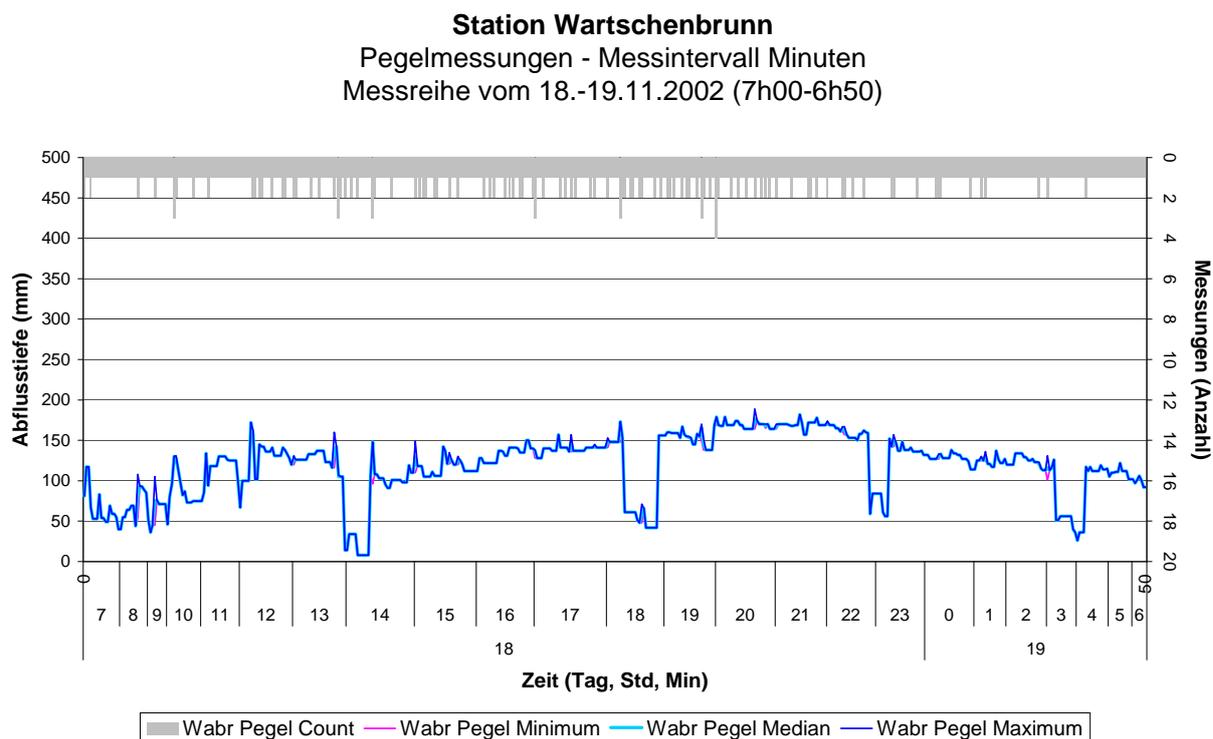


Abb. 28: Pegelmessungen der Station Wartschenbrunn – Minutenwerte des Ereignisses am 18.11.2003

3.9.1.3 Ergebnisse - Grenzwerte

Die Niederschlagserfassung erfolgt ohne Grenzwert. Die Festlegung eines Grenzwertes könnte mit Hilfe der gemessenen Niederschläge der Extremereignisse 1995 und 1997 ermittelt werden. Bei Überschreitung des Grenzwertes könnte z.B. der Alarmmodus bei den nachfolgenden Stationen ausgelöst werden. Beim Ereignis am 16.8.1997 wurde ein Tagesniederschlag mit Hagel von 45,2 mm gemessen (HÜBL, J., GANAHL, E., MOSER, M., SCHNETZER, I., 2002). Die maximale Niederschlagsintensität des Ereignisses betrug 36 mm/30 min.

Das Pegelmessgerät lieferte beim Ereignis nicht plausible Werte bzw. der Alarmmodus wurde obwohl die Grenzwerte unterschritten wurden nicht ausgelöst. Die Abflusshöhe des Ereignisses am 18.11.2002 konnte am Messquerschnitt aufgrund der Schneedecke nicht mehr erhoben werden und deshalb musste auf die Berechnung eines Pegelschlüssels verzichtet werden.

3.9.2 Hagel

3.9.2.1 Messreihe – Jahr 2002

Die Messreihe ist gekennzeichnet von extremen Schwankungen zwischen den minimalen und maximalen Tageswerten, die im Durchschnitt über einem Wert von 213 (!) liegt. Die minimalen Tageswerte haben im Durchschnitt einen Wert von 345. Angesichts dieser extremen Schwankungen sind die Messwerte nicht plausibel. Hier liegen offensichtlich Mängel am Messgerät vor.

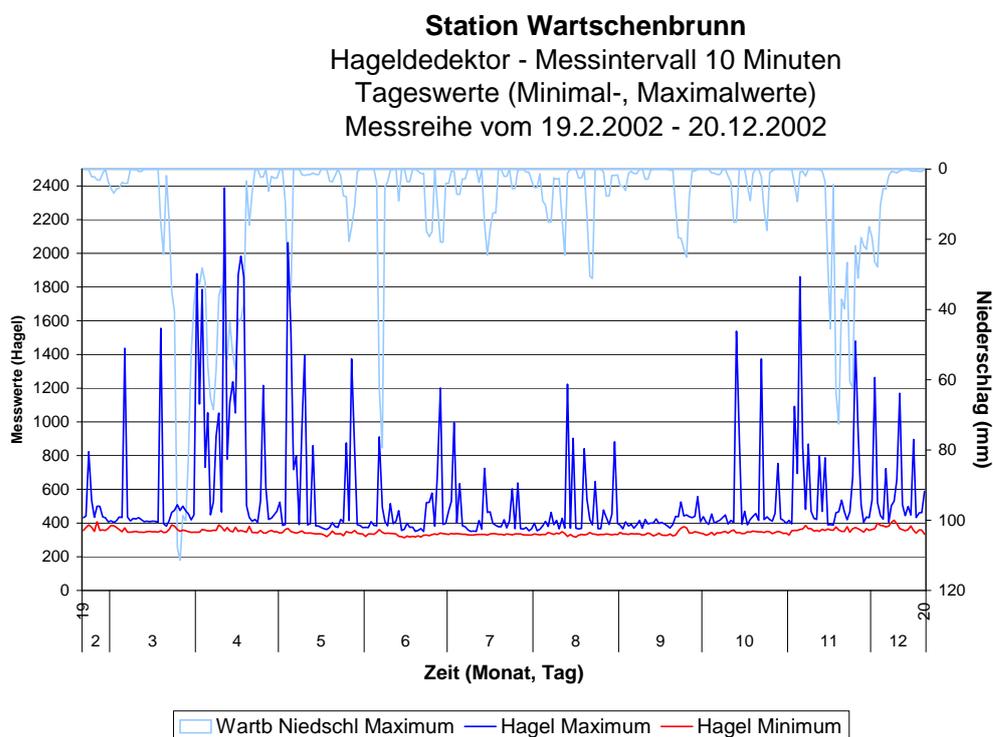


Abb. 29: Hagel- und Niederschlagsmessungen der Station Wartschenbrunn – Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min

3.9.2.2 Messreihe – Ereignis 18.11.2002

Das Messgerät zeigte beim Ereignis Messwerte auf, die wie die Abb. 29 zeigt teilweise weit über den durchschnittlichen Minimalwerten der Tageswerte der Jahresreihe 2002 liegen, obwohl es beim Ereignis lt. DI Pichler von der Gbltg. Osttirol keinen Hagel gab. Die Messwerte sind daher nicht plausibel.

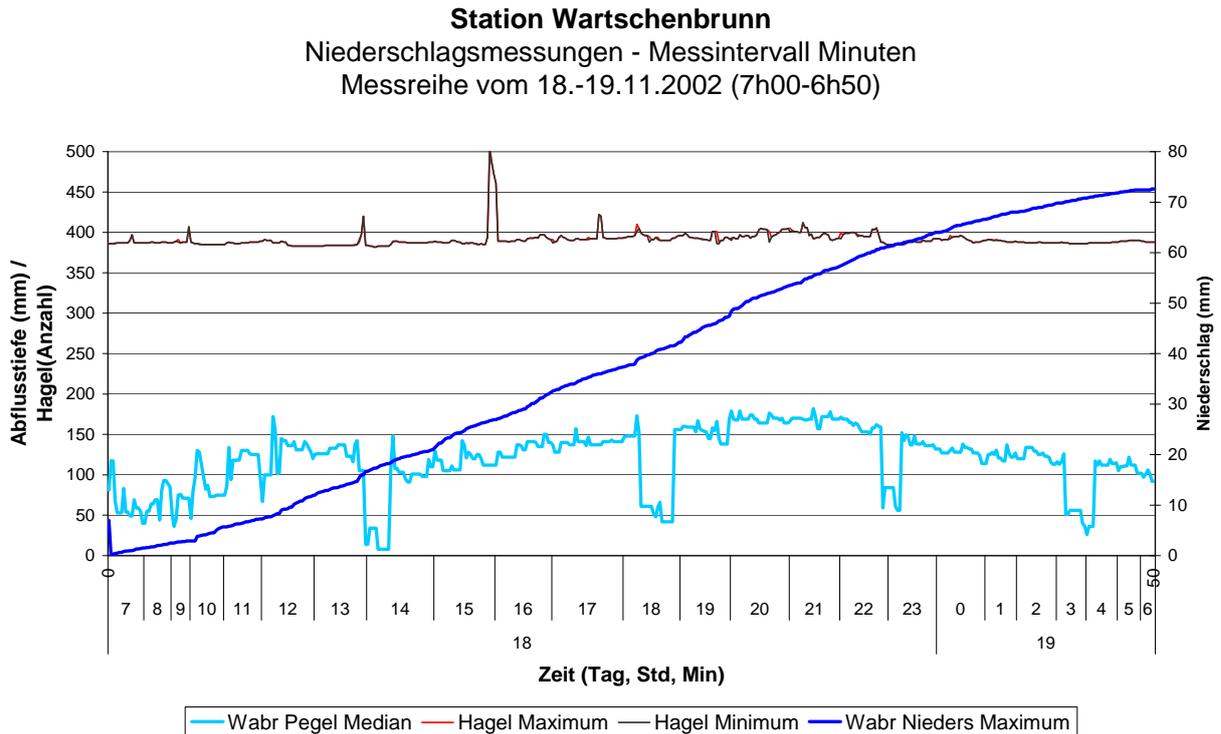


Abb. 30: Niederschlags-, Pegel- und Hagelmessungen der Station Wartschenbrunn – Minutenwerte des Ereignisses am 18.11.2002

3.9.2.3 Ergebnisse - Grenzwerte

Die Messwerte der Jahresreihe 2002 bzw. des Ereignisses am 18.11.2002 sind nicht plausibel und daher können sie weder evaluiert noch als Grundlage für die Festlegung eines Grenzwerte verwendet werden.

Wartschenbrunn												
Niederschlag (mm)				Pegel (mm)			Hagelmessungen (Anzahl)			Temperatur (°C)		
Messreihe	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		Jahr 2002	Ereignis 18.11.02	
Messintervall	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek
N	Valid		145	43922	145	458	43922	145	458	43922	145	458
	Missing		0	1	0	0	1	0	0	1	0.0	0.0
	Mean		39	114	109	124	372	391	391	5	1.0	1.4
	Median		42	91	115	131	364	388	389	5	1.0	1.5
	Minimum		0	0	8	8	312	382	382	-16	-0.3	-0.4
	Maximum		73	1024	172	189	1661	461	504	24	2.5	2.5
	Percentiles	0.1	0	2	8	8	322	382	382	-14	-0.3	-0.4
		1	0	45	11	8	331	382	383	-10	-0.3	-0.3
		5	2	59	41	42	334	384	383	-5	-0.2	0.0
		10	3	64	51	61	337	385	384	-3	0.0	0.1
		90	71	141	159	169	413	397	399	13	2.2	2.3
		95	72	401	169	170	433	402	403	16	2.3	2.3
		99	73	479	171	179	489	442	416	20	2.5	2.5
		99.9	73	495	172	189	593	461	504	23	2.5	2.5

Tab. 9: Übersicht der Messwerte der Station Wartschenbrunn - Jahresreihe 2002 und Messreihe des Ereignisses am 18.11.2002

3.9.3 Wartung, Betreuung

Das Hagelmessgerät muss instandgesetzt und kalibriert werden.

3.10 Station Stieralm

3.10.1 Niederschlag / Pegel

3.10.1.1 Messreihe – Jahr 2002

Die Jahresmessreihe 2002 der Station Stieralm beginnt erst am 19.2. und endet am 20.12.2002 und ist vom 8. bis 20. August unterbrochen. Die Ursache für diese Unterbrechung ist nicht bekannt. Die Station zeichnete neben dem Ereignis am 18.11.2002 zwei weitere hohe Tagesniederschläge (51 und 68 mm) am 6. und 7. Juni auf, die auch zu einem markanten Pegelanstieg im RHB Stieralm führten. Ein Grenzwert für die Pegel- bzw. Niederschlagsmessungen der Station Stieralm wurde nicht festgelegt.

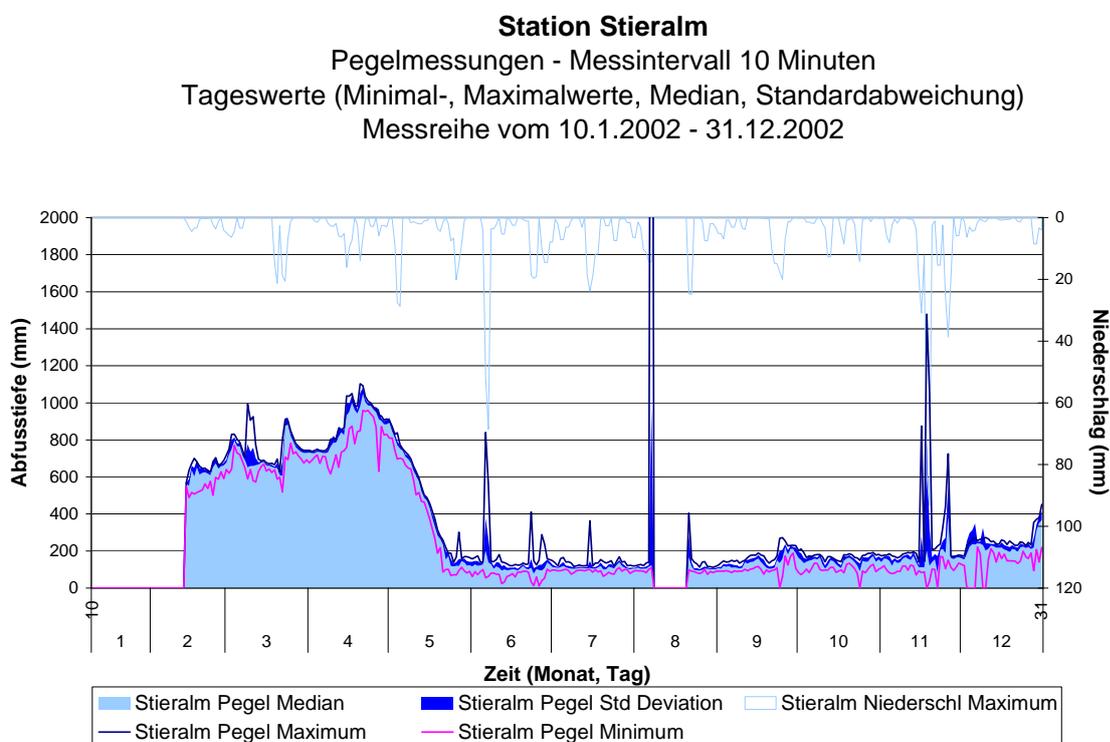


Abb. 31: Niederschlags- und Pegelmessungen der Station Stieralm – Tageswerte der Messreihe 2002, Messintervall 10 Min

3.10.1.2 Messreihe – Ereignis 18.11.2002

Die Niederschlagswaage zeichnete am 18.11.2002 einen konstant hohen Niederschlag zwischen 12 – 24 MEZ auf. Das Niederschlagsereignis dauerte mehr als 24 Stunden, wobei die Niederschläge in Schnee übergegangen sein dürften. Der Tagesniederschlag des Ereignisses vom 18.-19.11.2002 (7-6h50) beträgt 93 mm.

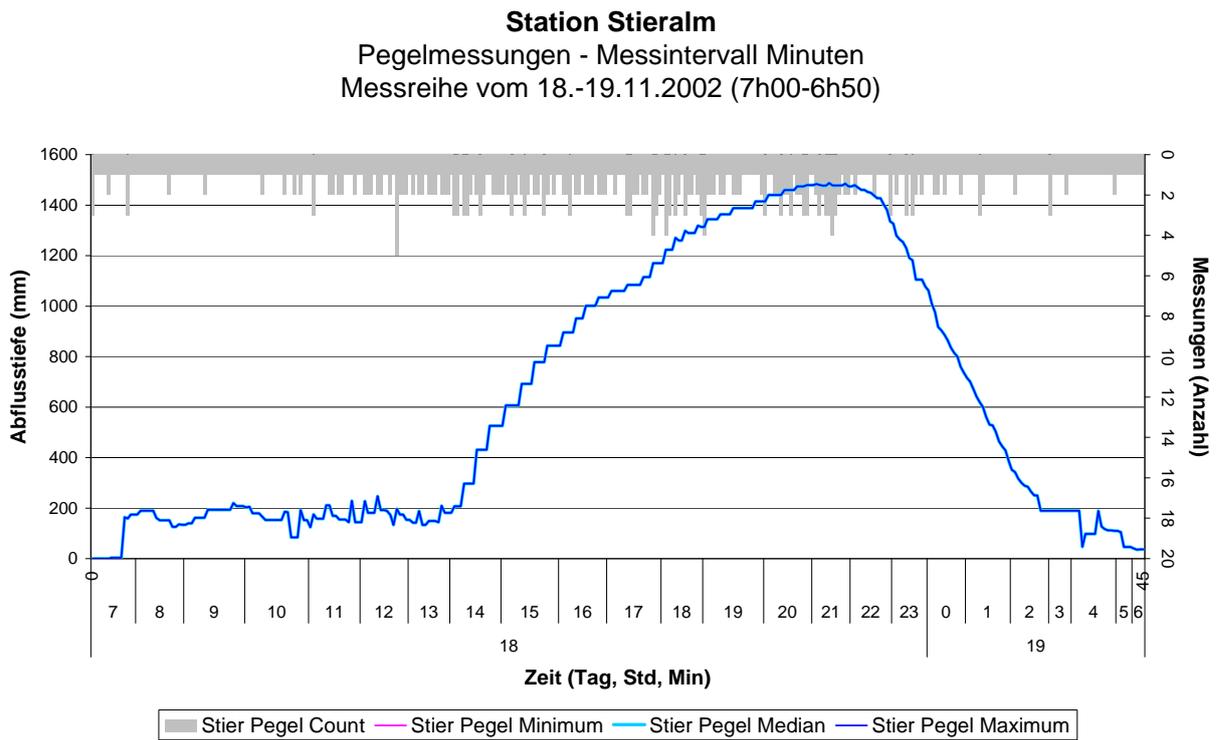


Abb. 32: Pegelmessungen der Station Stieralm – Minutenwerte des Ereignisses am 18.11.2002

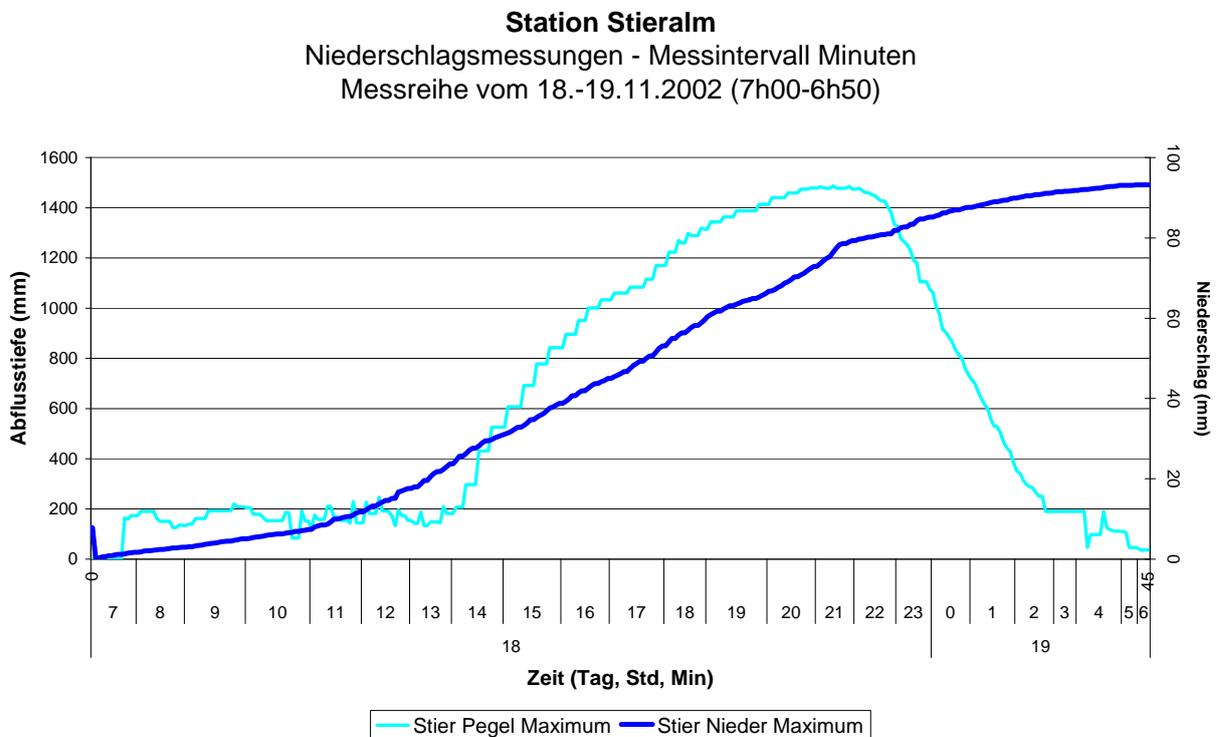


Abb. 33: Niederschlags- und Pegelmessungen der Station Stieralm – Minutenwerte des Ereignisses am 18. 11.2002

3.10.1.3 Ergebnisse - Grenzwerte

Der Grenzwert für den Pegel ist Null. Der Messintervall des Pegels ist mit 1 Min. größer eingestellt, als bei den Geräten der anderen Messstationen, die im Alarmmodus einen Messintervall von 3 Sekunden haben. Der Speicherintervall des Pegels im Normalmodus ist mit 15 Minuten ebenfalls höher eingestellt.

Stieralm										
Niederschlag (mm)				Pegel (mm)			Temperatur (°C)			
Messreihe	Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		Jahr 2002	Ereignis 18.11.02		
Messintervall	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	10 Min	10 Min	Sek	
N	Valid	51	509	51	509			51	509	
	Missing	0	0	0	0			0.0	0.0	
Mean		50	47	567	710			0.6	0.9	
Median		53	48	211	619			0.7	1.2	
Minimum		0	0	0	0			-0.8	-0.9	
Maximum		93	93	1479	1487			1.7	1.8	
Percentiles	0.1	0	0	0	0			-0.8	-0.9	
	1	0	1	0	0			-0.8	-0.8	
	5	2	2	2	91			-0.7	-0.5	
	10	3	5	41	142			-0.5	-0.4	
	90	92	89	1424	1459			1.6	1.6	
	95	93	92	1476	1478			1.7	1.6	
	99	93	93	1479	1485			1.7	1.7	
	99.9	93	93	1479	1487			1.7	1.8	

Tab. 10: Übersicht der Messwerte der Station Stieralm - Jahresreihe 2002 und Messreihe des Ereignisses am 18.11.2002

3.10.2 Wartung, Betreuung

Der Messquerschnitt des Pegels wird im Winter mit Schnee verfüllt, der bis weit in das Frühjahr liegen bleiben kann. Der Messquerschnitt sollte bei Einsetzen der Schneeschmelze nach Möglichkeit freigelegt werden.

4 Dokumentation des Ereignisses vom 18.11.2002

Die Messgeräte der ersten Ausbaustufe wurden bereits im Juni/August 2000 installiert. Seither gab es im Wartschenbach keine größeren Ereignisse mit Ausnahme des Ereignisses vom 18.11.2002. Nach dem Ereignis wurden die Abflusshöhen im Bereich der Messquerschnitte sowie die Einstauhöhen in den Rückhaltebecken (RHB) Stieralm und Unterhuberalm erfasst. Die Begehung des Wartschenbaches erfolgte am 22. November 2002 durch DI Ganahl Egon und DI Gruber Harald vom Institut für Alpine Naturgefahren. Drei Tage nach dem Ereignis betrug die Schneehöhe am Zettlersfeld 20 – 30 cm. Die Schneedecke war offenbar schon mehrere Tage alt. Der Zeitpunkt der Schneedeckenbildung bzw. die Schneefallgrenze beim Ereignis konnten nicht mehr festgestellt werden. Die aufgenommenen Einstauhöhen bzw. Abflusstiefen werden mit den Pegelmesswerten verglichen (siehe Tab. 1).

4.1.1 Einstauhöhen

Beim **RHB Stieralm** konnte ein frischer, leichter Schwebstoff-Absetzrand in 1,5 m Höhe am orographisch linken Flügel beobachtet werden. Im schneebedeckten Becken konnten ansonsten keine Spuren eines Einstaus festgestellt werden. Die automatische Abflussöffnung war zum Zeitpunkt der Begehung fast völlig geschlossen. Aufgrund dieser Beobachtung wird die Einstautiefe mit 1,5 m angenommen. Dieser Wert stimmt auch gut mit dem gemessenen maximalen Pegelstand von 1,497 m zusammen.

Beim **RHB Unterhuberalm** befanden sich die Schwebstoffablagerungen an den Öffnungen des rohrförmigen Abflusdosierwerkes in einer Höhe von 4,05 m. Die Öffnungen sind ansonsten frei von Ablagerungen. Aufgrund der Schneedecke konnten keine weiteren Anhaltspunkte gefunden werden, die auf eine Einstauhöhe hinweisen, sodass beim RHB Unterhuberalm eine Einstautiefe von 4,05 m angenommen werden kann.



Abb.34: Anschlaglinie RHB Stieralm



Abb. 35: RHB Unterhuberalm

4.1.2 Abflussquerschnitte

Faschingalmbrücke

Die Abflusstiefe beim Messquerschnitt **Faschingalmbrücke** konnte für das Ereignis am 18.11.2002 nicht bestimmt werden, da in diesem Bereich keine „Anschlaglinien“ beobachtet werden konnten. Der Bachabschnitt unmittelbar oberhalb des Messquerschnittes zeigt keine Spuren eines Mur- oder Hochwasserabflusses. Die Ufergräser wurden lediglich durch den Schnee geknickt. Ein Vergleich mit Pegelmesswerten von rund 33 cm ist daher nicht möglich.



Abb. 36: Bachsohle Faschingalmbrücke

Obertschappler

Schwebstoffablagerungen konnten am orographisch linken Brückenwiderlager gefunden werden. Diese Beobachtung erlaubt allerdings nur eine vage Anschätzung der maximalen Abflusstiefe von 30 – 40 cm. Dieser Wert liegt jedoch deutlich über dem Pegelmesswert von 23 cm. Der Durchflussquerschnitt unmittelbar unter dem Messgerät ist völlig frei von Geschiebe, möglicherweise wurde der Querschnitt inzwischen geräumt.



Abb. 37: Schwebstoffablagerungen Obertschappler

Untertschappler

Organisches Material wie z.B. Spinnwaben wurden am Stahlrahmen beim orographisch linken Brückenlager bis in eine Höhe von 25 cm weggespült. Der Abflussquerschnitt liegt in der Mitte ca. 10 cm tiefer und daher wird die maximale Abflusstiefe auf ca. 35 cm geschätzt. Die Abflusstiefe stimmt mit der Pegelmesswert von 38 cm gut überein. Die Geschiebeablagerungen bestehen aus Geschiebekorndurchmessern von 30 bis 40 cm.



Abb. 38: Geschiebeablagerungen Unterschappler



Abb. 39: Unterschappler

Zufahrt Wartscher

Der Messquerschnitt der Pegelmessungen wurde auf einer Breite von 6.6 m überströmt. In den Randbereichen der Bachsohle wurde die Grasvegetation nicht zerstört, der Brückendurchlass nicht verlegt. Das Geschiebe dürfte beim Ereignis rund 100 m unterhalb der Zufahrt Wartscher vor allem orographisch links mobilisiert worden sein. Die Abflusshöhe des Ereignisses kann nicht rekonstruiert werden.

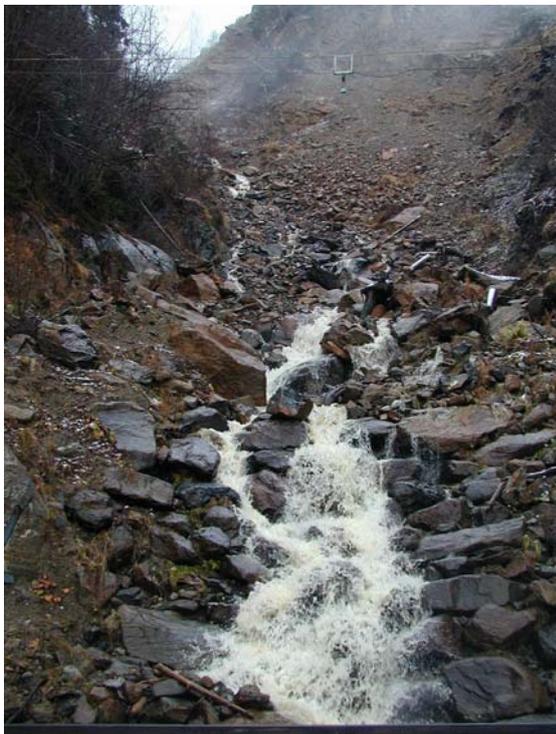


Abb. 40: Ultraschallpegel Zufahrt Wartscher



Abb. 41: Brückenquerschnitt Zufahrt Wartscher

Die Geschiebequelle dieses Ereignisses befand sich primär im Bachabschnitt zwischen der Zufahrt Jaggler (hm 31) und der Zufahrt Wartscher (hm 35,3). Die Geschiebeablagerungen verlegten beim Ereignis die Furt der Zufahrt Jaggler. Das Geschiebe wurde anschließend für die Erhöhung des orographisch rechten Leitdamms verwendet und hatte, wie das Material der Dammschüttung zeigt, einen hohen Feinanteil.

Grissmansperre

Die Abflusstiefe am orographisch rechten Teil der Abflusssektion wird mit 25 cm erfasst. Der Pegelmesswert (99. Percentile der 10 Minutenwerte) liegt mit 7,1 cm weit unter dem bei der Begehung ermittelten Wert. Lt. DI Pichler, Gbtlg. Lienz wurden beim Ereignis am 18.11.2002 rund 1000 m³ Feststoffe im Unterlauf abgelagert. In den RHB blieben Feingeschiebe mit geringem Wildholzanteil liegen.



Abb. 42: Geschiebequelle



Abb. 43: Zufahrt Jaggler



Abb. 44: Grissmansperre

5 Zusammenfassung

Angesichts der Messergebnisse besteht wohl kein Zweifel, dass die Messungen weiter verbessert werden müssen, um brauchbare Messergebnisse für das Frühwarnsystem zu bekommen. Die Datenreihen 2000, 2001 und 2002 sind unvollständig. Die Ursachen für die Messlücken, die z. B. durch die Schwierigkeiten beim Abrufen der Messwerte bedingt sind, wurden nicht umgehend behoben bzw. unvollständig dokumentiert. Die Grenzwerte wurden nicht bzw. unrealistisch gesetzt. Optimierungsänderungen wurden keine bzw. mangelhaft durchgeführt (siehe Ergänzende Leistungen für die Errichtung des Frühwarnsystems Wartschenbach vom 23.Mai. 2003, GZ1017-18).

Die Alarmierung der Videokamera durch Grenzwertübersteigung des Geophons ist mit sehr großen Unsicherheiten verbunden. Das Verzögerungsrelais mit 5 Minuten Nachlaufzeit reicht nicht aus, um das wiederholte Aus- und Einschalten der Videoaufzeichnung beim Ereignis zu verhindern, wie dies von der Fa. Messtechnik – Logistik St. Gschwendtner vorgeschlagen bzw. umgesetzt wurde.

Die Aktivierung der Videoaufzeichnung und der Beleuchtung soll in Zukunft mit dem Absetzen eines Alarms erfolgen (siehe unser Schreiben vom 26.11.2002, GZ 1017-20). Die Videoaufnahmen eignen sich für die Analyse der Geophonmesswerte erst dann, wenn ein Ereignis mit einem deutlichen Murkopf ausreichend belichtet aufgezeichnet wird.

Die Messgeräte wurden für das Frühwarnsystem nicht oder zu wenig getestet, sodass die Erfahrungen mit den Messgeräten nur langsam gesammelt werden konnten. Dies erschwert nach wie vor die Optimierung der Messgeräte wie aus unserem Zwischenbericht (Ergänzende Leistungen für die Errichtung des Frühwarnsystems Wartschenbach vom 23.Mai. 2003, GZ1017-18) hervorgeht. Die Optimierung der Messgeräte würde letztlich gezielte Messprogramme erfordern, wenn man nicht wieder mehrere Jahre auf ein Ereignis warten will, um dann die Messdaten von einem Ereignis zu untersuchen bzw. Mängel an den Messgeräten festzustellen.

Die Festlegung der Grenzwerte für die Geophonmessgeräte ist aufgrund der mangelnden Qualität der Messwerte kaum möglich. Die Grenzwertbereiche konnten nur anhand der Messwerte der Jahresreihe 2002 und des Ereignisses am 18.11.2003 beurteilt werden. Die Messwerte von einem größeren Ereignis können

jedoch damit nicht abgeschätzt werden, da die Messwerte sehr stark von der Intensität des Ereignisses abhängen sowie von den Boden- und Untergrundverhältnissen, die nicht untersucht wurden. Der Grenzwert des Geophons der Station Grissmannsperre konnte z.B. mit den bisherigen Ergebnissen nicht weiter angepasst werden, da die Messwerte innerhalb sehr kurzer Zeit extrem schwanken. Die Messergebnisse könnten jedoch generell dadurch verbessert werden, wenn anstatt der Istwerte die Mittelwerte von Messintervallen abgespeichert werden, um Extremwerte damit zu eliminieren.

Aufgrund der aufgetretenen Mängel sollen die Messgeräte (Geophonverstärker und Hageldedektor) im Rahmen einer Kulanzlösung von der Firma Sommer Mess- und Systemtechnik auf den neusten technischen Stand gebracht werden.

Die Grenzwerte der Pegelmessgeräte sind mit Hilfe einer Pegelkurve für die einzelnen Messquerschnitte abgeleitet worden. Die Abflussberechnungen an den einzelnen Messquerschnitten wurden mit HEC-RAS durchgeführt. Die Pegelkurven konnten mit Hilfe der Ergebnisse der Analyse des Extremereignisses vom 16.8.1997 und den Messergebnissen des Ereignisses am 18.11.2002 für die Brückenquerschnitte erstellt werden. Aufgrund der mangelhaften Messergebnisse und der fehlenden Ereignisse können die Grenzwerte für die Geophone und Ultraschallpegel vorläufig nur grob festgelegt werden (Tab. 11, Tab.12).

Stationen	Geophon		Beschreibungen
	Bestand	Vorschlag	
Grissmannsperre	200		Starke Schwankungen, Anpassung nicht möglich (evtl. Mittelwerte statt Istwerte)
Zufahrt Wartscher	200		Starke Schwankungen, Anpassung nicht möglich
Unterschappler	100	300	99.Percentile der 10 Minuten-Messwerteder derJahresreihe 2002, Ereignis 2002
Oberschappler	200	300	99.Percentile der 10 Minuten-Messwerteder derJahresreihe 2002, Ereignis 2002
Faschingalmbrücke	9050	200	99.Percentile der 10 Minuten Messungen der Jahresreihe 2002

Tab. 11: Vorläufige Grenzwerte für Geophone - Zusammenfassung

Stationen	Pegel (mm)				Beschreibung
	Nullwert 1)	Grenzwert Bestand	Grenzwert Vorschlag	Alarmierung Vorschlag	
					1) 5. Percentile Jahresreihe 2002
Grissmannsperre	17	9000			Starke Schwankungen, Anpassung nicht möglich
Zufahrt Wartscher	0	300			Starke Schwankungen, Anpassung nicht möglich
Unterschappler	2	9000	400	600	Pegelschlüssel und Ereignis 1997
Oberschappler	52	9000	260	450	Pegelschlüssel und Ereignis 1997
Faschingalmbrücke	133	9200	470	680	Pegelschlüssel und Ereignis 1997
Wartschenbrunn	59	100			Keine Erhebung des Ereignisses am 18.11.2002

Tab.12: Vorläufige Grenzwerte für Ultraschallpegel - Zusammenfassung

Die Ultraschallmessungen in den Abflussquerschnitten müssen möglichst genau sein und wenig schwanken, um ein Extremereignis wie am 16.8.1997 bei dem 50.000 m³ Feststoffe mobilisiert wurden sicher zu erfassen, da die Abflusstiefen in den Messquerschnitten relativ gering sind, wie die Pegelschlüssel im Anhang B zeigen.

Die Messgeräte der einzelnen Station dürfen bei einem Frühwarnsystem nie isoliert betrachtet werden. Der funktionale Zusammenhang der einzelnen Messgeräte sollte bei der Festlegung der Kriterien für eine Alarmierung berücksichtigt werden. Die Grundlagen dafür können aber nur im Rahmen einer umfassende Systemanalyse erarbeitet werden.

5.1 Ausblick

Der optimale Messbetrieb kann nur dann garantiert werden, wenn die Aufgaben und die Kompetenzen der Datenerhebungen (Kontrolle / Betreuung, Energieversorgung, Datenzugriffsrechte, Wartung, ...) klar geregelt und die Übernahme der anfallenden Kosten langfristig gesichert sind. Die Service- und Wartungsarbeiten müssen genau definiert und laufend überprüft werden. Der Wartschenbach wurde in das TORA-Konzept aufgenommen, um die Grundlagen dafür zu schaffen.

Das Warnsystem soll mit einem Web Modul erweitert werden, um Alarmsignale von den einzelnen Station abzusetzen und die Messdaten rasch zur Verfügung zu stellen.

Das Katastrophenmanagement bei einem Extremereignis kann nur dann gut funktionieren, wenn die Verantwortlichen der Katastrophenbewältigung mit den Betreibern des Frühwarnsystems eng zusammenarbeiten und in die möglichen Ereignis-Szenarien eingebunden sind. Die Beobachtung der Abflusstiefen an den Brückenquerschnitten könnte z.B. im Ereignisfall auch an Lattenpegeln erfolgen und somit unabhängig von allenfalls möglichen Energieausfällen sein.

Das Messprinzip bzw. die Messmethode sollten genauer erfasst werden, um die Messgeräte grundsätzlich optimieren zu können. Erst die Kenntnis der Frequenz und des Schwankungsbereiches der Messwerte ermöglicht die Interpretation der Messergebnisse und somit die Optimierung der Einstellparameter für die Weiterentwicklung des Frühwarnsystems. Die Einheiten der Messwerte der Geophone (mV) z.B. können nicht mit den Angaben in der Literatur verglichen werden, wonach Murereignisse im Frequenzbereich zwischen 30-80 Hz bzw. Hochwasserabflüsse über 100 Hz auftreten.

Die Dokumentation aller Änderungen bei den Einstellung der Messgeräte ist für die Optimierung des Messsystems unverzichtbar. Dies könnte einerseits in Form einer Tagebuchaufzeichnung (Protokolle) erfolgen neben der laufenden Aktualisierung der Gerätelisten in einer entsprechenden Datenbankstruktur.

Die Überprüfung der Messergebnisse und die Analyse eines Ereignisses erfolgen durch Ereignisdokumentation und Abfluss-Simulationen. Die Geometrie des Grinnes, zumindest zwischen den Stationen Untertschappler und Faschingalambrücke sollte für das hydrologische Modell terrestrisch vermessen sein.

Die Entwicklung der Grundlagen für ein Murenfrühwarnsystem, auf dessen Basis eine Warnung vor Murereignissen möglich sein sollte, erfordert noch große Anstrengungen.

Das Bewusstsein für die Gefahren der Natur könnte in der Bevölkerung, aber auch bei den Touristen durch Infotafeln vor Ort geweckt werden.

6 Verzeichnisse

6.1 Literatur

- HÜBL, J., GANAHL, E., MOSER, M., SCHNETZER, I., (2002): Dokumentation Wartschenbach, WLS Report 52, Universität für Bodenkultur Wien (unveröffentlicht)
- HÜBL: J., SCHNETZER, I., HOLZINGER, G., GEIWITSCH, R., BRAUNER, M., (2000): Hydrologische Studie Wartschenbach – Niederschlag-Abfluss-Simulation zur Dimensionierung der Rückhaltebecken am Zetttersfeld, WLS Report 19; Institut für Alpine Naturgefahren und Forstliches Ingenieurwesen, Wien
- HÜBL: J., SCHERZ, W., PICHLER, A., (2000): Wasserwirtschaftliche Studie: Wartschenbach, Dorfbach und Zwieslingbach. WLS Report 49; Institut für Alpine Naturgefahren und Forstliches Ingenieurwesen, Wien
- SCHMIDT, R. (2002): Warnsysteme in Wildbacheinzugsgebieten unter besonderer Berücksichtigung von Murgängen; Stand der Technik und Evaluierung auf Basis eines Pilotprojektes in Österreich, Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien

6.2 Abbildungen

ABB. 1: SCHEMA ZUR ÜBERPRÜFUNG UND KONTROLLE DER MESSUNGEN	6
ABB. 2 SCHEMA FÜR DIE DOKUMENTATION UND ANALYSE VON EREIGNISSEN FÜR DAS FRÜHWARNSYSTEM WARTSCHENBACH.....	8
ABBILDUNG 3: MODELLBEISPIEL FÜR DEN MESSSTANDORT OBERTSCHAPPLER	10
ABB. 4: WASSERSPIEGELLAGEN UND PEGELSCHLÜSSEL FÜR DIE „ALTE“ BRÜCKENGEOMETRIE DER FASCHINGALMBRÜCKE FÜR DAS EREIGNIS AM 16.8.1997	11
ABB. 5: PEGELSCHLÜSSEL DER MESSSTATIONEN.....	12
ABB. 6 ABFLUSSZEITEN ZWISCHEN FASCHINGALMBRÜCKE UND SCHWEMMKEGEL FÜR DAS EREIGNIS AM 16.8.1997	13
ABB. 7: GEOPHONMESSUNGEN DER STATION GRISSMANNSPERRE - TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN.....	17
ABB. 8: GEOPHONMESSUNGEN DER STATION GRISSMANNSPERRE- MINUTENWERTE VOM EREIGNIS AM 18.11.2002	18
ABB. 9: PEGELMESSUNGEN DER STATION GRISSMANNSPERRE - TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN, VERGLEICH MIT DEN MAXIMALEN TAGESNIEDERSCHLÄGEN	19
ABB. 10: PEGELMESSUNGEN DER STATION GRISSMANNSPERRE – EREIGNIS AM 18.11.2002	20
ABB. 11: GEOPHONMESSUNGEN STATION ZUFAHRT WARTSCHER - TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN.....	22
ABB. 12: GEOPHONMESSUNGEN DER STATION ZUFAHRT WARTSCHER – MINUTENWERTE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	23
ABB. 13: PEGELMESSUNGEN DER STATION ZUFAHRT WARTSCHER – TAGEWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN.....	24
ABB. 14: PEGELMESSWERTE DER STATION ZUFAHRT WARTSCHER – MINUTENWERTE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	25
ABB. 15: GEOPHONMESSUNGEN STATION UNTERTSCHAPPLER- TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN.	27
ABB. 16: PEGELMESSWERTE DER STATION UNTERTSCHAPPLER – EREIGNIS 18.-19.11.2003 (7-6H50).....	28
ABB. 17: PEGELMESSUNGEN DER STATION UNTERTSCHAPPLER – TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN.....	29
ABB. 18: PEGELMESSWERTE DER STATION UNTERTSCHAPPLER – MINUTENWERTE DES EREIGNISSES AM 18.11.2003	30
ABB. 19: GEOPHONMESSWERTE DER STATION OBERTSCHAPPLER - TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN.....	32
ABB. 20: GEOPHONMESSWERTE DER STATION OBERTSCHAPPLER – MINUTENWERTE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	33
ABB. 21: PEGELMESSUNGEN DER STATION OBERTSCHAPPLER – TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN.....	34

ABB. 22: PEGELMESSWERTE DER STATION OBERTSCHAPPLER – MINUTENWERTE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	35
ABB. 23: GEOPHONMESSWERTE DER STATION FASCHINGALMBRÜCKE - TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN	37
ABB. 24: GEOPHONMESSWERTE DER STATION FASCHINGALMBRÜCKE – MINUTENWERTE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	38
ABB. 25: PEGELMESSUNGEN DER STATION FASCHINGALMBRÜCKE – TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN	39
ABB. 26: PEGELMESSWERTE DER STATION FASCHINGALMBRÜCKE – MINUTENWERTE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	40
ABB. 27: NIEDERSCHLAGS- UND PEGELMESSUNGEN DER STATION WARTSCHENBRUNN – TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN	43
ABB. 28: PEGELMESSUNGEN DER STATION WARTSCHENBRUNN – MINUTENWERTE DES EREIGNISSES AM 18.11.2003	44
ABB. 29: HAGEL- UND NIEDERSCHLAGSMESSUNGEN DER STATION WARTSCHENBRUNN – TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN	45
ABB. 30: NIEDERSCHLAGS-, PEGEL- UND HAGELMESSUNGEN DER STATION WARTSCHENBRUNN – MINUTENWERTE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	46
ABB. 31: NIEDERSCHLAGS- UND PEGELMESSUNGEN DER STATION STIERALM – TAGESWERTE DER MESSREIHE 2002, MESSINTERVALL 10 MIN	47
ABB. 32: PEGELMESSUNGEN DER STATION STIERALM – MINUTENWERTE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	48
ABB. 33: NIEDERSCHLAGS- UND PEGELMESSUNGEN DER STATION STIERALM – MINUTENWERTE DES EREIGNISSES AM 18. 11.2002	48
ABB.34: ANSCHLAGLINIE RHB STIERALM ABB. 35: RHB UNTERHUBERALM	51
ABB. 36: BACHSOHLE FASCHINGALMBRÜCKE	51
ABB. 37: SCHWEBSTOFFABLAGERUNGEN OBERTSCHAPPLER	52
ABB. 38: GESCHIEBEABLAGERUNGEN UNTERTSCHAPPLER ABB. 39: UNTERTSCHAPPLER	53
ABB. 40: ULTRASCHALLPEGEL ZUFAHRT WARTSCHER ABB. 41: BRÜCKENQUERSCHNITT ZUFAHRT WARTSCHER	53
ABB. 42: GESCHIEBEQUELLE ABB. 43: ZUFAHRT JAGGLER ABB. 44: GRISSMANSPERRE	54

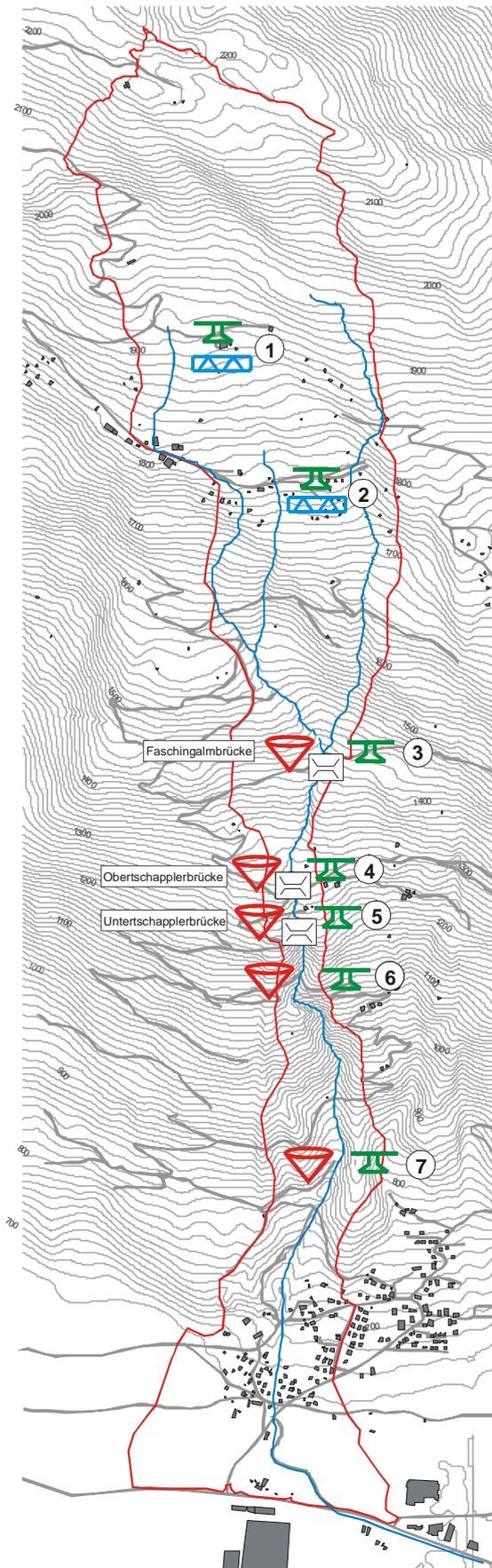
6.3 Tabellen

TAB. 1: ANSCHLAGMARKEN DER EINZELNEN STATION BEIM EREIGNIS AM 18.11.2002	10
TAB. 2: RÜCKGERECHNETE SPITZENABFLÜSSE	11
TAB. 3: VIDEOAUFZEICHNUNGEN DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	15
TAB. 4: ÜBERSICHT DER MESSWERTE DER STATION GRISSMANNSPERRE - JAHRESREIHE 2002 UND MESSREIHE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	20
TAB. 5: ÜBERSICHT DER MESSWERTE DER STATION ZUFAHRT WARTSCHER - JAHRESREIHE 2002 UND MESSREIHE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	26
TAB. 6: ÜBERSICHT DER MESSWERTE DER STATION UNTERTSCHAPPLER - JAHRESREIHE 2002 UND MESSREIHE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	31
TAB. 7: ÜBERSICHT DER MESSWERTE DER STATION OBERTSCHAPPLER - JAHRESREIHE 2002 UND MESSREIHE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	36
TAB. 8: ÜBERSICHT DER MESSWERTE DER STATION FASCHINGALMBRÜCKE - JAHRESREIHE 2002 UND MESSREIHE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	41
TAB. 9: ÜBERSICHT DER MESSWERTE DER STATION WARTSCHENBRUNN - JAHRESREIHE 2002 UND MESSREIHE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	46
TAB. 10: ÜBERSICHT DER MESSWERTE DER STATION STIERALM - JAHRESREIHE 2002 UND MESSREIHE DES EREIGNISSES AM 18.11.2002	49
TAB. 11: VORLÄUFIGE GRENZWERTE FÜR GEOPHONE - ZUSAMMENFASSUNG	56
TAB.12: VORLÄUFIGE GRENZWERTE FÜR ULTRASCHALLPEGEL - ZUSAMMENFASSUNG	56

Anhang

ANHANG A

ANHANG A1: ÜBERSICHT DERMESSSTATIONEN	1
ANHANG A2: GERÄTEAUFSTELLUNG DER FA. SOMMER, STAND 02/2002.....	2
ANHANG A3: GERÄTEAUFSTELLUNG DER FA. SOMMER, STAND 02/2002.....	3
ANHANG A4: STATION STIERALM	4
ANHANG A5: STATION WARTSCHENBRUNN	5
ANHANG A6: STATION FASCHINGALM.....	6
ANHANG A7: STATION OBERTSCHAPPLER.....	7
ANHANG A8: STATION UNTERTSCHAPPLER.....	8
ANHANG A9: STATION WARTSCHER	9
ANHANG A10: STATION GRISSMANSPERRE	10



Messstationen des Frühwarnsystems Wartschenbach

- ① Station Stieralm
NS-Waage, Ultraschall, Temp.,
Datenlogger, Messverteiler, Datenfunk,
Netzversorgung
- ② Station Wartschenbrunn
NS-Waage, Ultraschall, Temp., Hageldedektor
Datenlogger, Messverteiler, Datenfunk,
Netzversorgung
- ③ Station Faschingalm
Ultraschall, Temp., Geophon
Datenlogger, Messverteiler, Datenfunk,
Solaranlage
- ④ Station Obertschappler
Ultraschall, Temp., Geophon,
Datenlogger
- ⑤ Station Unterschappler
Ultraschall, Geophon,
Messverteiler, Datenfunk,
Netzversorgung
- ⑥ Station Wartscher
Ultraschall, Temp., Geophon,
Datenlogger, Messverteiler, Datenfunk,
Solaranlage
- ⑦ Station Grissmannsperre
Ultraschall, Temp., Geophon,
Datenlogger, Messverteiler, Datenfunk,
Videokamera, IVC-Recorder, Beleuchtung
Netzversorgung,

Messgeräte

-  Ultraschall
-  NS-Waage
-  Geophon

-  Strasse
-  Gebäude
-  Schichtenlinien
-  Hauptgerinne
-  EZG-Fläche



M 1 : 20.000

Anhang A1: Übersicht der Messstationen

Station					Kanal		Gerät					Versorgung		Messdaten										
Standort	Nummer	Signatur	Tel	Daten	Bezeich	Nr.	Messgerät	Type	Hersteller	Temperatur	Anschluss	Frequenz	Intern	Extern	Einheit	Bereich	Frequenz	Genauigkeit	Einstellung					
Stieralm	114934	1757818362	GK06	stie	Niedersc	7	Niederschlagswaage	NIWA/MED-K505	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K7				mm				0,1mm	ereignisabhängig				
							Lufttemp	1	Temperatur	LTK-592C	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K1					°C	"-30 - 60"			0,1°C	Istwert	
							Pegel	8	Ultraschall	USH10	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K8					cm	0 - 10 m	5 Messungen/s	<± 0,1 %		Mimimalwert	
									Datenlogger	MRS 4	Sommer	-30 - +60°C	Funk				Akku 12V	Netz 220V						
									Messverteiler	AE1008	Sommer													
									Datenfunkgerät	1ASC	Satelline	-25 - +55°C	MRS 4	433,525MHz										
Wartschenbrunn	48520001	-972254546	GK01	wabr	Niedersc	7	Niederschlagswaage	NIWA/MED-K505	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K7				mm				0,1mm	ereignisabh.				
							Lufttemp	1	Temperatur	LTK-592C	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K1					°C	"-30 - 60"			0,1°C	Mittelwert	
							Hagel	2	Hageldedektor	HGD20	Sommer	-30 - 60°C	MRS4/K2					Ja/Nein					Kontinuierlich	
							Pegel	8	Ultraschall	USH10	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K8					cm	0 - 10 m	5 Messungen/s	<± 0,1 %		Mimimalwert	
									Datenlogger	MRS 4	Sommer	-30 - +60°C	Funk				Akku 12V	Netz 220V						
									Messverteiler	AE1008	Sommer													
Faschingalm	48526002	-1895419999	GK02	wafb	Pegel	8	Ultraschall	USH10	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K8				cm	0 - 10 m	5 Messungen/s	<± 0,1 %		Mimimalwert				
							Temp	1	Temperatur	LTK-592C	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K1					°C	"-30 - 60"			0,1°C	Mittelwert	
							Geo	2	Geophon	PE-3C	Loster	-40 - +100°C	MRS4/K2					mV	0-2500				Istwert	
									Datenlogger	MRS 4	Sommer	-30 - +60°C	Funk				Akku 12V	Solar						
									Messverteiler	AE1008	Sommer													
									Datenfunkgerät	1ASC	Satelline	-25 - +55°C	MRS 4	433,525MHz										
Obertschappler	48520003	2099933526	GK03	wats	Batt.Spg	3	Solaranlage	50W/72 Ah	Kyocera		MRS4/K3				V	0-30								
					Pegel 1 ob	5	Ultraschall	USH10	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K5					cm	0 - 10 m	5 Messungen/s	<± 0,1 %		Mimimalwert			
							Lufttemp	1	Temperatur	LTK-592C	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K1					°C	"-30 - 60"			0,1°C	Mittelwert	
							Geo 1 ob	2	Geophon	PE-3C	Loster	-40 - +100°C	MRS4/K4					mV	0-2500				Istwert	
									Datenlogger	MRS 4	Sommer	-30 - +60°C	Funk				Akku 12V	Netz 220V						
									Messverteiler	AE1008	Sommer													
Unterschapppler					Pegel	8	Ultraschall	USH10	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K8				cm	0 - 10 m	5 Messungen/s	<± 0,1 %		Mimimalwert				
							Geo 1	2	Geophon	PE-3C	Loster	-40 - +100°C	MRS4/K2				mV	0-2500				Istwert		
									Messverteiler	AE1008	Sommer													
									Datenfunkgerät	1ASC	Satelline	-25 - +55°C	MRS4	433,525MHz										
									Netzversorgung	220V AC/12V DC	Banner													
									Batt.Spg	3	Solaranlage	50W/72 Ah	Kyocera		MRS4/K3				V	0-30				
Grissmansperre	48520004	1725139577	GK04	wagr	Pegel	8	Ultraschall	USH10	Sommer	-30 - +60°C	MRS4/K8				cm	0 - 10 m	5 Messungen/s	<± 0,1 %		Minimalwert				
							Geo	2	Geophon	PE-3C	Loster	-40 - +100°C	MRS4/K2				mV	0-2500				Istwert		
							Temp	1	Temperatur	LTK-592C	Sommer		MRS4/K1					°C	"-30 - 60"			0,1°C	Mittelwert	
									Datenlogger	MRS 4	Sommer	-30 - +60°C	Funk				Akku 12V	Netz 220V						
									Messverteiler	AE1008	Sommer													
									Datenfunkgerät	1ASC	Satelline	-25 - +55°C	MRS4	433,525MHz										
					Batt Spg	3	Netzversorgung	220V AC/12V DC	Banner															
							Videokamera																	
							IVC-Recorder																	
							Beleuchtung																	

Anhang A2: Geräteaufstellung der Fa. Sommer, Stand 02/2002

Speicher					Parametereinstellungen						Datum				Sonstiges		
Art	Plätze	Größe	Sicherheit	Intervall	Bezeichnung	Einheit	Codes	Eich	Grenz	Mult	Einbau	Beginn der Messung	Austausch	Ausbau	Montage	Blitzschutz	Anmerkungen
					Niederc	mm	0671	0,7		1,0	28/06/2001	28.6.2001			Trägersäule	ja	
					Temp	°C	0001	273		10	28/06/2001				Radioationsschild	ja	
					Pegel	cm	0181	-655	0	-1,0	28/06/2001	28.6.2001			Holzbalken		
Ringspeicher	6	128kByte	gepuffertes RAM	1s - 1h							28/06/2001						
											28/06/2001						
											28/06/2001						
											28/06/2001						
					Niederc	mm	0671	0,7		1,0	27.06.01	27.6.2001			Trägersäule	ja	
					Temp	°C	0301	273,6		10	28/08/2000				Radioationsschild	ja	
					Hagel	J/N	2300	0000	300	1,0	27.06.01	18.9.2001					
					Pegel	cm	0181	-370	100	-1,0	28/08/2000	19.9.2000			Stahlseil		
Ringspeicher		128kByte	gepuffertes RAM	1s - 1h							28/08/2000						
											28/08/2000						
											28/08/2000						
											27/06/2001						
					Pegel	cm	2181	-410	9200	-1,0	28/08/2000	1.12.2000			Brückentragwerk		
					Temp	°C	0301	276,1		10	28/08/2000				Radioationsschild	ja	
					Geo	mV	2000	0000	9050	1.000	28/08/2000	1.12.2000			Betonschacht		
Ringspeicher		128kByte	gepuffertes RAM	1s - 1h							28/08/2000						
											28/08/2000						
											28/08/2000						
					Batt-Spg	V	0002	0		1,095	28/08/2000						
					Pegel ob	cm	0101	250	9000	5,0	28/08/2000	1.12.2000			Brückentragwerk		
					Temp	°C	0001	273,1		10	28/08/2000				Radioationsschild	ja	
					Geo ob	mV	2000	400	200	5.000	28/08/2000	1.12.2000			Brückenwiderlager		
Ringspeicher		128kByte	gepuffertes RAM	1s - 1h							28/08/2000						
					Pegel	cm	0181	-365	9000	-1,0	28/08/2000	1.12.2000			Brückentragwerk		
					Geo	mV	2000	100	100	30	28/08/2000	1.12.2000			Brückenwiderlager		
											28/08/2000						
											28/08/2000						
											28/08/2000						
					Pegel	cm	0181	-550	300	-1,0	27.06.01	27.6.2001			Stahlseil		
					Geo	mV	2000	-50	200	1.000	27.06.01	27.6.2001			Fels		
					Temp	°C	0301	273,6		10	27/06/2001				Radioationsschild	ja	
Ringspeicher		128kByte	gepuffertes RAM	1s - 1h							27.06.01						
											27.06.01						
											27.06.01						
					Batt-Spg	V	0002	0		1,095	27.06.01						
					Pegel	cm	0181	-760	9000	-1,0	28.08.00	21.9.2000			Stahlseil		
					Geo	mV	2000	0	200	1.000	28.08.00	21.9.2000			Betonflügel		
					Temp	°C	0001	272,6		10	28/08/2000				Radioationsschild	ja	
Ringspeicher		128kByte	gepuffertes RAM	1s - 1h							28.08.00						
											28.08.00						
											28.08.00						
											28/08/2000						

Anhang A3: Geräteaufstellung der Fa. Sommer, Stand 02/2002

Station Stieralm – Messwerterfassung



Gerät	Prozess	Speicher	Funk
	Niederschlag		---
	Lufttemperatur, - feuchte		---
	Einstauhöhe, RHB		---



Kennwerte

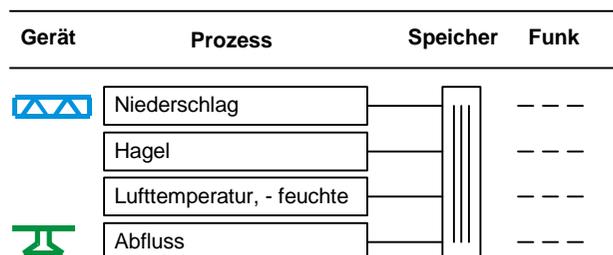
	Stieralm
Standort	
Nummer	114934
Signatur	1757818362
Dateiname	stie

Messgerät	 Niederschlagswaage	 Ultraschall
Type	NIWA/MED-K505	USH10
Hersteller	Fa. Sommer	Fa. Sommer
Beheizung	Nein	---
Auffangöffnung	500 cm ²	---
Höhe über Grund	3,0 m	--
Windschutz	Ja	--
Montage	Trägersäule	Holzbalken
Stromversorgung	220V AC/12V DC	220V AC/12V DC
Aufzeichnungsmodus	Asynchron	Asynchron (Minimalwert)
Übertragung	Funk	Funk

Sonstige Messgeräte	Anmerkung
Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen	Wetterhütte

Anhang A4: Station Stieralm

Station Wartschenbrunn – Messwerterfassung



Kennwerte

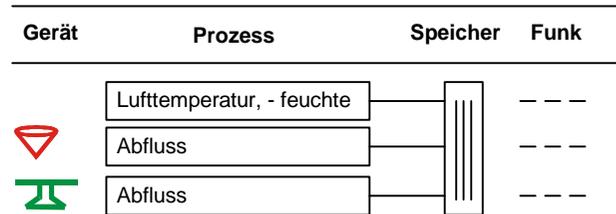
Standort	Wartschenbrunn
Nummer	48520001
Signatur	-972254546
Dateiname	wabr

Messgerät	☒ Niederschlagswaage	☒ Ultraschall
Type	NIWA/MED-K505	USH10
Hersteller	Fa. Sommer	Fa. Sommer
Beheizung	Nein	---
Auffangöffnung	500 cm ²	---
Höhe über Grund	3,0 m	3,7 m
Windschutz	Ja	--
Montage	Trägersäule	Stahlseil
Stromversorgung	220V AC/12V DC	220V AC/12V DC
Aufzeichnungsmodus	Asynchron	Asynchron (Minimalwert)
Übertragung	Funk	Funk

Anhang A5: Station Wartschenbrunn

Sonstige Messgeräte	Anmerkung
Hageldedektor	
Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen	Schutzfolien

Station Faschingalm – Messwerterfassung



Kennwerte

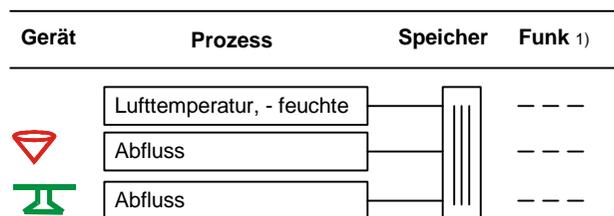
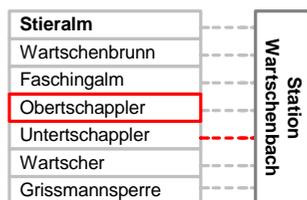
Standort	Faschingalm
Nummer	48526002
Signatur	-18954199992
Dateiname	wafb

Messgerät	Geophon	Ultraschall
Type	PE-3C	USH10
Hersteller	Fa. Loster	Fa. Sommer
Höhe über Grund	--	3,5m
Montage	Betonschacht	Brückentragwerk
Stromversorgung	220V AC/12V DC	220V AC/12V DC
Aufzeichnungsmodus	Asynchron (aktuell)	Asynchron (Minimalwert)
Übertragung	Funk	Funk

Sonstige Messgeräte	Anmerkung
Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen	Schutzfolie

Anhang A6: Station Faschingalm

Station Obertschappler – Messwerterfassung



Kennwerte

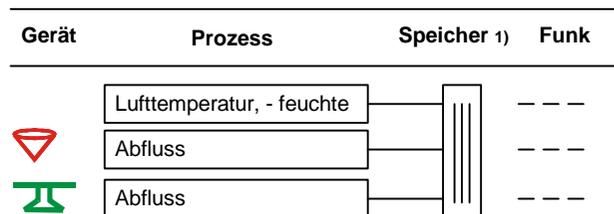
Standort	Obertschappler
Nummer	48520003
Signatur	2099933526
Dateiname	wats

Messgerät	 Geophon	 Ultraschall
Type	PE-3C	USH10
Hersteller	Fa. Loster	Fa. Sommer
Höhe über Grund	--	5,8 m
Stromversorgung	220V AC/12V DC	220V AC/12V DC
Aufzeichnungsmodus	Asynchron (aktuell)	Asynchron (Minimalwert)
Montage	Brückenwiderlager (talseitig, orographisch rechts)	Brückentragwerk
Übertragung	Funk 1) Station Untertschappler	Funk 1) Station Untertschappler

Sonstige Messgeräte	Anmerkung
Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen	Schutzfolie

Anhang A7: Station Obertschappler

Station Unterschappler – Messwerterfassung



Anhang A8: Station Unterschappler

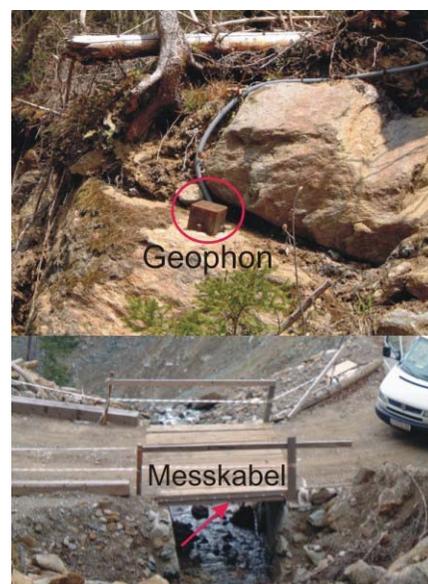
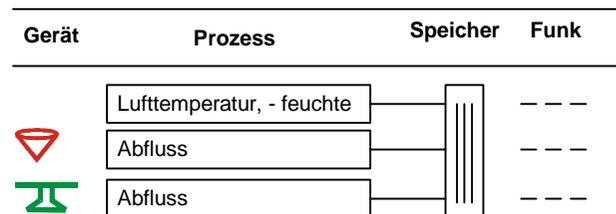
Kennwerte

Standort (Station Obertschappler)	Unterschappler
Nummer	48520003
Signatur	2099933526
Dateiname	wats

Messgerät	 Geophon	 Ultraschall
Type	PE-3C	USH10
Hersteller	Fa. Loster	Fa. Sommer
Höhe über Grund	--	3,5 m
Stromversorgung	220V AC/12V DC	220V AC/12V DC
Aufzeichnungsmodus	Asynchron (aktuell)	Asynchron (Minimalwert)
Montage	Brückenwiderlager (talseitig, orographisch rechts)	Brückentragwerk (siehe Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.)
Übertragung	Funk 1) Station Unterschappler	Funk

Sonstige Messgeräte	Anmerkung
Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen	Schutzfolie

Station Wartscher – Messwerterfassung



Kennwerte

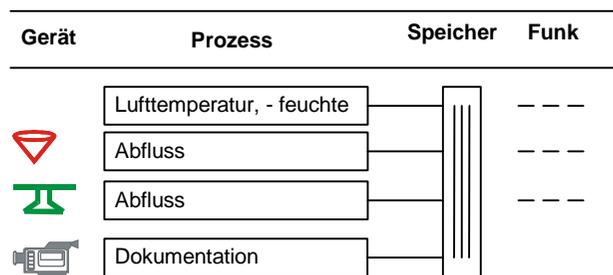
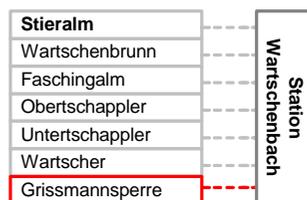
Standort	Wartscher
Nummer	48520005
Signatur	-272114698
Dateiname	furt

Messgerät	 Geophon	 Ultraschall
Type	PE-3C	USH10
Hersteller	Fa. Loster	Fa. Sommer
Höhe über Grund	--	4,8 m
Stromversorgung	Solar	Solar
Aufzeichnungsmodus	Asynchron (aktuell)	Asynchron (Minimalwert)
Montage	Fels	Stahlseil
Übertragung	Funk	Funk

Sonstige Messgeräte	Anmerkung
Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen	Schutzfolie
Druckmessplatten (Geophon der Fa. Input)	
Messkabel (Furt)	

Anhang A9: Station Wartscher

Station Grissmansperre



Kennwerte

Standort	Grissmansperre
Nummer	48520004
Signatur	1725139577
Dateiname	wagr

Messgerät	 Geophon	 Ultraschall
Type	PE-3C	USH10
Hersteller	Fa. Loster	Fa. Sommer
Höhe über Grund	--	--
Stromversorgung	220V AC/12V DC	220V AC/12V DC
Aufzeichnungsmodus	Asynchron (aktuell)	Asynchron (Minimalwert)
Montage	Betonflügel	Stahlseil
Übertragung	Funk	Funk

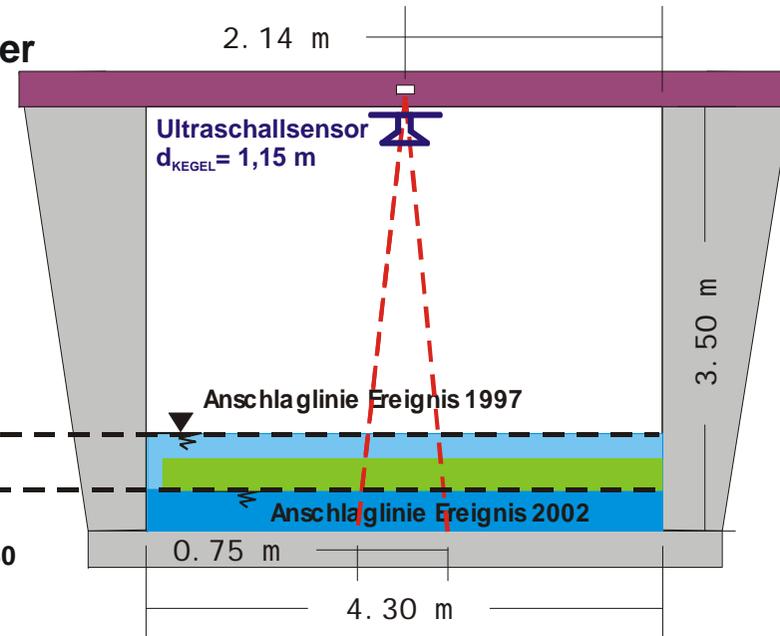
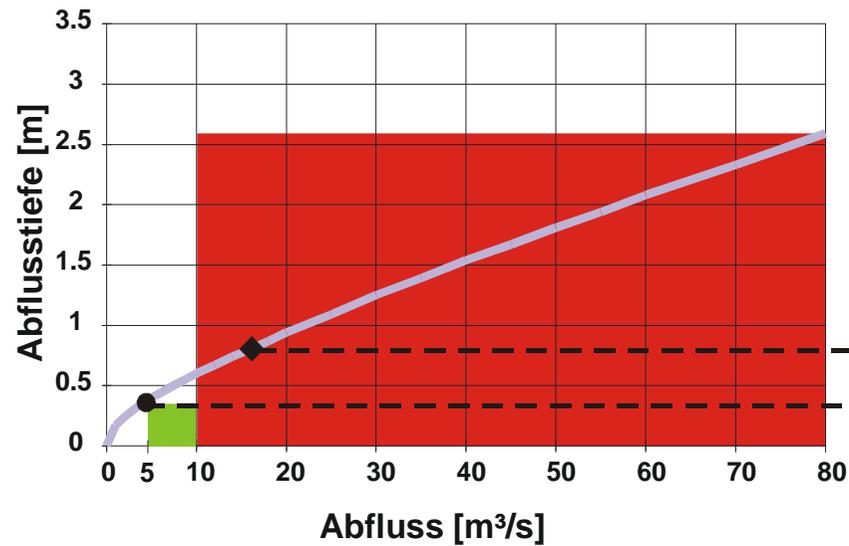
Sonstige Messgeräte	Anmerkung
Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen	Schutzfolie
Videokamera (RHB 1)	IVC-Recorder

Anhang A10: Station Grissmansperre

ANHANG B

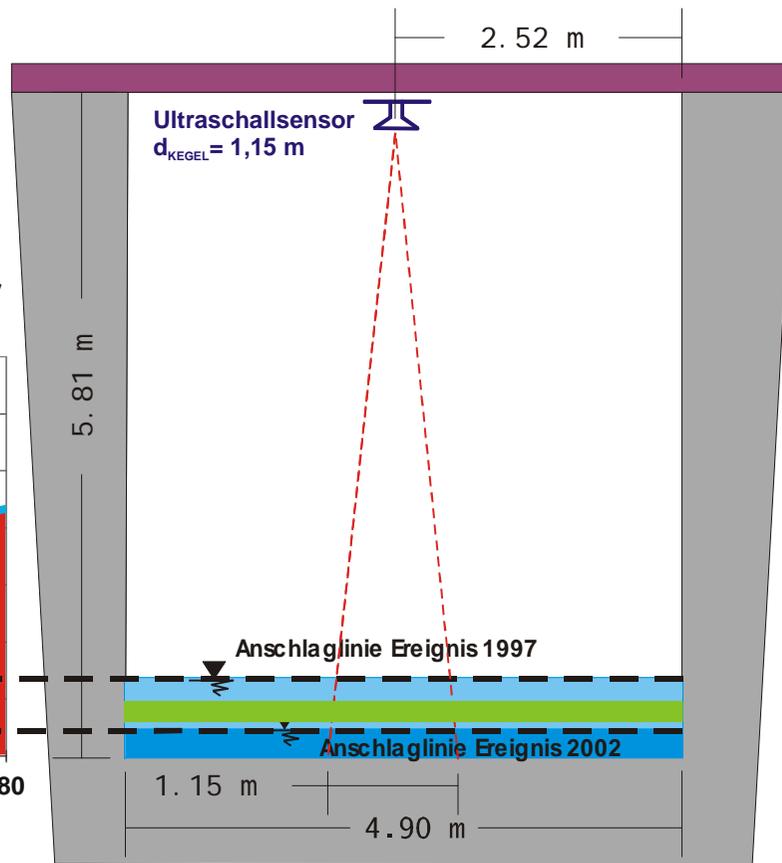
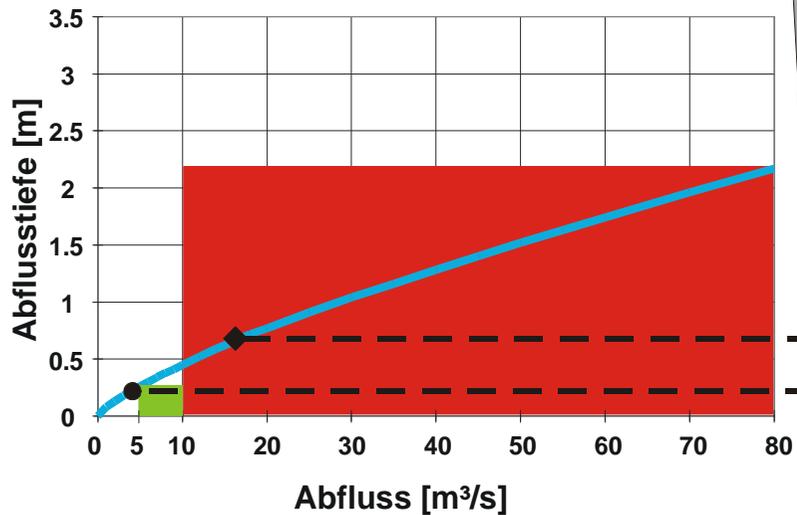
ANHANG B1: PEGELSCHLÜSSEL UNTERTSCHAPPLER.....	1
ANHANG B2: PEGELSCHLÜSSEL OBERTSCHAPPLER.....	2
ANHANG B3: PEGELSCHLÜSSEL FASCHINGALM	3

Reinwasserpegelschlüssel Unterschappler



	Abflusstiefe [m]	v_{mittel} [m³/s]	A_Q [m²]	Q [m³/s]	V [m³]
Ereignis 16.08.1997	0.8	4.6	3.5	16.0	50.000
Ereignis 18.11.2002	0.4	3.7	1.3	5.0	1.000
Grenzwert (Aktivmodus)	0.4	-	-	5.0	
Alarmierung	0.6	-	-	10.0	

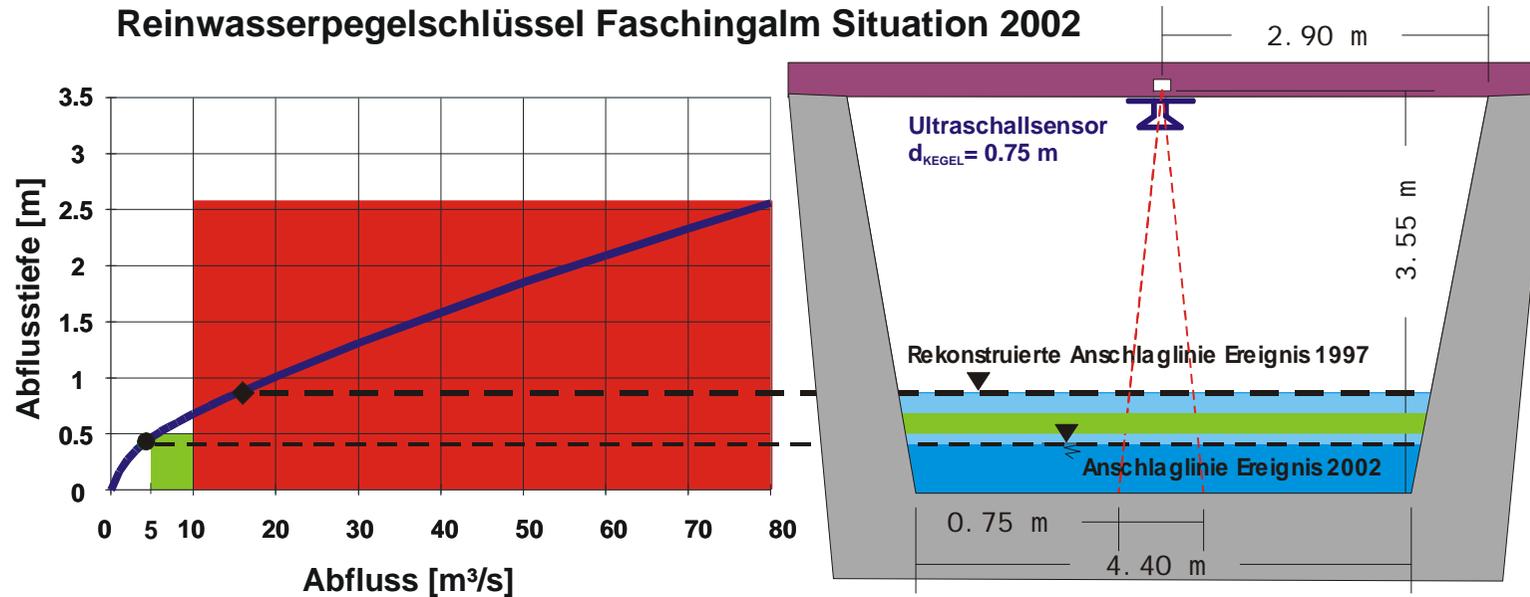
Reinwasserpegelschlüssel Obertschappler



	Abflusstiefe [m]	v_{mittel} [m³/s]	A_Q [m²]	Q [m³/s]	V [m³]
Ereignis 16.08.1997	0.7	5.0	3.2	16.0	50.000
Ereignis 18.11.2002	0.2	3.7	1.1	4.2	1.000
Grenzwert (Aktivmodus)	0.3	-	-	5.0	
Alarmierung	0.5	-	-	10.0	

Anhang B2: Pegelschlüssel Obertschappler

Reinwasserpegelschlüssel Faschingalm Situation 2002



	Abflusstiefe [m]	v_{mittel} [m³/s]	A_Q [m²]	Q [m³/s]	V [m³]
Ereignis 16.08.1997	0.9	4.0	4.0	16.0	50.000
Ereignis 18.11.2002	0.4	2.1	1.9	4.0	1.000
Grenzwert (Aktivmodus)	0.5	-	-	5.0	
Alarmierung	0.7	-	-	10.0	

Anhang B3: Pegelschlüssel Faschingalm