



**Universität für Bodenkultur Wien**  
Department Bautechnik und Naturgefahren  
Institut für Alpine Naturgefahren (IAN)

Peter Jordan Str. 82  
A-1190 WIEN

Tel.: +43-1-47654-87100  
Fax: +43-1-47654-87109



## IAN REPORT 175

### Band 1: Ereignisdokumentation 2015



Im Auftrag:



die.wildbach  
und lawinenverbauung

**Bundesministerium für Land- und  
Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser-  
wirtschaft**

**Abteilung IV/5**



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEITES  
ÖSTERREICH

Wien, Juni 2016



Report 175:  
Band 1: Ereignisdokumentation 2015

Im Auftrag von: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und  
Wasserwirtschaft Abteilung IV/5

GZ: BMLFUW-LE.3.3.3/0086-III/5/2015

Projektleitung: Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Hübl  
Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Markus Beck  
Dipl.-Ing. Markus Zöchling  
Dipl.-Ing. Markus Moser  
Dipl.-Ing. Christian Kienberger  
Dipl.-Ing. Annegret Jenner  
Dipl.-Ing. David Forstlechner

Universität für Bodenkultur  
Department Bautechnik und Naturgefahren  
Institut für Alpine Naturgefahren  
Peter Jordan Str. 82 Tel.: +43-1-47654-87100  
A – 1190 Wien Fax: +43-1-47654-87109

Report Nr. 175

Referenz (Literaturzitat): Hübl J., Beck M., Zöchling, M., Moser M., Kienberger, C., Jenner, A., Forstlechner, D. (2016): Ereignisdokumentation 2015. IAN Report 175, Band 1; Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur – Wien.

Wien, im Juni 2016



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DATENERHEBUNG 3W-STANDARD .....</b>	<b>2</b>
2.1	Kategorien.....	2
2.2	Prozessarten.....	3
2.2.1	Prozessarten in Wildbächen .....	3
2.2.2	Gravitative Massenbewegungen.....	5
2.3	Verteilung der Ereignisse nach Bundesland .....	6
2.4	Zeitliche Verteilung der Ereignisse.....	9
2.5	Auslösekriterien.....	10
2.6	Intensitäten .....	11
2.7	Schadensereignisse.....	15
<b>3</b>	<b>METEOROLOGIE .....</b>	<b>16</b>
3.1	Überblick 2015 .....	16
3.1.1	Niederschlag.....	16
3.1.2	Temperatur .....	17
3.2	Ereignisreiche Monate .....	19
3.3	Wetterlagen zu ausgewählten Ereignissen .....	23
3.3.1	Meteorologischer Überblick über die Niederschlagsereignisse vom 6. und 7. (bzw. 8.) Juni 2015 im mittleren und westlichen Nordtirol.....	23
<b>4</b>	<b>DETAILBERICHT AUSGEWÄHLTER EINZUGSGEBIETE .....</b>	<b>28</b>
4.1	Schallerbach .....	28
4.1.1	Allgemeine Beschreibung .....	28
4.1.2	Ereignisbeschreibung .....	31
4.1.3	Niederschlag.....	35
4.1.4	Feststoffe.....	38
4.1.5	Schäden .....	49
4.1.6	Intensität .....	51
4.1.7	Zusammenstellung der Kennwerte.....	52
4.1.8	Fotodokumentation .....	53
4.2	Seigesbach .....	56



4.2.1	Allgemeine Beschreibung .....	56
4.2.2	Ereignisbeschreibung .....	59
4.2.3	Niederschlag.....	61
4.2.4	Feststoffe .....	67
4.2.5	Schäden .....	77
4.2.6	Intensität .....	78
4.2.7	Zusammenstellung der Kennwerte.....	79
4.2.8	Fotodokumentation .....	80
4.3	Gallenzerkogelmure.....	82
4.3.1	Allgemeine Beschreibung .....	82
4.3.2	Ereignisbeschreibung .....	83
4.3.3	Niederschlag.....	84
4.3.4	Fotodokumentation .....	85
4.4	Lattenbach .....	86
4.4.1	Allgemeine Beschreibung .....	86
4.4.2	Lattenbach Monitoring .....	87
4.4.3	Ereignisse im August 2015 .....	88
4.5	Wildbäche der Gemeinde Neustift im Stubaital.....	99
4.5.1	Allgemeine Beschreibung .....	99
4.5.2	Ereignisbeschreibung .....	101
4.5.3	Die Ereignisse vom 7.6.2015 .....	102
4.5.4	Das Ereignis vom 3.7.2015.....	103
4.5.5	Die Ereignisse vom 7.8.2015 .....	104
4.5.6	Niederschlag.....	105
4.6	Gamperdonatal .....	109
4.6.1	Allgemeine Beschreibung .....	109
4.6.2	Ereignisbeschreibung .....	111
4.6.3	Niederschlag.....	112
4.6.4	Fotodokumentation .....	119
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>122</b>
<b>6</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>123</b>



# 1 Einleitung

Im Jahr 2015 kam es hauptsächlich im Westen Österreichs zu teils extremen Ereignissen. Vor allem im Westen Kärntens und Tirols, aber auch in Vorarlberg und in Osttirol wurden zahlreiche wildbachbezogene Prozesse ausgelöst. Diese Schadensereignisse sind zum Großteil auf die Vorbefeuchtung durch die eintretende Schneeschmelze Ende Mai bzw. Anfang Juni in Kombination mit Starkniederschlägen sowie auf Starkniederschläge zwischen Juni und August zurückzuführen.

Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) werden im folgenden Bericht die Ereignisse 2015 im Zuständigkeitsbereich des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung zusammengefasst. Erfasst wurden Prozesse in Wildbächen sowie gravitative Massenbewegungen zu denen Sturzprozesse, Fließ- und Gleitprozesse zählen. Der Bericht bietet einerseits einen Überblick über die Ereignisse im Jahresverlauf und geht andererseits auf ausgewählte Ereignisse im Detail ein.

Die Datenbasis dieses Berichts bilden die Einträge im digitalen Wildbach- und Lawinenkataster (WLK), welche von den MitarbeiterInnen des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung verfasst wurden.

Die statistische Auswertung der Ereignisse erfolgt prinzipiell im 5W-Standard, wo die wesentlichen Fragen „Wann?“, „Was?“, „Warum?“ und „Wo?“, mit Ausnahme der Frage „Wer?“, behandelt werden. Die anschließenden Detailberichte werden dann durch die Frage „Wer“ ergänzt.



## 2 Datenerhebung 3W-Standard

### 2.1 Kategorien

Zwischen dem 1.1.2015 und dem 31.12.2015 wurden im digitalen Ereigniskataster des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach und Lawinenverbauung insgesamt 167 Ereignisse erfasst. Sie sind den vier Kategorien Wasser, Rutschung, Steinschlag und Lawinen zugeordnet und werden weiter in Prozessarten aufgeteilt (Abbildung 3 und Abbildung 5). Auf die Lawineneignisse im Jahr 2015 wird in den folgenden Kapiteln nicht weiter eingegangen.

Ereignisse der Kategorie Wasser waren im Jahr 2015 in Österreich mit rund 80 % am häufigsten vertreten (Abbildung 1). Durch die im Frühling einsetzende Schneeschmelze kombiniert mit Niederschlägen und die erhöhte Häufigkeit von Starkniederschlägen im Sommer fallen diese Ereignisse erwartungsgemäß hauptsächlich auf die Monate Mai bis August. Die restlichen rund 20 % der Ereignisse fallen auf die Kategorien Steinschlag (~ 8 %), Lawine (~ 7 %) und Rutschung (~ 5 %).

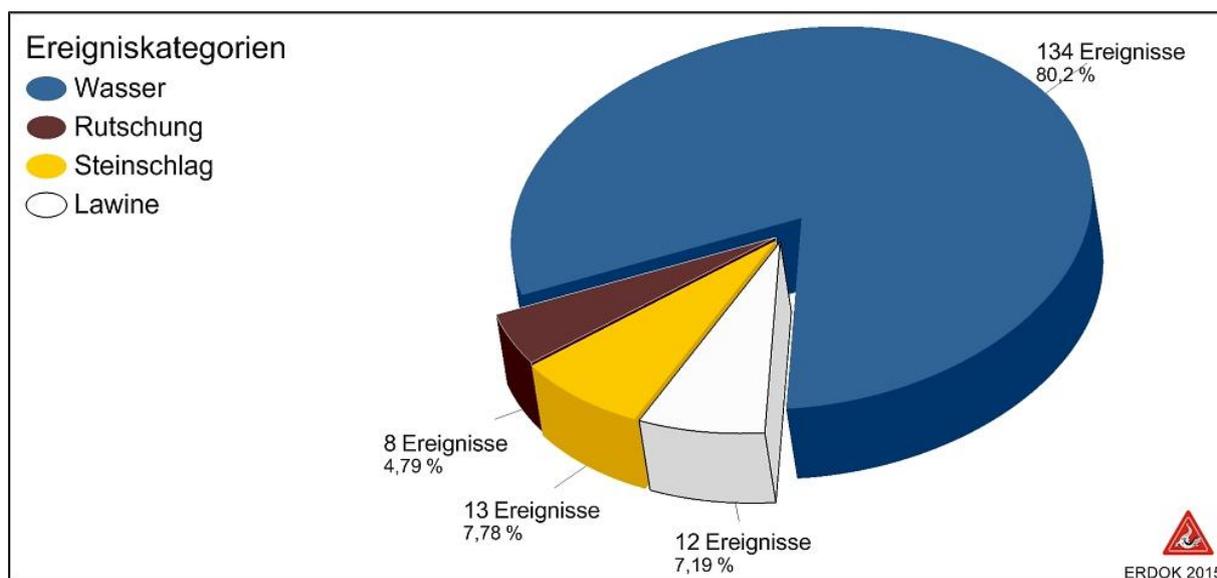


Abbildung 1: Dokumentierte Ereignisse im Jahr 2015 zusammengefasst in Kategorien

Räumlich häufen sich die Ereignisse im westlichen Teil Tirols sowie in Osttirol, im Westen von Kärnten und in Vorarlberg (Abbildung 2). Ereignisse der Kategorie Wasser fanden zum größten Teil in den drei Bundesländern Tirol, Kärnten und Vorarlberg statt. Lawinen wurden nur in Tirol (6), in der Steiermark (5) und in Niederösterreich (1) dokumentiert. In Tirol ereigneten sich zudem sieben der acht aufgezeichneten Rutschungen. Steinschläge verteilen sich entlang der Alpen und am Südrand der Böhmisches Masse.

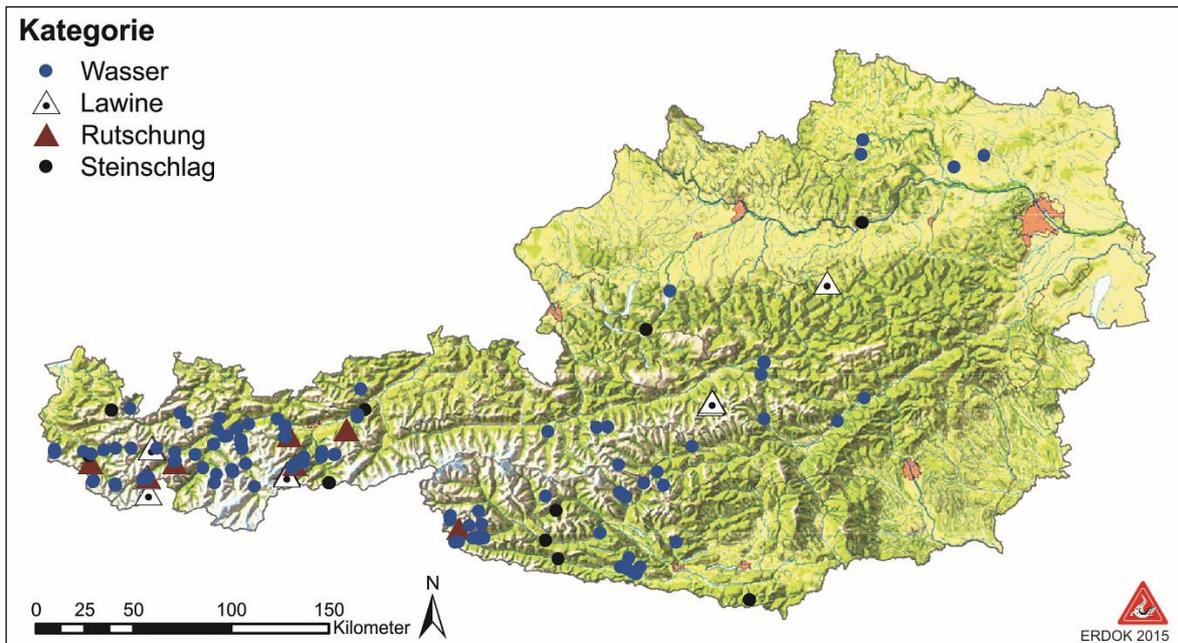


Abbildung 2: Verteilung der Ereignisse im Jahr 2015 zusammengefasst in Kategorien

## 2.2 Prozessarten

### 2.2.1 Prozessarten in Wildbächen

Der überwiegende Teil der Ereignisse (~ 80 %) im Jahr 2015 fallen in die Kategorie Wasser und sind somit als Ereignisse in Wildbächen einzustufen. Wie oben erwähnt, werden die vier Kategorien weiter in ihre vorwiegenden Verlagerungsprozesse untergliedert. Bei den Ereignissen in Wildbächen werden laut ONR 24800 folgende vier Verlagerungsprozesse unterschieden:

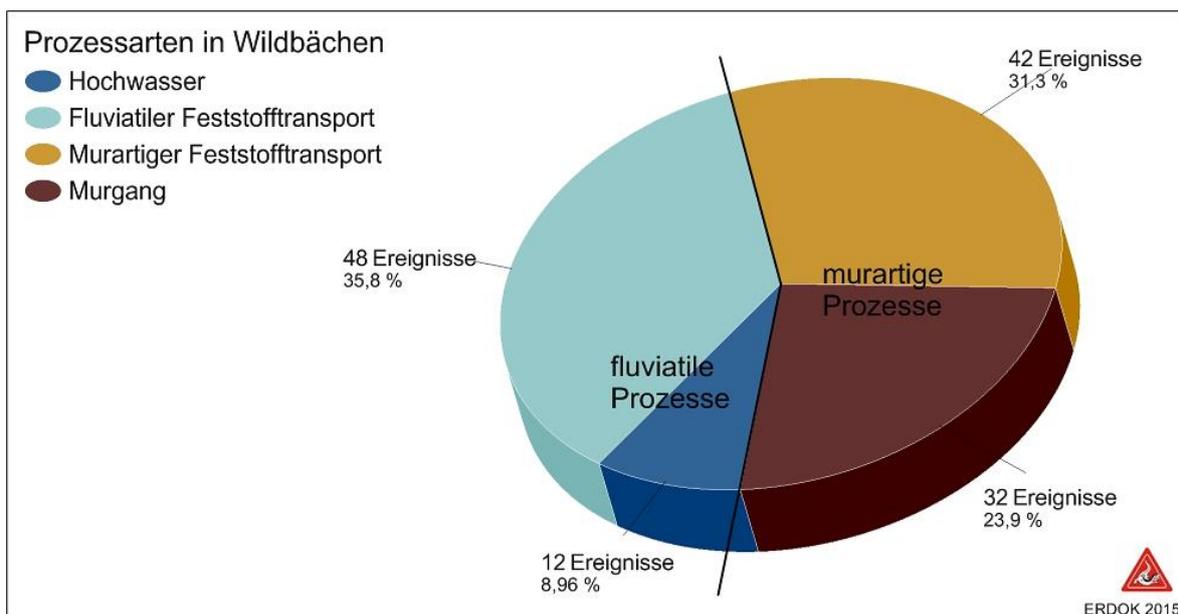


Abbildung 3: Dokumentierte Ereignisse der Kategorie Wasser nach Prozessart



Tabelle 1: Übersicht über die Eigenschaften charakteristischer Verlagerungsprozesse in Wildbächen (ONR 24800)

Verlagerungstyp	Hochwasser		Mure	
Verlagerungsart	fluviatil		murartig	
Verlagerungsprozess	Hochwasser	fluviatiler Feststofftransport	murartiger Feststofftransport	Murgang
Prozesstyp	Reinwasserabfluss	Feststofftransport schwach                      stark		Murgang
Fließverhalten	newtonisch	newtonisch	annähernd newtonisch	Nicht newtonisch
Vol. Feststoffkonzentration $c_v$ (Bereich)	Promillebereich	0 % bis 20 %	20 % bis 40 %	> 40 %
Größtkorn	mm bis cm	bis dm	bis m	bis m
Dichte (Bereich)	1.000 kg/m <sup>3</sup>	< 1.300 kg/m <sup>3</sup>	1.300 kg/m <sup>3</sup> bis 1.700 kg/m <sup>3</sup>	> 1.700 kg/m <sup>3</sup>

Die Verlagerungsprozesse Hochwasser und fluviatiler Feststofftransport machen mit 60 Ereignissen lediglich rund 45 % aller Wildbachereignisse aus. Rund 80 % dieser 60 Ereignisse (48) sind der Prozessart fluviatiler Feststofftransport zuzuordnen (Abbildung 3). Der größere Teil der wildbachbezogenen Prozesse (~ 55 %) sind auf murartige Verlagerungsprozesse zurückzuführen. Die insgesamt 74 murartigen Ereignisse verteilen sich zu rund 57 % auf die Prozessart murartiger Feststofftransport und zu rund 43 % auf die Prozessart Murgang.

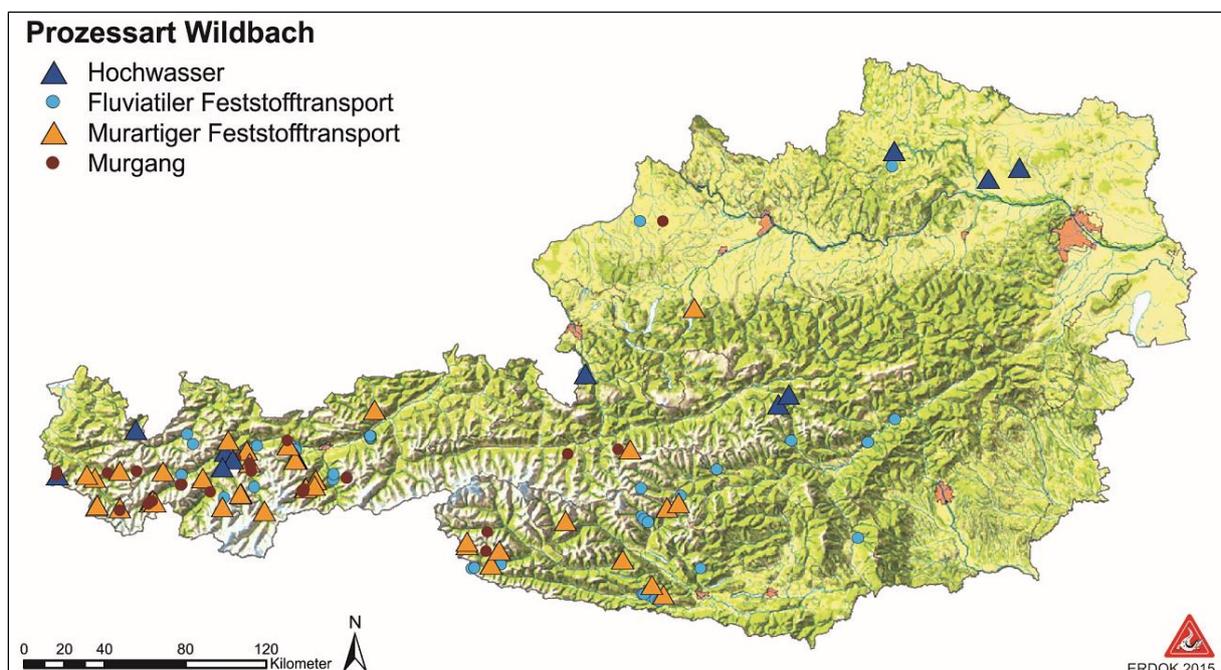


Abbildung 4: Verteilung der Ereignisse in Wildbächen



Betrachtet man die Verlagerungsprozesse murartiger Feststofftransport und Murgang, so ist eine Häufung im Westen Tirols sowie in Osttirol und in Vorarlberg zu erkennen (Abbildung 4). Die zwei fluviatilen Verlagerungsprozesse Hochwasser und fluviatiler Feststofftransport sind hingegen auch im Osten Österreichs zu finden.

## 2.2.2 Gravitative Massenbewegungen

Neben den Wildbachprozessen traten Massenbewegungen (~ 13 %) am zweithäufigsten auf. Sie werden in Sturzprozesse (Steinschlag, Felssturz) sowie Gleit- und Fließprozesse aufgeteilt. Zu den Gleitprozessen zählen Rutschungen (Translations- und Rotationsrutschung), Fließprozesse beinhalten Hangmuren, Erd- und Schuttströme.

Mit 13 Ereignissen traten in Österreich vor allem Sturzprozesse auf. Zehn davon sind der Prozessart Einzelblock, die restlichen drei der Prozessart Blockverband/Felssturz zuzuordnen (Abbildung 5). Gleitprozesse werden in Translationsrutschungen (4), nicht differenzierte Rutschungen (1) und Rotationsrutschungen (1) unterteilt. Fließprozesse sind hier nur durch Hangmuren mit zwei aufgezeichneten Ereignissen vertreten.

Auch gravitative Massenbewegungen traten im Jahr 2015 im Westen Tirols sowie in Osttirol und Vorarlberg am häufigsten auf (Abbildung 6).

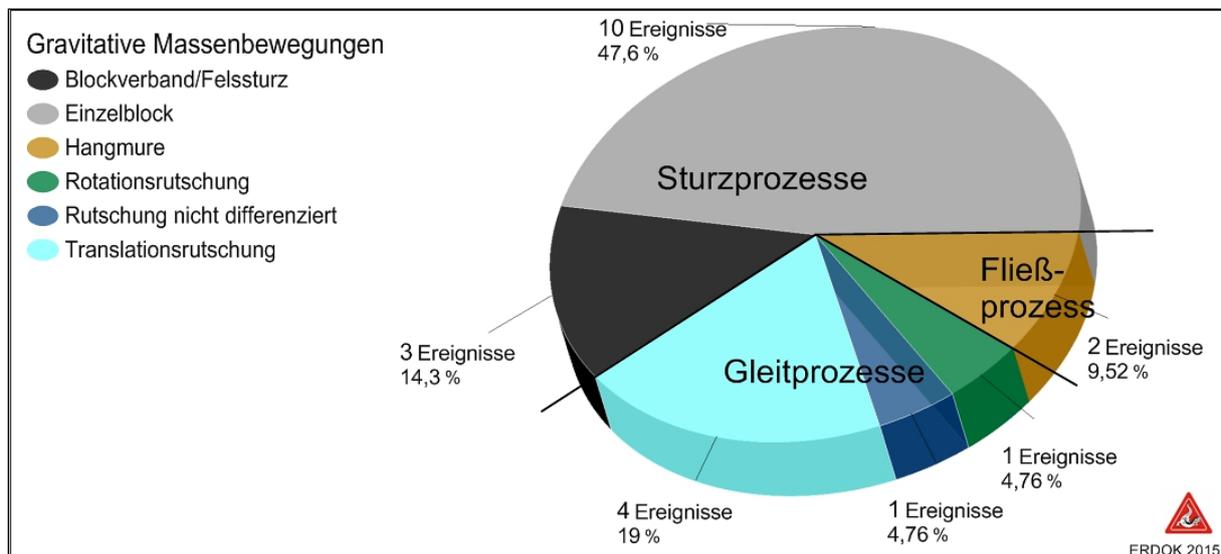


Abbildung 5: Dokumentierte Ereignisse der Kategorien Rutschung und Steinschlag nach Prozessart



## 2.3 Verteilung der Ereignisse nach Bundesland

In den Bundesländern Kärnten, Niederösterreich und der Steiermark überwogen fluviatile Verlagerungsprozesse im Vergleich zu murartigen Verlagerungsprozessen und Massenbewegungen (Abbildung 7). In der Steiermark traten ausschließlich fluviatile Verlagerungsprozesse auf. In den Bundesländern Oberösterreich, Tirol und Vorarlberg dominierten murartige Verlagerungsprozesse. In Salzburg waren diese beiden Verlagerungsprozesse je zur Hälfte vertreten. Massenbewegungen fanden in Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich, Tirol und Vorarlberg statt, machen allerdings höchstens ein Drittel (Oberösterreich) aller Ereignisse im jeweiligen Bundesland aus.

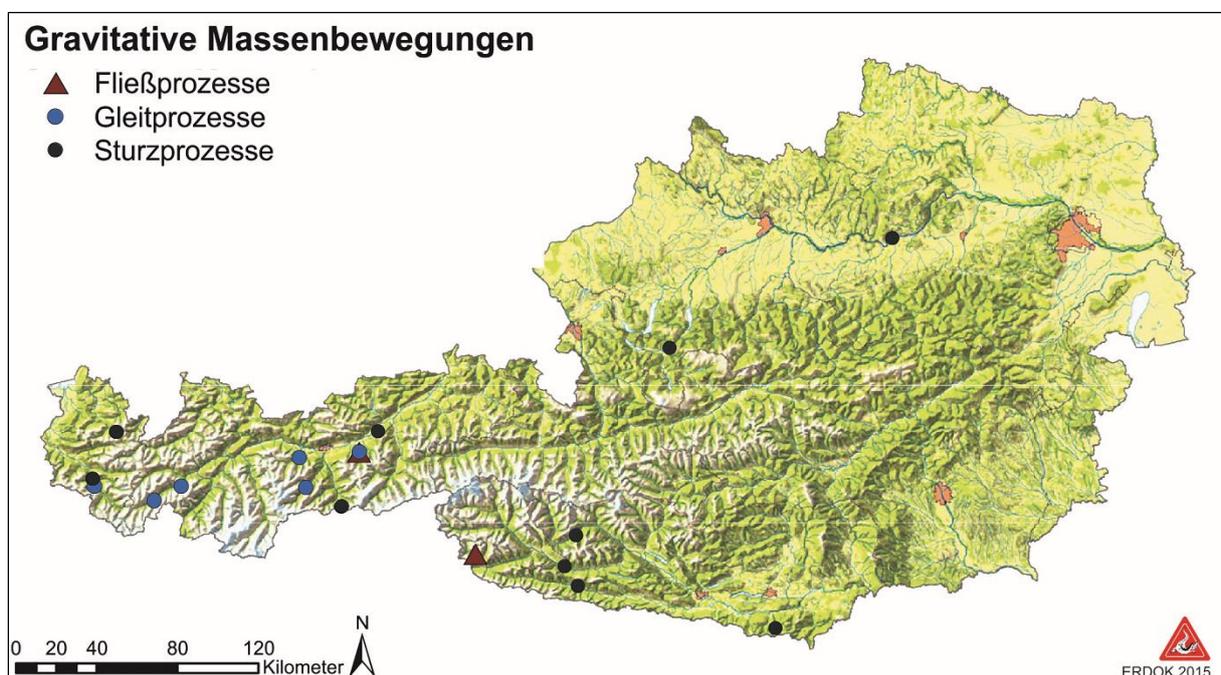


Abbildung 6: Österreichweite Verteilung von gravitativen Massenbewegungen

Mit 90 Einträgen liegen rund 58 % aller Ereignisse im Bundesland Tirol. Hier sind es vor allem Ereignisse der Prozessarten fluviatiler Feststofftransport (28), murartiger Feststofftransport (27) und Murgang (21) die sich deutlich von den anderen Bundesländern abheben. Aber auch rund die Hälfte aller Massenbewegungen wurde im Tirol aufgezeichnet (Abbildung 8).

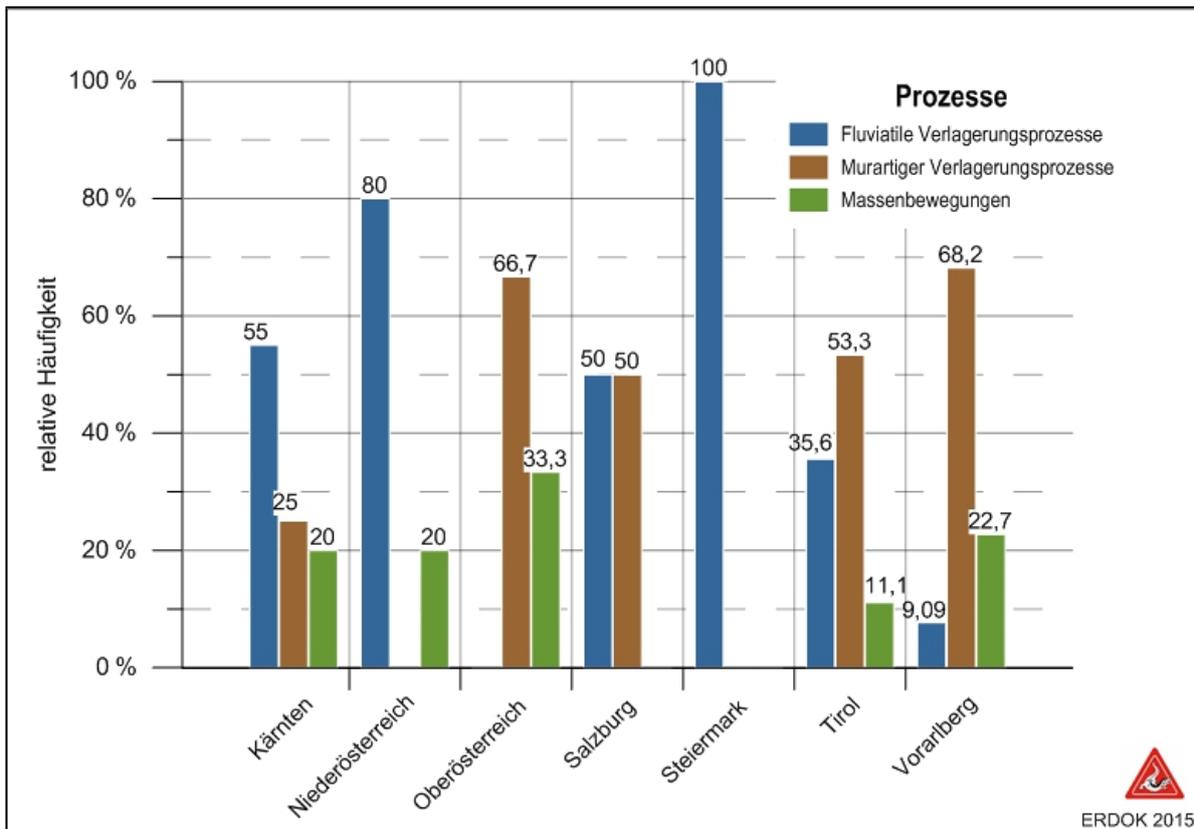


Abbildung 7: Prozentualer Anteil der Verlagerungsarten je Bundesland

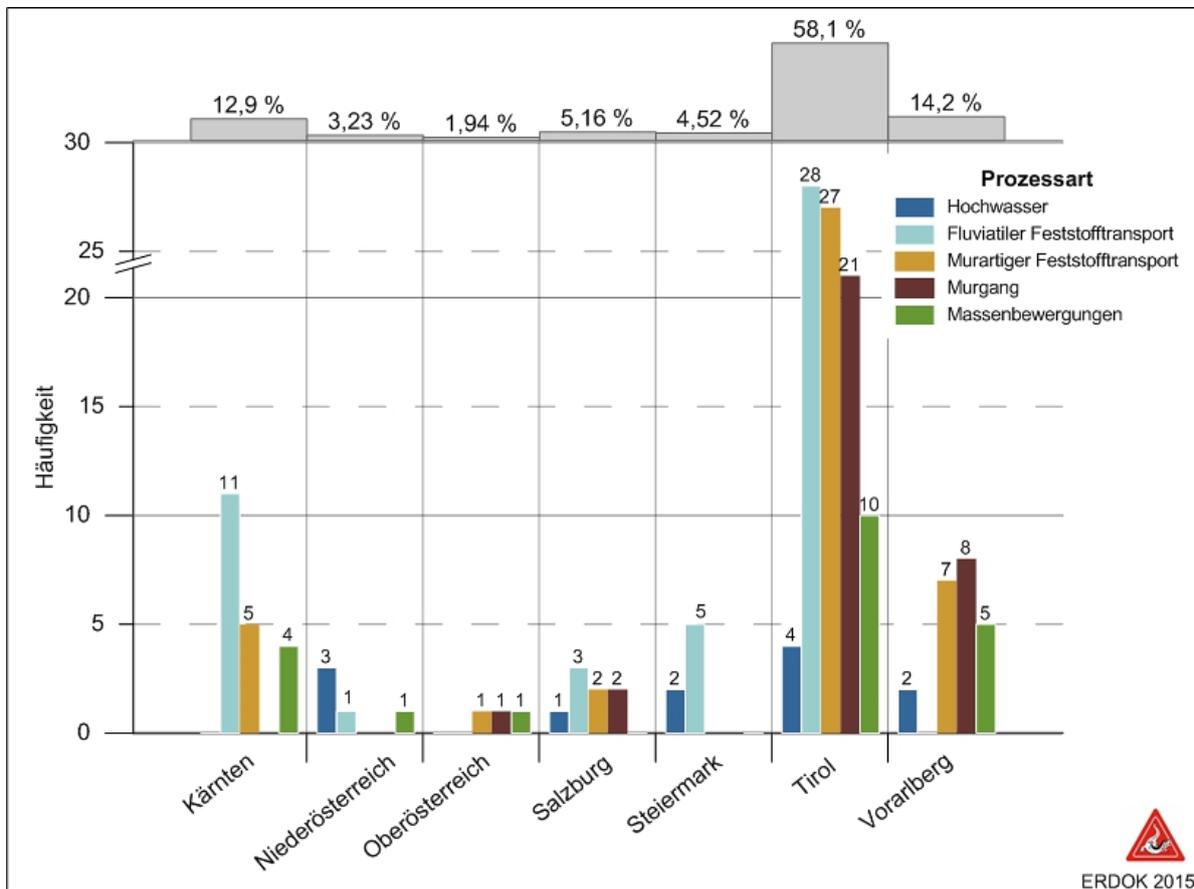


Abbildung 8: Dokumentierte Ereignisse nach Bundesland und Prozessart (die y-Achse wurde übersichtshalber geschnitten)



Am zweit- bzw. dritthäufigsten waren die Bundesländer Vorarlberg (~ 14 %) und Kärnten (~ 13 %) betroffen. In Kärnten machen fluviatile Feststofftransporte mit 11 Einträgen über die Hälfte aller Aufzeichnungen aus. In Vorarlberg hingegen wurden im Jahr 2015 keine fluviatilen Feststofftransporte dokumentiert. Hier fallen murartige Feststofftransporte (7) und Murgänge (8) mit über zwei Drittel ins Gewicht. In allen anderen Bundesländern wurden höchstens rund 5 % der österreichweiten Ereignisse aufgezeichnet.



## 2.4 Zeitliche Verteilung der Ereignisse

In den Monaten Mai bis August wurden über 90 % aller Ereignisse verzeichnet (Abbildung 9). Vor allem der Monat Juni macht mit 51 Einträgen rund ein Drittel aller Ereignisse aus. Alleine 30 dieser 51 Einträge sind auf den 7. Juni datiert, an dem aufgrund von Starkniederschlägen und Gewittern in den Bezirken Innsbruck, Landeck und Schwaz zahlreiche, und zum Großteil extreme, Ereignisse auftraten. In den Monaten Juni, Juli und August sind es hauptsächlich fluviatile Verlagerungsprozesse, murartige Verlagerungsprozesse und teilweise Murgänge, welche sich zahlenmäßig von den anderen Prozessarten stark hervorheben. Massenbewegungen hingegen sind fast über das ganze Jahr verteilt, eine Häufung ist zwischen März und August zu beobachten.

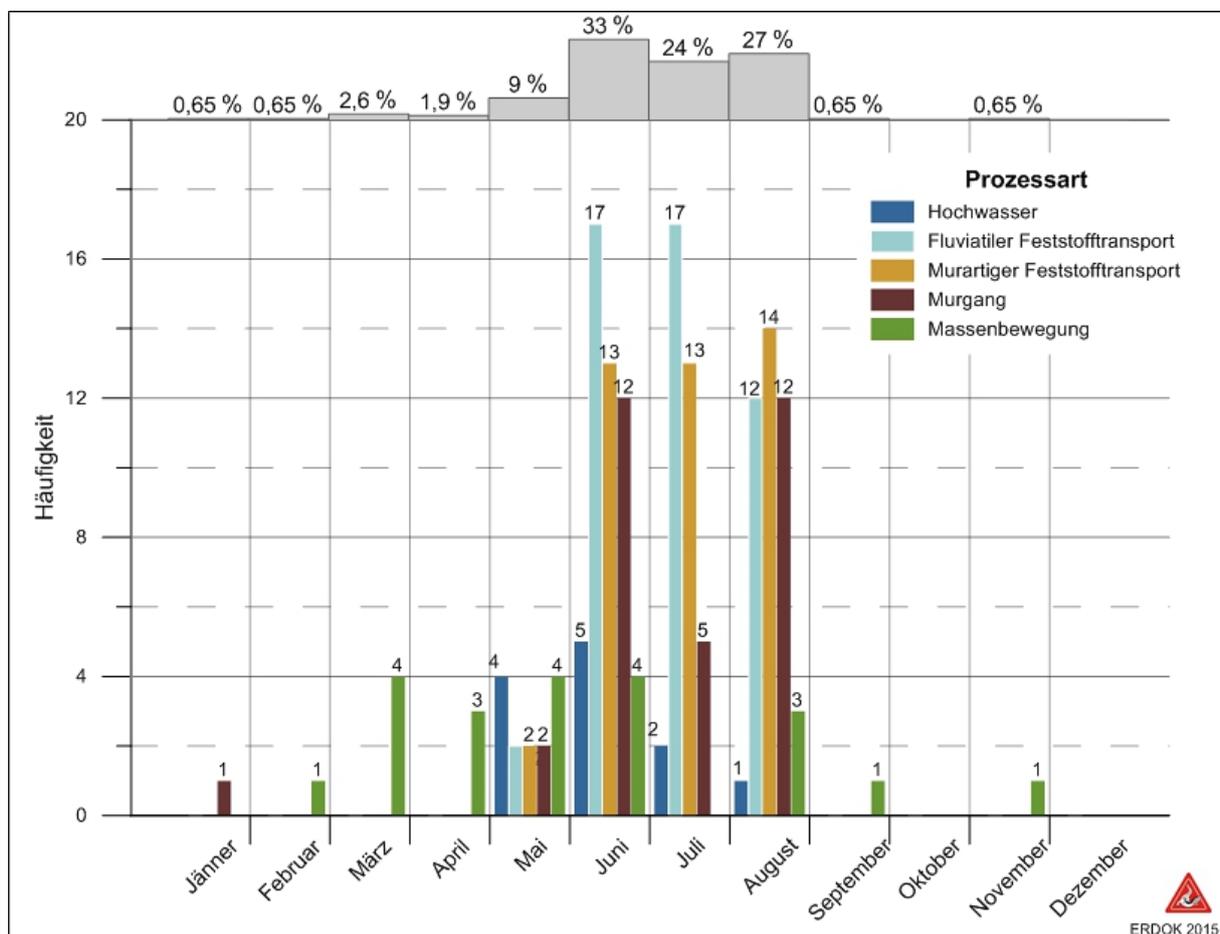


Abbildung 9: Zeitliche Verteilung nach Prozessarten



## 2.5 Auslösekriterien

Der Großteil der Ereignisse in Wildbächen (~ 64 %) wurde durch Starkregen- bzw. Gewitter, in Kombination mit dem Phänomen Hagel, während der Sommermonate ausgelöst (Abbildung 10). Fluviale Feststofftransporte und murartige Feststofftransport sind zu je rund 70 % auf diese Kombination zurückzuführen. Am zweithäufigsten traten Wildbachereignisse nach Starkregen- bzw. Gewitter ohne Hagelschlag auf, wobei hier alle vier Prozessarten in etwa gleich häufig vertreten sind. Durch langanhaltenden Regen (auch kombiniert mit Schneeschmelze) wurden im Jahr 2015 lediglich 5 Ereignisse ausgelöst.

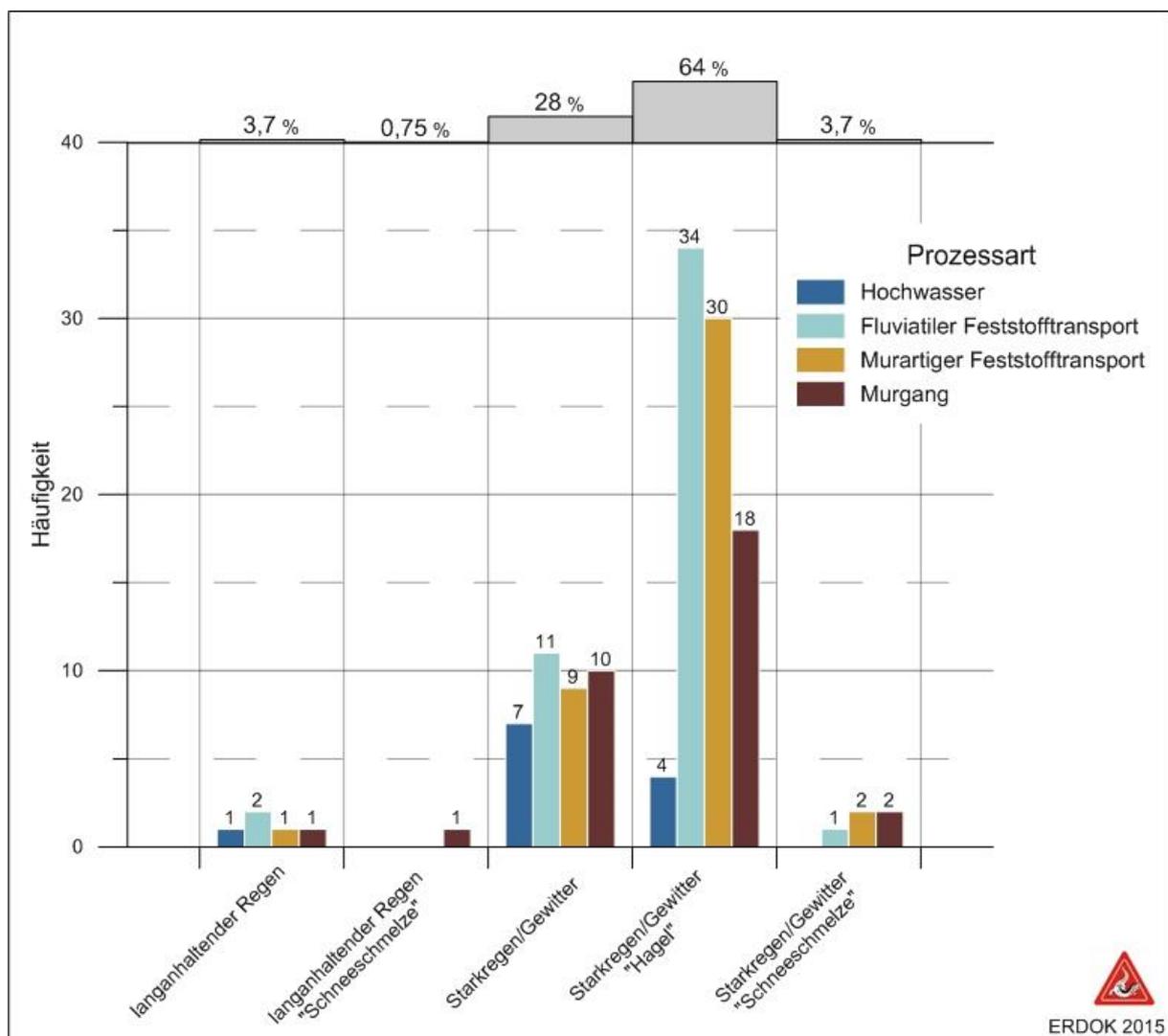


Abbildung 10: Ereignisse in Wildbächen nach Prozessart, Auslöser und Phänomen



## 2.6 Intensitäten

Die MitarbeiterInnen des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach und Lawinerverbauung bewerten jedes zu dokumentierende Ereignis nach ihrer Intensität. Die Einstufung in die Intensitätsklassen wird je nach Kategorie bestimmten Kriterien vorgenommen (Abbildung 11). Dabei werden folgende vier Intensitätsklassen unterschieden:

- gering S
- mittel M
- stark L
- extrem XL.

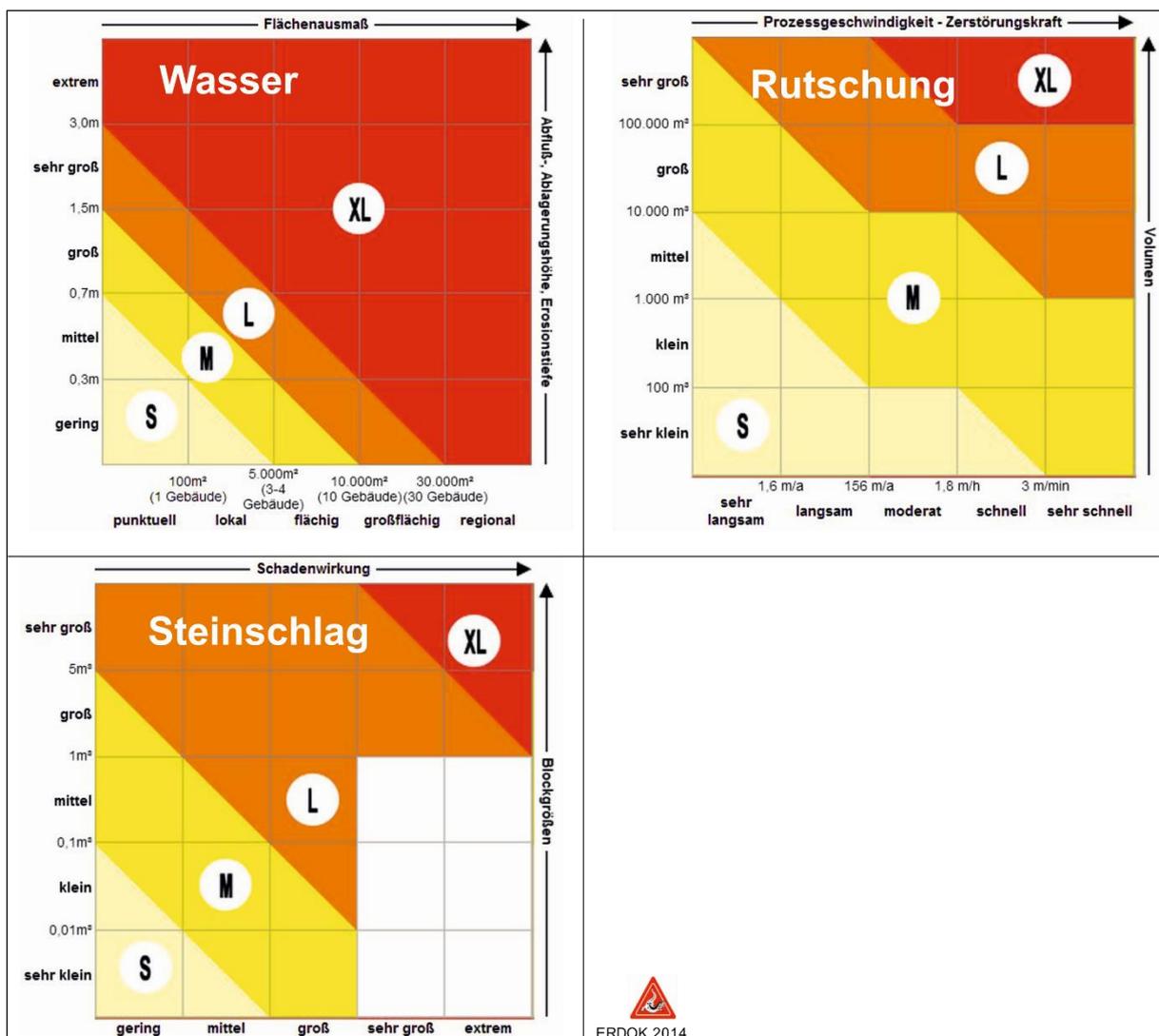


Abbildung 11: Kriterien für die Einteilung in Intensitätsklassen



In die Intensitätsklasse „extrem“ fallen rund ein Drittel aller Ereignisse (Tabelle 2). Aber auch die Klassen „stark“ mit 30,5 % und „mittel“ mit 25,7 % sind mit je mehr als einem Viertel vertreten. Nur ca. 10,2 % der Ereignisse wurden als „gering“ eingestuft.

Tabelle 2: Anzahl und Anteil der Ereignisse je Intensitätsklasse

	gering	mittel	stark	extrem
<b>Anzahl Ereignisse</b>	17	43	51	56
<b>Prozent</b>	10,2 %	25,7 %	30,5 %	33,6 %

Fast die Hälfte aller murartigen Verlagerungsprozesse (47 %) fällt in die Intensitätsklasse „extrem“, wobei fluviatile Verlagerungsprozesse mit lediglich rund 27 % vertreten sind. In den Intensitätsklassen „gering“, „mittel“ und „stark“ überwiegen hingegen die fluviatilen Verlagerungsprozesse (Abbildung 12).

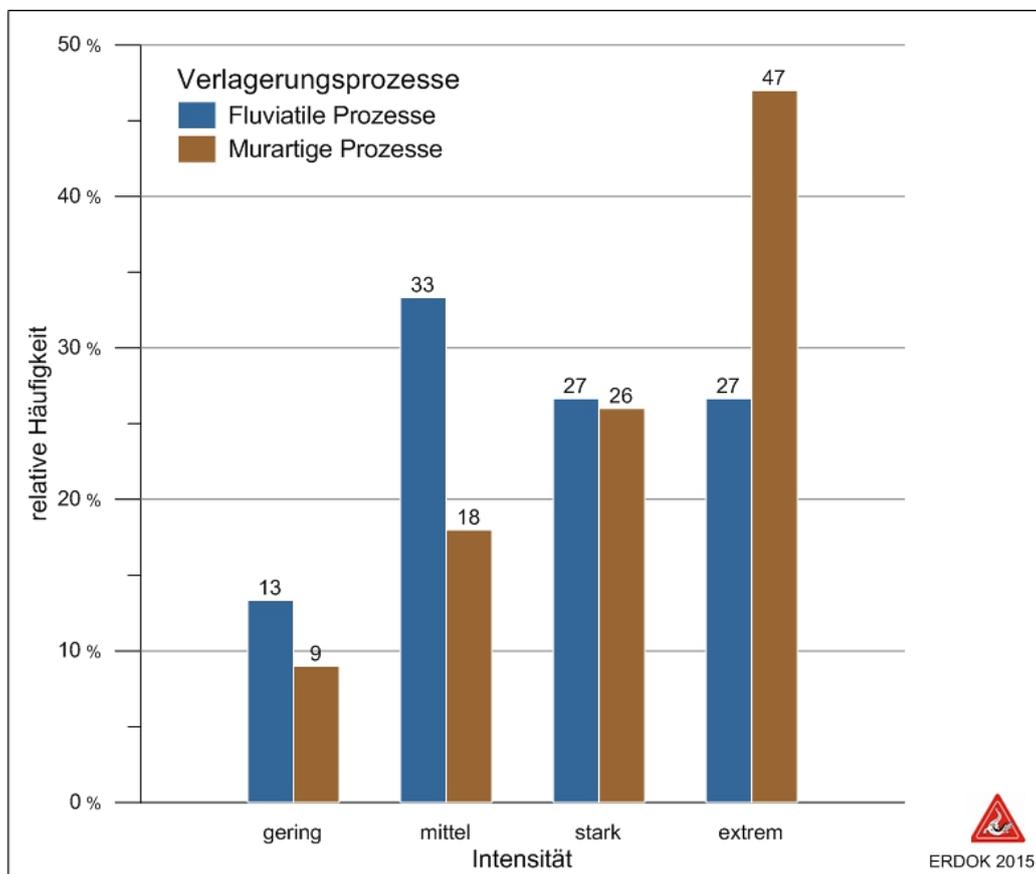


Abbildung 12: Relative Häufigkeit der Verlagerungsprozesse je Intensitätsklasse

Mit 20 Ereignissen sind Murgänge in der Intensitätsklasse „extrem“ am stärksten vertreten. Aber auch murartige Feststofftransporte (15) und fluviatile Feststofftransporte (13) wurden im Jahr 2015 als extrem eingestuft (Abbildung 13 links). Lediglich drei Hochwasserereignisse fallen in diese Klasse. In den Intensitätsklassen „stark“ und „mittel“ sind fluviatile Feststofftransporte mit 13 bzw. 17 Ereignissen am häufigsten,



gefolgt von murartigen Feststofftransporten mit je 10 Einträgen. Auch in diese Klassen fallen wieder je 3 Hochwasserereignisse. Als gering wurden nur murartige Feststofftransporte (7), fluviatile Feststofftransporte (5) und Hochwässer (3) eingestuft. In relativen Zahlen bedeutet dies, dass 63 % aller Murgänge, 36 % aller murartigen Feststofftransporte, 27 % aller fluviatilen Feststofftransporte und 25 % aller Hochwässer als extrem klassifiziert wurden (Abbildung 13 rechts). In die Klasse „stark“ fallen zwischen 24 % (murartiger Feststofftransport) und 28 % (Murgang) der Ereignisse. Fluviatile Feststofftransporte wurden bei mehr als einem Drittel der Ereignisse als mittel eingestuft.

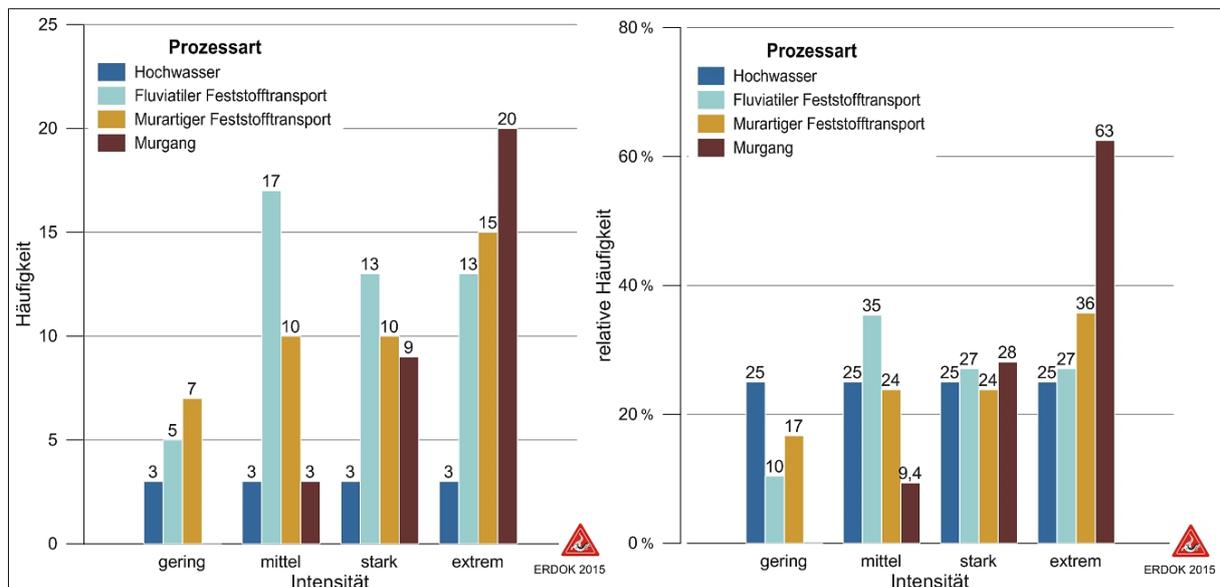


Abbildung 13: Links: Anzahl je Prozessart und Intensitätsklasse; Rechts: relative Häufigkeit je Prozessart und Intensitätsklasse

Extreme Ereignisse traten hauptsächlich im Bundesland Tirol, hier speziell im Westen und in Osttirol, auf (Abbildung 14 und Abbildung 15). Auch alle anderen Intensitätsklassen sind im bundesweiten Vergleich in Tirol am häufigsten. In Kärnten und in der Steiermark gab es größtenteils starke Ereignisse. In Vorarlberg überwiegt die Intensitätsklasse mittel.

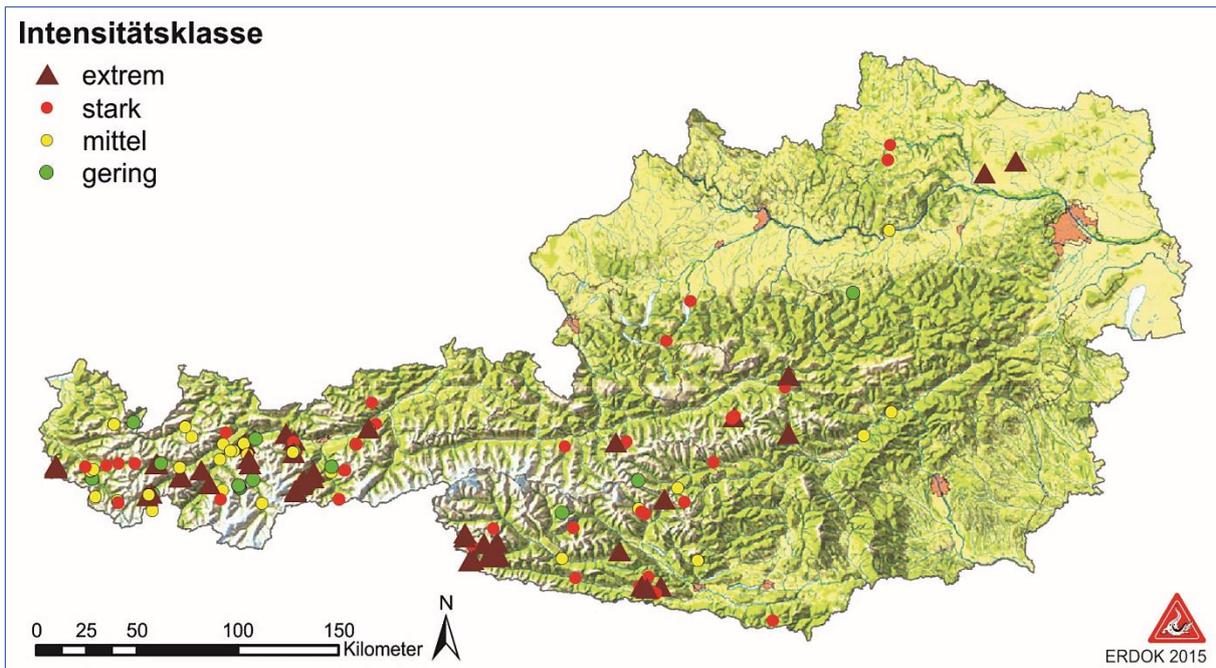


Abbildung 14: Österreichweite Verteilung der Intensitätsklassen

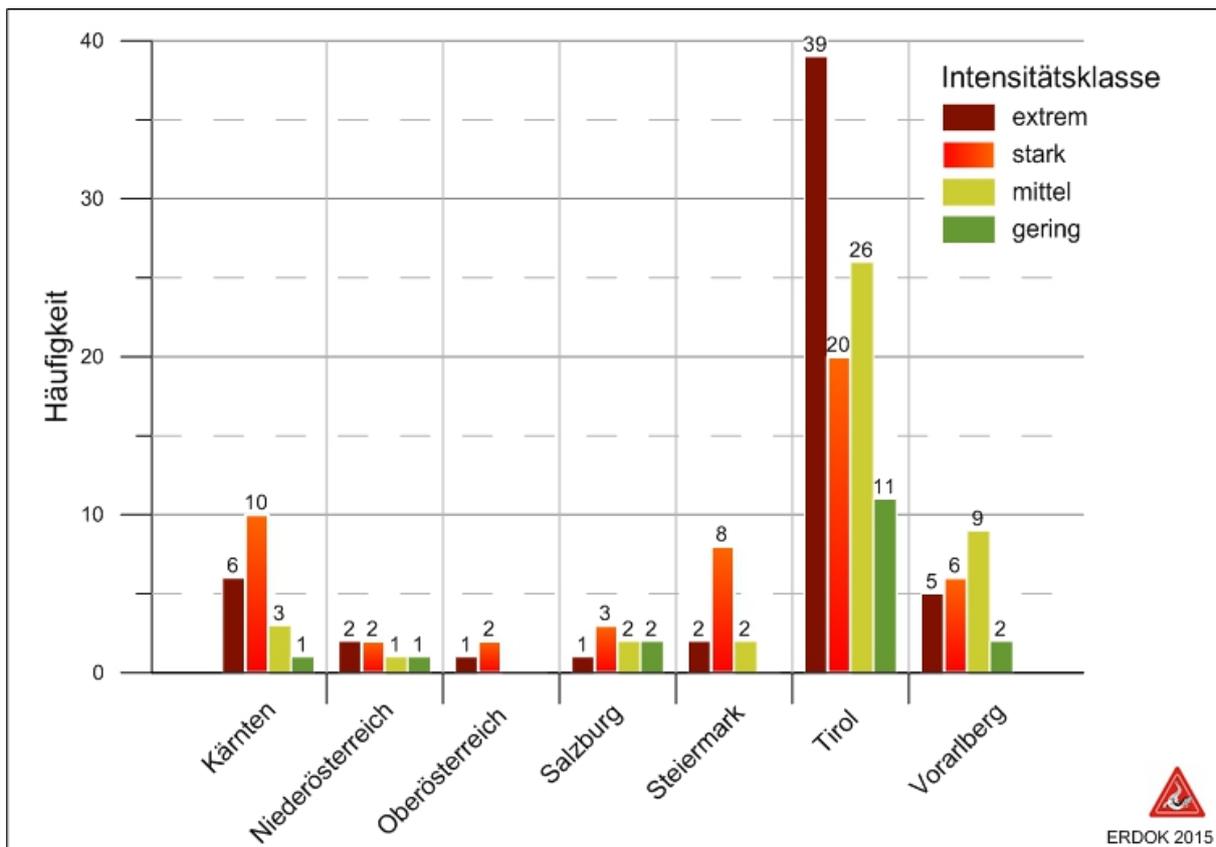


Abbildung 15: Anzahl der Ereignisse je Intensitätsklasse nach Bundesland



## 2.7 Schadensereignisse

Im digitalen Ereigniskataster wurden mit lediglich 19 Schadensereignissen bei weitem nicht alle Schäden erfasst.

Im Jahr 2015 haben in Österreich ausschließlich die Prozessarten der Kategorie Wasser Schäden verursacht. Mit 27 Einträgen sind rund 46 % der dokumentierten Schäden (58) auf fluviatilen Feststofftransport zurückzuführen (Tabelle 3). Hier wurden vor allem Straßenanlagen (11) und private Wohn- und Nebengebäude (8) beschädigt. Durch murartigen Feststofftransport wurden je sechs private Wohn- und Nebengebäude, landwirtschaftliche Gebäude bzw. Straßenanlagen beschädigt. Auch Muren hatten hauptsächlich Auswirkungen auf Gebäude und Straßenanlagen.

Tabelle 3: Anzahl der Ereignisse nach Schadenskategorie und Prozessart ( HW = Hochwasser, FF = Fluvialer Feststofftransport, MF = Murartiger Feststofftransport, M = Murgang)

Kategorie/Nutzung	Ereigniskategorien					
	Wasser				Rutschung	Steinschlag
	HW	FF	MF	M		
<b>Gebäude</b>						
<b>Private Wohn- und Nebengebäude</b>		8	6	2		
<b>Landwirtschaftliche Gebäude</b>		2	6	3		
<b>Sonstige Gebäude</b>				1		
<b>Gebäude Verkehr/Versorgung</b>				1		
<b>Verkehrs-/Personentransporteinrichtungen</b>						
<b>Straßenanlagen</b>		11	6	3		
<b>Wirtschaftliche Kultur-/Nutzungsschäden</b>						
<b>Landwirtschaftliche Nutzung</b>		1	1	1		
<b>Versorgungseinrichtungen (Energie, Nachrichten)</b>						
<b>Wasserversorgung</b>				1		
<b>Einflüsse auf Morphologie/Ökologie</b>						
<b>Gerinnemorphologie</b>		4				
<b>Waldökologie</b>		1				
<b>Gesamt</b>		27	20	11		



## 3 Meteorologie

### 3.1 Überblick 2015 (Zusammengestellt aus: ZAMG, 2016)

#### 3.1.1 Niederschlag

Österreichweit fiel im Jahr 2015 im Vergleich zum vieljährigen Mittel um rund 11 Prozent weniger Niederschlag. Damit ist es das niederschlagsärmste Jahr seit dem Jahr 2011 und eines der zwanzig trockensten seit Beginn der flächendeckenden Niederschlagsaufzeichnung im Jahr 1858. Um 22 bis 40 Prozent weniger Niederschlag fiel in weiten Teilen Oberösterreichs, im westlichen Niederösterreich und im Industrieviertel (Abbildung 16). In weiten Teilen des Landes fiel um 7 bis 22 Prozent weniger Niederschlag. Ausgegliche Ne Niederschlagsmengen kamen im Rheintal, im Tiroler Oberland, entlang der Hohen Tauern, in Teilen Kärntens und im oberen Murtal zusammen. Besonders die Sommermonate Juni, Juli und August, die im Allgemeinen die niederschlagsreichsten Monate des Jahres sind, verliefen mit Defiziten von 18 bis 34 Prozent sehr trocken.

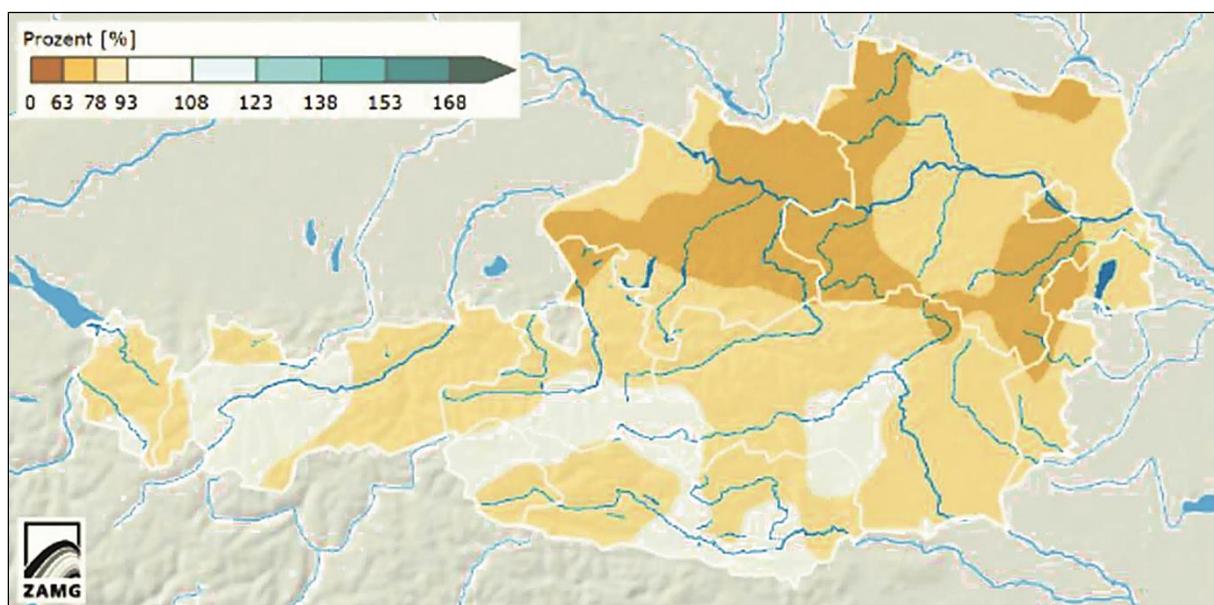


Abbildung 16: Prozent des Niederschlagsnormalwertes für 2015 (ZAMG, 2016)

Im Gegensatz zum Rest Österreichs liegen die Monatsniederschlagssummen in Bregenz und in Innsbruck leicht über dem Mittel des Bezugszeitraumes 1981 - 2010 (Abbildung 17).

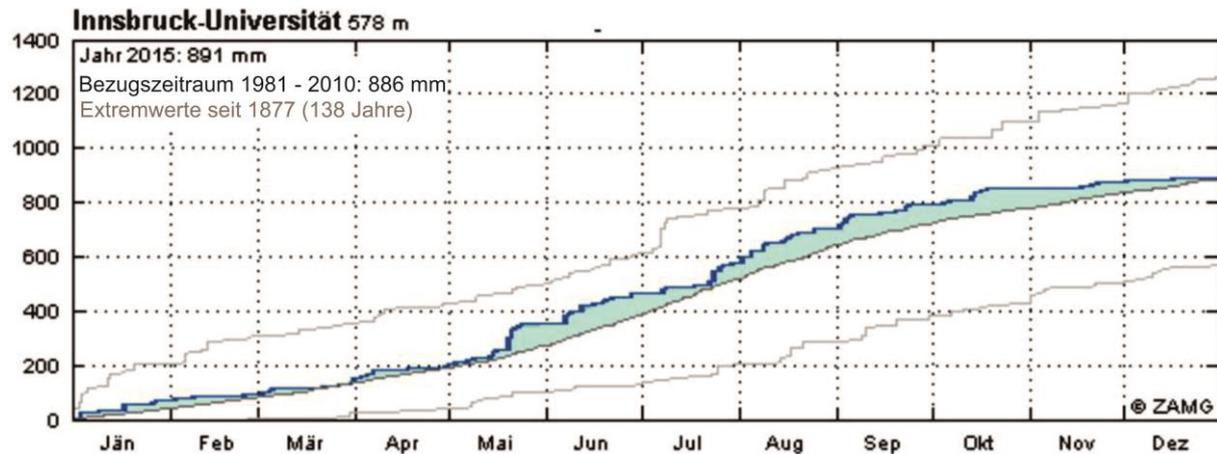


Abbildung 17: Monatsniederschlagssummen für 2015 in Innsbruck (Universität) (ZAMG, 2016)

### 3.1.2 Temperatur

2015 liegt  $1,5\text{ °C}$  über dem langjährigen Mittel und ist damit in Österreich das zweitwärmste Jahr der 248-jährigen Messgeschichte (Abbildung 18). Es war außerdem das viertsonnigste Jahr der Messgeschichte (Sonnenstunden 10 Prozent über dem Mittel) und eines der zwanzig trockensten Jahre (Niederschlag 11 Prozent unter dem Mittel). Das Ungewöhnliche am Wetterjahr 2015 waren nicht kurzfristige, spektakuläre Extremereignisse wie Hochwasser oder zahlreiche schwerere Gewitter. Das Besondere an diesem Jahr war das sehr konstante warme, trockene und sonnige Wetter. Zehn Monate waren 2015 wärmer als das vieljährige Mittel (Abbildung 19). Zum Teil sogar deutlich. So lagen Juni, Juli, August, November und Dezember unter den zehn wärmsten Monaten der jeweiligen Messreihen. Das Jahr 2015 liegt damit in Österreich auf dem zweiten Platz in der Liste der wärmsten Jahre seit 1768, mit Abweichung von  $+1,5\text{ °C}$  über dem vieljährigen Mittel. Wärmstes Jahr bleibt 2014 mit  $+1,7\text{ °C}$  und auf dem dritten Platz liegt 1994 mit  $+1,2\text{ °C}$  über dem langjährigen Mittelwert.

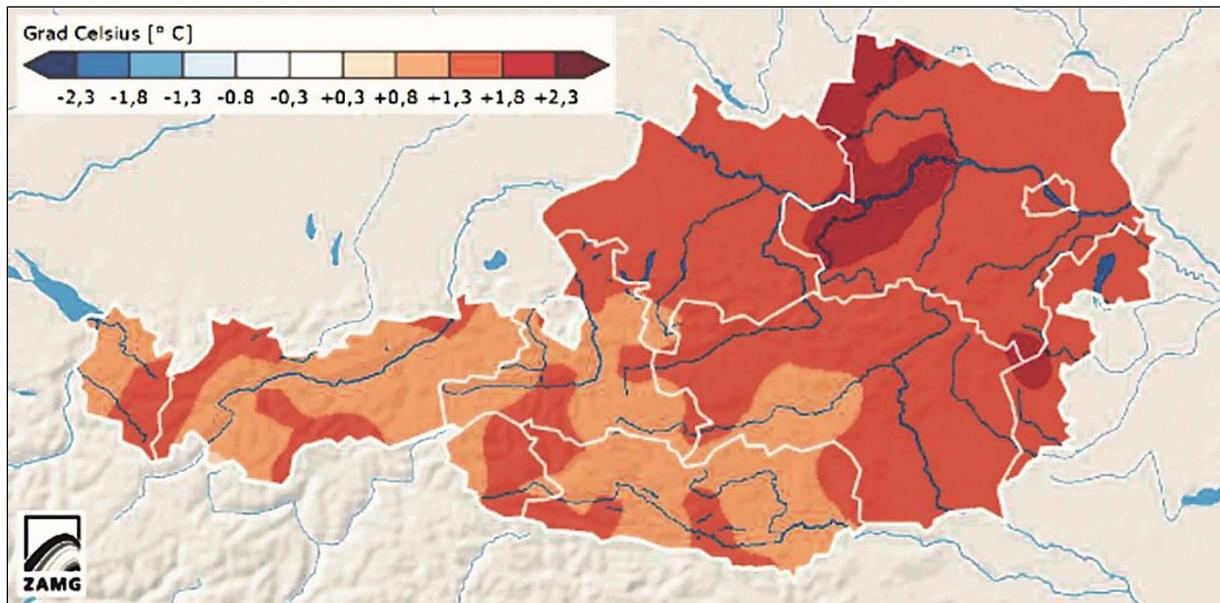


Abbildung 18: Temperaturabweichung für 2015 (ZAMG, 2016)

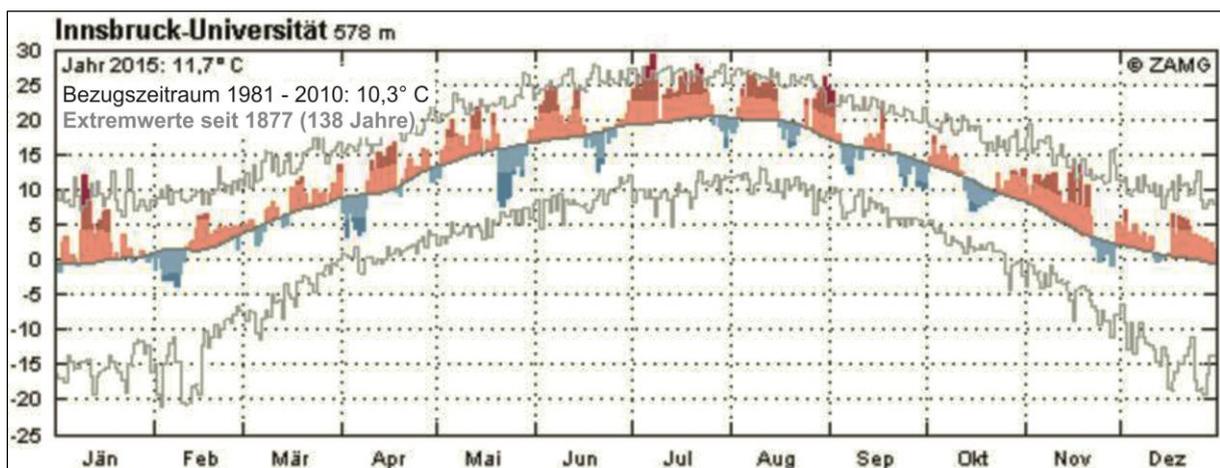


Abbildung 19: Temperaturmonatsmittel für 2015 in Innsbruck (Universität) (ZAMG, 2016)



### **3.2 Ereignisreiche Monate** (Zusammengestellt aus: ZAMG, 2016) **Mai 2015**

#### Niederschlag

Wie schon die Maimonate der vergangenen zwei Jahre war auch der Mai 2015 außergewöhnlich niederschlagsreich. Bundesweit fiel im Schnitt um 40 Prozent mehr Niederschlag als im Mittel. In Vorarlberg und Nordtirol summierte sich sogar um 75 bis 150 Prozent mehr Niederschlag als in einem durchschnittlichen Mai. In Salzburg, Kärnten, Teilen der Steiermark, in Oberösterreich und im Burgenland fiel immerhin noch um 25 bis 75 Prozent mehr Niederschlag. Ausgeglichene Mainiederschläge gab es in weiten Teilen Niederösterreichs, in Wien sowie in großen Teilen der Steiermark und in Osttirol. Niederschlagsdefizite von 25 bis 44 Prozent wurden in den nördlichsten Gebieten des Wald- und Weinviertels registriert. Besonders starke Regenfälle traten am 26. Mai im Rheintal auf. In Dornbirn summierten sich binnen sechs Stunden 64 mm Regen. Solche Regenmengen treten hier in diesem Zeitraum statistisch gesehen nur etwa alle 25 Jahre auf.

#### Temperatur

Zusammengefasst war der Mai 2015 bei der Lufttemperatur ein ausgeglichener Monat. Im Mittel war es im Bundesgebiet um 0,3 °C wärmer als der klimatologische Temperaturwert. Von Vorarlberg bis ins Burgenland lagen die Abweichungen zum vieljährigen Mittel zwischen - 0,6 °C und + 0,5 °C. In Osttirol, Kärnten sowie entlang des Murtales und südlich davon war es um 0,6 bis 1,4 °C wärmer als im Mittel. Die absolut höchsten Temperaturen wurden am 5., 12. Und am 13. Mai gemessen. An diesen Tagen stiegen die Tagesmaxima österreichweit auf etwa 25 °C und mehr. Die 30 °C-Marke wurde insgesamt an 18 Wetterstationen erreicht. Auch die Anzahl der Sommertage (Tage mit  $T_{\max} \geq 25$  °C) lag in diesem Mai an den meisten Wetterstationen im Bereich der klimatologischen Mittelwerte.

### **Juni 2015**

#### Niederschlag

Die Niederschlagsverteilung war im Juni sehr ungleichmäßig. Vom Weinviertel über das Waldviertel bis in die Südoststeiermark gab es große Niederschlagsdefizite. In diesen Regionen fiel um 50 bis 75 Prozent weniger Regen als in einem durchschnittlichen Juni. Im östlichen Weinviertel, entlang des Leithagebirges bis hin zum Wechselgebiet reichten die Defizite zum klimatologischen Mittel von 75 bis 89 Prozent.



Hinzu kommt, dass es im Nordosten (Waldviertel, Weinviertel, Nordburgenland) des Landes schon seit etwa Februar einen deutlichen Mangel an Niederschlägen gab. In Poysdorf (NÖ, 198 m) summierten sich seit Jahresbeginn nur 58 Prozent der hier sonst üblichen Niederschlagsmenge. In Wien sind es zwar immerhin 75 Prozent des vieljährigen Mittels, der standardisierte Niederschlags- und Verdunstungsindex zeigt allerdings, dass in Wien seit etwa drei Monaten eine moderate Trockenheit vorherrscht. Deutlich geringere Defizite gab es im östlichen Oberösterreich, im westlichen Niederösterreich und in der restlichen Steiermark. In diesen Gebieten fiel um 25 bis 50 Prozent weniger Niederschlag als im Mittel. Ähnlich negative Abweichungen gab es noch punktuell in Tirol und Kärnten. Von Vorarlberg bis ins Innviertel sowie bis in die Südsteiermark waren die Regenmengen nur leicht unterdurchschnittlich bis ausgeglichen.

### Temperatur

Die erste Junihälfte 2015 verlief in ganz Österreich außerordentlich heiß mit Tageshöchsttemperaturen von bis zu 34,5 °C. Ab Monatsmitte wendete sich das Blatt und die Temperaturen lagen während der zweiten Monatshälfte vorwiegend unter den klimatologischen Mittelwerten. Alles in allem war der Juni 2015 aufgrund der hohen Temperaturen zu Beginn des Monats österreichweit um 1,4 °C wärmer als das Mittel 1981 - 2010. In weiten Teilen des Landes reichten die Abweichungen von plus 1,0 °C bis plus 1,5 °C. Punktuell gab es in Österreich auch geringere Temperaturabweichungen. Um plus 1,6 bis plus 2,0 °C wärmer war es stellenweise von Vorarlberg bis in den Tennengau, in der Südoststeiermark, im Südburgenland und punktuell in Kärnten, Ober- und Niederösterreich.

## **Juli 2015**

### Niederschlag

Bezüglich der Niederschlagsverteilung zeigten sich starke Unterschiede zwischen dem Norden und Süden Österreichs. Während nördlich des Alpenhauptkammes teilweise starke Trockenheit vorherrschte, lagen die Niederschlagsmengen südlich davon durch zahlreiche Schauer und Gewitter bzw. die letzten regnerischen Tage des Monats deutlich über dem vieljährigen Mittel. In Summe gab es österreichweit um etwa 20 Prozent weniger Niederschlag als in einem durchschnittlichen Juli. Besonders trocken war es in Vorarlberg, in weiten Teilen Oberösterreichs und im westli-



chen Wald- und Mostviertel mit einem Niederschlagsdefizit von 50 bis 77 Prozent. Besonders im Norden Österreichs macht sich die seit dem Frühjahr anhaltende Trockenheit bemerkbar. So fielen in Zwettl (NÖ) seit Jahresbeginn erst 260 mm Niederschlag. Das entspricht nur 61 Prozent eines durchschnittlichen Jahres im gleichen Zeitraum. In weiten Teilen Tirols und im östlichen Niederösterreich war es, verglichen mit dem Mittel, ebenfalls zu trocken. Im Süden Salzburgs, in der nördlichen Steiermark sowie im südlichen Burgenland war die Niederschlagsverteilung ausgeglichen. Große Bereiche von Osttirol, Kärnten und der Steiermark weisen hingegen ein Plus gegenüber einem durchschnittlichen Juli von 25 bis 75 Prozent auf. Punktuell liegt durch schwere Unwetter die positive Abweichung knapp über 100 Prozent, wie etwa in Seckau (St) und Bad Bleiberg (K).

### Temperatur

Der Juli 2015 ist mit einer österreichweiten Abweichung von plus 3,1 °C zum Mittel 1981 - 2010 der wärmste der 248-jährigen Messgeschichte. Bisheriger Rekordhalter war der Juli 2006 mit einer Abweichung von plus 2,7 °C, gefolgt vom Juli 1983 und Juli 1994 mit jeweils plus 2,2 °C. Im Juli 2015 war es österreichweit deutlich zu warm, fast überall liegen die Abweichungen zum klimatologischen Mittel zwischen plus 2,5 bis plus 3,5 °C. Regionale Unterschiede zeigen sich im Süden Österreichs, wo die Abweichungen einheitlich unter plus 3 °C und damit unter dem Österreichmittel liegen. Vereinzelt liegen die Abweichungen auch über 3,5 °C, wie zum Beispiel in Vorarlberg und im westlichen Niederösterreich. Verantwortlich für die überdurchschnittlichen Temperaturen waren die durch hohen Luftdruck geprägten Südwestlagen die zu zwei Hitzewellen führten. Erst in den letzten Tagen des Monats gingen die Temperaturen zurück. Durch die langanhaltende Hitze wurden auch einige neue Höchstwerte verzeichnet. So wurde am 7. Juli mit 38,2 °C der heißeste Tag der Messgeschichte in Innsbruck erreicht. Im Osten wurden in Niederösterreich zum ersten Mal Frühtemperaturen zum 8.00-Uhr-Termin (6.00 UTC) von über 30 °C registriert (in Seibersdorf, Pottschach und Wr. Neustadt) und in Wien wurde in der Innenstadt (25,5 °C) und an der Hohen Warte (24,3 °C) die wärmste Nacht der Messgeschichte verzeichnet. Auch auf den Gipfeln Österreichs machte sich der äußerst warme Juli bemerkbar. Die Wetterstationen am Sonnblick (3.109 m) und am Pitztaler Gletscher (2.864 m) haben im Juli im klimatologischen Mittel 12,7 bzw. 8,3 Frosttage (Minimum



der Lufttemperatur unter 0 °C). Der Juli 2015 liegt mit fünf Frosttagen am Sonnblick und drei Tagen am Pitztaler Gletscher jeweils deutlich darunter.

## **August 2015**

### Niederschlag

Die Trockenheit, die sich in weiten Teilen Österreich seit Juni manifestiert hat, setzte sich fort. Im August 2015 fiel bundesweit um 35 Prozent weniger Niederschlag als im Mittel. Das bedeutet den trockensten August seit 1991. Aber schon in den letzten Jahren gab es oft ähnlich trockene August-Monate: 2003 lag das Defizit bei 32 Prozent, 1998 bei 28 Prozent, 1997 bei 34 Prozent, 1992 bei 32 Prozent und 1991 bei 40 Prozent. Die Regionen, die im Verhältnis zu den jeweils durchschnittlichen Regenmengen am wenigsten Niederschlag bekamen, waren diesmal das westliche Mühlviertel, das Innviertel und das Semmering-Wechselgebiet. Hier summierte sich um 75 bis 83 Prozent weniger Niederschlag als im vieljährigen Mittel. Im restlichen Oberösterreich, im westlichen und südlichen Niederösterreich, in der Obersteiermark und im Südburgenland fiel um 50 bis 75 Prozent weniger Niederschlag. Defizite von 25 bis 50 Prozent gab es in Vorarlberg, im Tiroler Unterland, in Salzburg, den restlichen Teilen der Steiermark, in Kärnten östlich des Mölltales, im Nordburgenland, in Wien und stellenweise in Niederösterreich. Nahezu ausgeglichene Niederschlagsmengen summierten sich vom östlichen Waldviertel bis ins Weinviertel, in Osttirol und Teilen Oberkärntens sowie im Tiroler Oberland.

### Temperatur

Im August prägten zwei Hitzewellen das Temperaturbild Österreichs. Eine langanhaltende Hitzewelle, welche ab dem 4. August ganz Österreich erfasste und rund 9 bis 13 Tage dauerte, brachte in manchen Teilen Österreichs bis zu neun Tage in Folge mit Tagesmaxima der Lufttemperatur von über 35 °C. Die zweite Hitzewelle am Ende des Monats fiel hingegen von ihrer Dauer und Intensität weniger heftig aus. In der Gesamtbilanz ist der August 2015 in Österreich mit einer Abweichung zum Mittel 1981 - 2010 von +2,7 °C der viertwärmste seit Beginn der Temperaturlaufzeichnungen im Jahr 1767. Wärmer war es nur im August 1807 (+3,5 °C), 1992 (+3,3 °C) und 2003 (+3,2 °C). Die relativ wärmsten Regionen lagen mit einer Abweichung von 3,5 bis 4,3 °C im Gebiet vom Innviertel bis ins Mostviertel sowie im Waldviertel. Um 2,5 bis 3,5 °C wärmer als das klimatologische Mittel war es im Tiroler Unterland, in Salz-



burg nördlich der Salzach, in der Steiermark entlang der Enns bis zur Mürz und östlich der Mur sowie in Niederösterreich östlich der Traisen, in Wien und im Burgenland. In Vorarlberg bis ins Tiroler Oberland sowie südlich des Alpenhauptkamms vom Gerlospass bis etwa zur Gleinalpe reichten die Abweichungen von 1,5 bis 2,5 °C.

### **3.3 Wetterlagen zu ausgewählten Ereignissen**

(Zusammengestellt aus: ZAMG, 2015a; ZAMG, 2015b)

#### **3.3.1 Meteorologischer Überblick über die Niederschlagsereignisse vom 6. und 7. (bzw. 8.) Juni 2015 im mittleren und westlichen Nordtirol**

Nach dem Durchzug zahlreicher Frontensysteme im Mai baut sich Anfang Juni ein zunehmend kräftiges Hoch über Mitteleuropa auf. Über dem Tiroler Oberland erreicht es am Freitag, den 5. Juni, gegen Mittag seinen Höhepunkt (Abbildung 20a).

Die Luftmassen sind bis dahin relativ stabil geschichtet und trocken (Abbildung 21a). Nachmittags werden an den Wetterstationen im Inntal verbreitet Höchstwerte von über 30 Grad registriert. Das Zentrum des Hochs verlagert sich in Folge langsam nach Osten und am Abend treten im Tiroler Oberland um den Arlberg und im Lechtal erste, lokal noch sehr begrenzte Wärmegewitter auf. Bei eher schwachem Wind ziehen die Zellen anfangs eher Richtung Nord, später verlagern sie sich durch nachlassenden Wind kaum noch. Örtlich kommt es dadurch zu kräftigen Kurzzeitniederschlägen. Am Samstag wird das Hoch von einem Tief mit Kern nordwestlich der Britischen Inseln immer weiter nach Nordosten abgedrängt, in der Höhe beginnt es abzukühlen (Abbildung 20b). Die dem Tief zugehörige, schwach ausgeprägte Kaltfront zieht sich von Dänemark über Deutschland Richtung Frankreich und bewegt sich ebenfalls langsam ostwärts. Eine erste Staffel feuchter Luft erreicht am Samstag Nordtirol (Abbildung 21b). Dies führt zu einer Labilisierung und die in den Tälern um 30 Grad warme Luft wird ab dem frühen Samstagnachmittag zunehmend gewitteranfällig. Ab Mitte Nachmittag bis abends treten daher verbreitet kräftige Wärmegewitter auf, teils mit starken Kurzzeitniederschlägen. Auch die Region um das Paznauntal ist davon betroffen, der Schwerpunkt liegt aber im Bereich Inzing, Innsbruck, Seefeld. Mit der mäßig starken Südströmung verlagern sich die Gewitterzellen nach Norden, wodurch es lokal zu keinen größeren Dauerstufen (> ca. 1 Stunde) kommt.

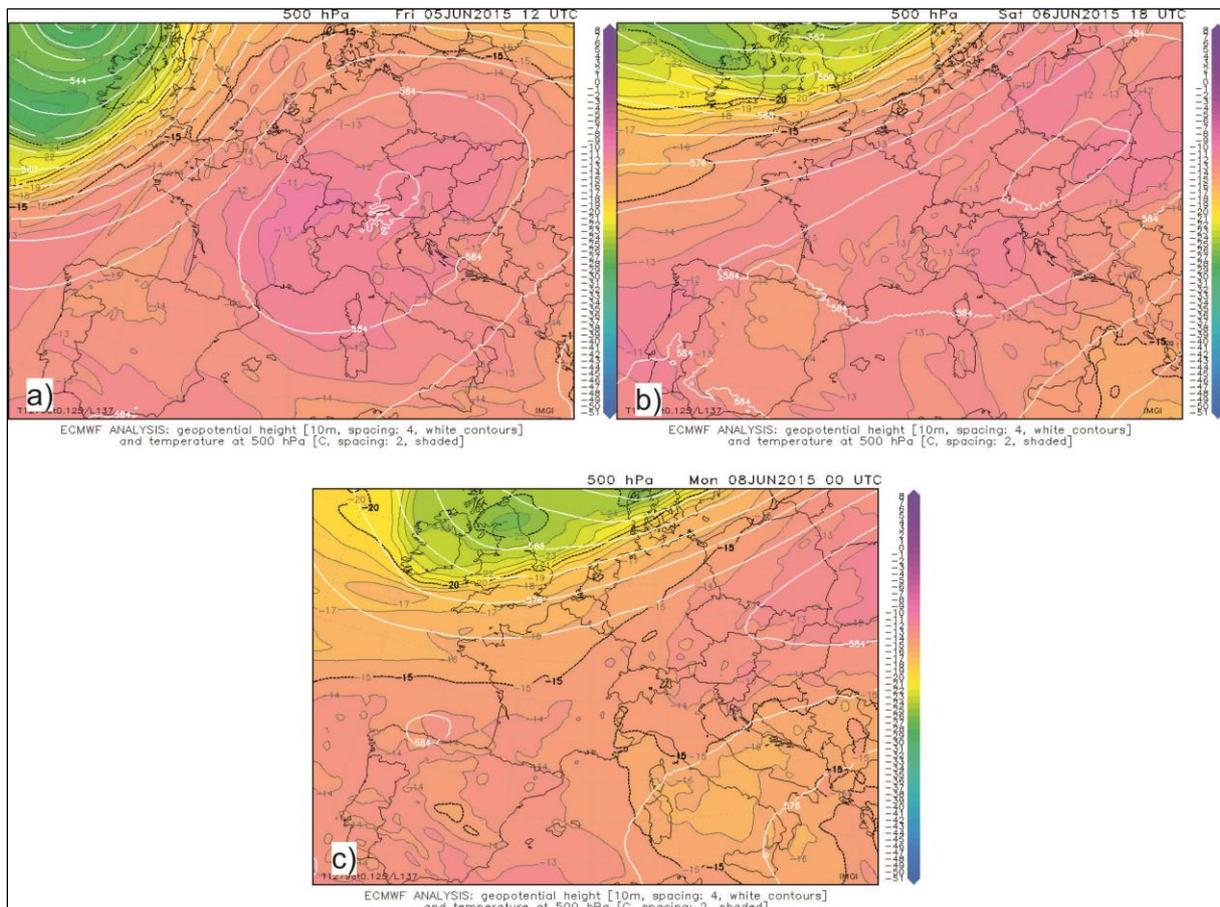


Abbildung 20: Analysekarten des Europäischen Zentrums für Mittelfristvorhersage (ECMWF) für Geopotential und Temperatur über Europa in 500 hPa am a) 5. Juni 2015 12 UTC, b) 6. Juni 2015 18 UTC, c) 8. Juni 2015 00 UTC. In diesem zeitlichen Verlauf zeigt sich die Abschwächung des Hochs über Tirol und seine Verlagerung nach Osten (ZAMG, 2015a)

Eine erste, qualitative Analyse der Niederschlagsmuster deutet auf folgenden Unterschied zwischen den beiden Tagen hin: Während es am Samstag ab dem mittleren Nachmittag recht verbreitet in ganz Nordtirol zu Schauern und Gewittern kam und dann am späten Nachmittag vielerorts außerordentlich starke Kurzzeittiederschläge (Dauerstufen bis ca. 30 min) gemessen wurden, waren die Niederschläge am Sonntag weit weniger verbreitet, dafür aber ausgesprochen ortsfest. Letzteres ist im Wesentlichen der am Sonntag nahezu völlig fehlenden Höhenströmung geschuldet. Im Unterschied dazu wurde am Samstagabend an der Rückseite des tagsüber abgewanderten Hochdruckzentrums (in mittleren Höhen: 3.000 – 6.000 m) eine vorübergehendmäßig starke Südströmung ausgelöst, die die Gewitterzellen wahrscheinlich just zur Zeit ihrer niederschlagaktivsten Phase nach Norden verlagerte. So konnten samstags keine lokalen Extremniederschläge von größeren Dauerstufen (> ca. 1 Stunde) auftreten. Die Schneefallgrenze lag an beiden Tagen um die



3.000 m und damit höher als die höchsten Bereiche der betroffenen Einzugsgebiete in See und Sellrain. Hagel wurde außerdem verhältnismäßig selten beobachtet (und wenn, dann kaum über 1 cm Korndurchmesser). Die Gewitter waren durch rege Bliztätigkeit und Starkregen charakterisiert.

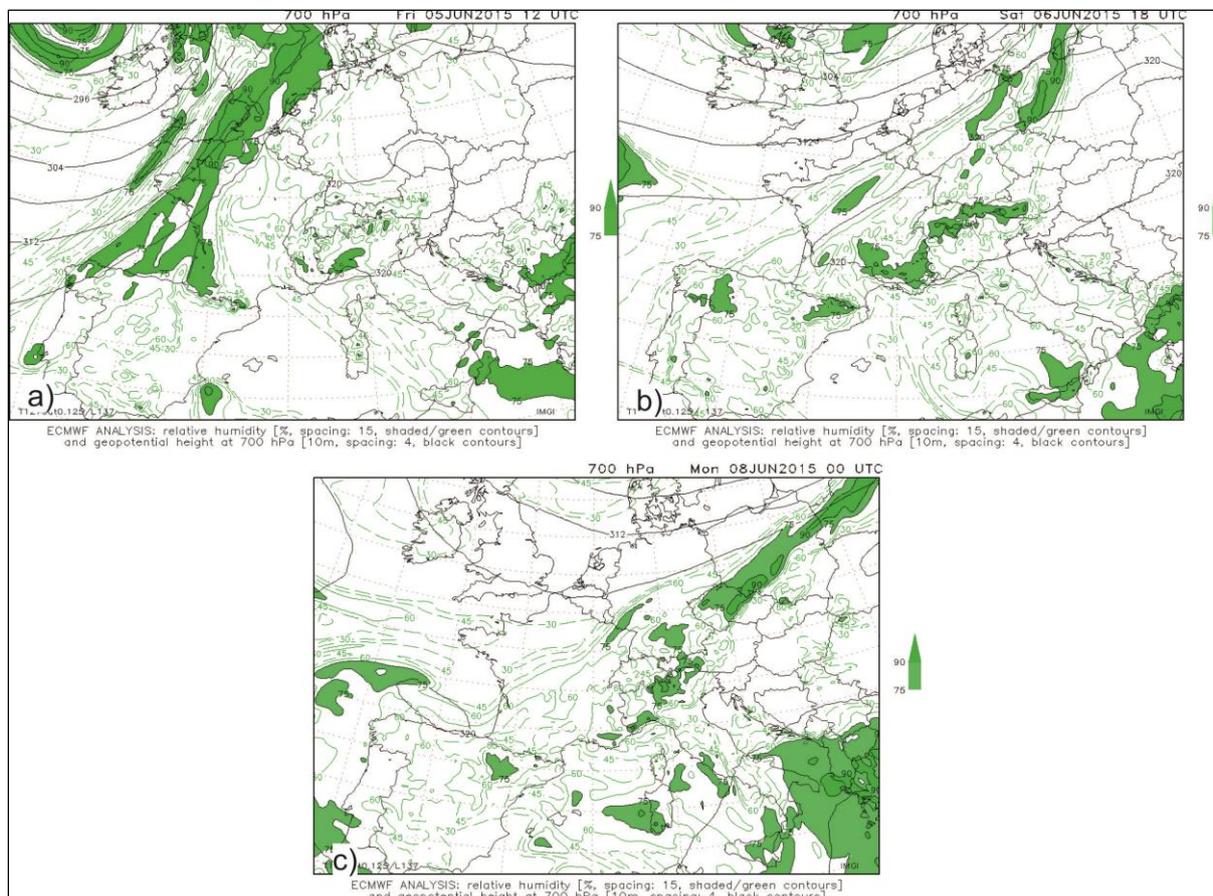


Abbildung 21: ECMWF Analysekarten der relativen Feuchte in 700 hPa über Europa am a) 5. Juni 2015 12 UTC, b) 6. Juni 2015 18 UTC, c) 8. Juni 2015 00 UTC. Erkennbar ist die Kaltfront, die sich am 5. Juni von Skandinavien über die Normandie bis zu den Pyrenäen erstreckt. Am 6. Juni erreichen ihre Ausläufer abends den Raum Tirol und lösen verbreitet Gewitter aus. Die feuchte Luftmasse bleibt bis zum 8. Juni über Tirol liegen (ZAMG, 2015a)

### Situation in See im Paznauntal, Sellrain und Neustift im Stubaital vom 7. auf den 8. Juni 2015

#### INCA-Analyse

Vorweg muss erwähnt werden, dass zur fraglichen Zeit das Wetterradar auf der Valluga außer Betrieb war. Die INCA- bzw. Radar-Daten um See im Paznaun sind daher mit Vorsicht zu betrachten. Erst eine tiefer gehende Analyse kann hier ein klareres Bild liefern. Im Fall des Schadensereignisses im Sellrain ist die Situation eine andere, denn hier sind die INCA-Daten mit großer Wahrscheinlichkeit vertrauenswürdig.

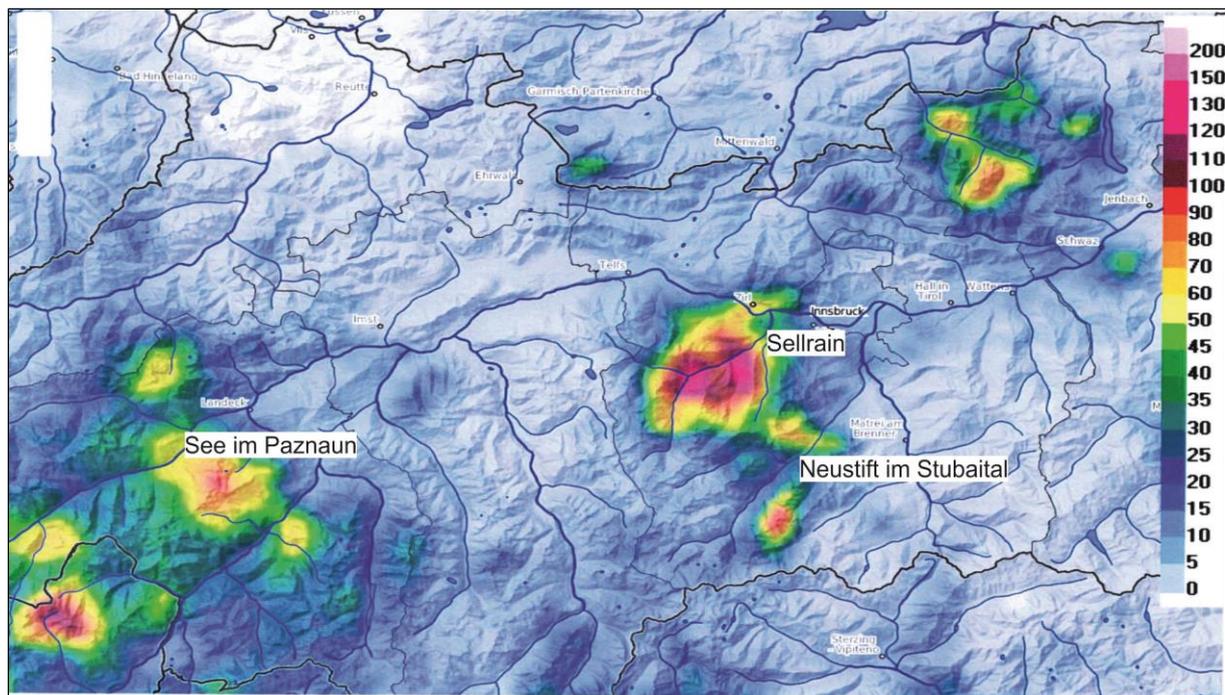


Abbildung 22: INCA simulierte Niederschlagssummen zwischen Sonntag, 7.6.2016, 8.00 Uhr und Montag, 8.6.2016, 8.00 Uhr (MESZ). Die Farbschattierung entspricht der aufsummierten Niederschlagsmenge in Liter pro Quadratmeter ( $l/m^2 = mm$ ). Die Gewitter vom Samstag sind nicht enthalten (ZAMG, 2015b)

Es handelte sich um sehr ortsfeste Niederschlagszellen (insb. im Sellrain), was an den starken Gradienten um die nahezu kreisrunden Niederschlagszentren zu erkennen ist (Abbildung 22). Außerdem waren es nur isolierte Ereignisse; es handelte sich nicht um „verbreitete“ Gewittertätigkeit oder organisierte Strukturen. Im Sellrain deuten sich zwei Maxima des Niederschlags ab, sie liegen an den Ausgängen des Fotscher- und des Lüsenstal. Extreme 120-150  $l/m^2$  fielen gemäß dieser Analyse in diesen Bereichen innerhalb weniger Stunden. Der Bereich mit mehr als 100  $l/m^2$  erstreckt sich über grob 25  $km^2$  und liegt demnach in vollem Umfang im Einzugsgebiet der Melach. Wie erwähnt sind die Daten für das vordere Paznaun mit Vorsicht zu genießen, der Niederschlag dürfte in der INCA-Analyse unterschätzt sein. Gemäß obiger Auswertung hätte dieser auf einer Fläche von etwa 30  $km^2$  über 60  $l/m^2$  betragen, mit einem Maximum um etwa 100  $l/m^2$  im Bereich des Rotpleiskopfes. Auch unabhängig von der fragwürdigen Genauigkeit dieser ersten Auswertung, ist im Schadensfall von See im Paznaun zu erwähnen, dass es hier – im Unterschied zu den unmittelbar betroffenen Bereichen im Sellrain – eine massive Vorbelastung vom Samstag den 6. Juni gegeben hat.



## Synthese

Im betroffenen Bereich im See im Paznaun hat es am Samstag, den 6. Juni, bereits mit großer Wahrscheinlichkeit über 30 l/m<sup>2</sup> Regen in kurzer Zeit gegeben, was zu einer akuten Vorbelastung geführt hat. In der Schadensnacht auf Montag, den 8. Juni, fielen weitere mindestens 70 l/m<sup>2</sup>, mutmaßlich sehr lokal auch über 100 l/m<sup>2</sup>. Laut INCA-Analyse, die den Messwert von See um 15-30 % unterschätzt, waren es maximal ca. 100 l/m<sup>2</sup>. Im betroffenen Bereich im Sellrain hat es am Samstag, den 6. Juni, wahrscheinlich nur unerheblichen Regen gegeben, die starken Schauer gingen weiter nördlich und östlich nieder, wie auch im Stubaital. Es bestand daher keine akute Vorbelastung, allerdings fielen die Niederschläge am Sonntag, den 7. Juni, hier wahrscheinlich noch intensiver aus als jene bei See. Laut der in diesem Fall vermutlich sehr vertrauenswürdigen INCA-Analyse fielen in einem etwa 25 km<sup>2</sup> großen Bereich, der vollumfänglich im Einzugsgebiet der Melach lag, über 100 l/m<sup>2</sup> in wenigen Stunden, mit Maxima von 120-150 l/m<sup>2</sup>. Was die Vorbelastung betrifft, darf nicht unerwähnt bleiben, dass neben der akuten Vorbelastung (in See) in allen drei Gemeinden von einer längerfristigen Vorbelastung ausgegangen werden muss. Der Frühling 2015 zählte im Westen Österreichs zu einem der nassesten der 157-jährigen Messgeschichte. In Tirol lag die Niederschlagsabweichung für die Monate März bis Mai bei +45 %, in Landeck mit 271 l/m<sup>2</sup> gar bei +91 %. Insbesondere zwischen dem 19. und 23. Mai gab es eine niederschlagsreiche Phase, während der die Schneefallgrenze teils unter 1.500 m lag. Der dort gefallene Schnee schmolz vermutlich in nicht unerheblichem Ausmaß erst während einer Warmphase in den ersten Junitagen, also direkt vor den Schadensereignissen. Die betroffenen Einzugsgebiete waren daher nicht zuletzt durch das Schmelzwasser stark durchnässt (siehe Detailberichte).



## 4 Detailbericht ausgewählter Einzugsgebiete

### 4.1 Schallerbach (Zusammengestellt aus: FORSTLECHNER, 2015)

#### 4.1.1 Allgemeine Beschreibung

Das Einzugsgebiet des Schallerbaches befindet sich im Paznauntal südwestlich von Landeck. Der rechtsufrige Zubringer der Trisanna hat ein Einzugsgebiet von rund 8,31 km<sup>2</sup>, welches sich über den Frödenegger Wald – Versingalpe – Gamsbergspitze – Rotpleiskopf – Kübelgrubenkopf – Blankakopf – Medrig – Medrigalm und den Kirchwald erstreckt. Auf einer Fließstrecke von ca. 6,4 km überwindet der Schallerbach vom Rotpleiskopf (2.936 m) bis zur Mündung in die Trisanna (1.015 m) rund 1.900 Höhenmeter (Abbildung 23).

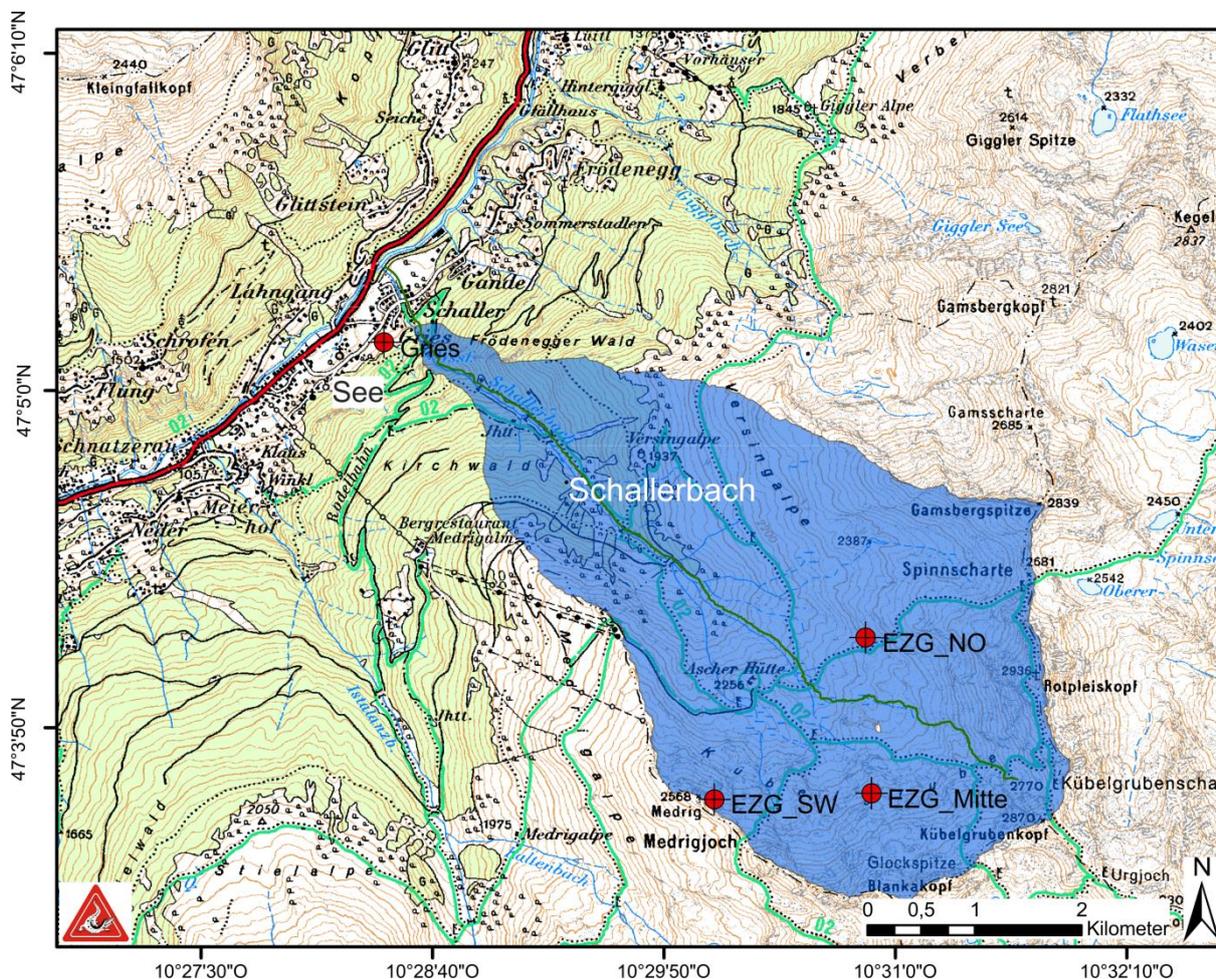


Abbildung 23: Einzugsgebiet des Schallerbaches mit den Punkten, für welche mittels INCA-Analyse die Niederschlagshöhen berechnet wurden

Geologisch betrachtet befindet sich der Schallerbach im Ostalpinen Kristallin. Als Grundgesteine dominieren Gneise und Schiefer. Das obere Einzugsgebiet besteht



aus Fels- und Hangschutt bzw. Alm- und Weideflächen. Letztere werden im Winter auch touristisch genutzt. Unterhalb des Zusammenflusses der Quellbäche auf ca. 2.000 m beginnt der Mittellauf, an den sich eine kurze Schluchtstrecke, welche mit einem Gefälle von bis zu 65 % die steilsten Bereiche des Bachlaufes aufweist, anschließt. Am Schwemmkegel befinden sich orografisch rechtsufrig des Schallerbaches der Ortsteil Schaller und orografisch linksufrig die Ortsteile Gries und Elis (Abbildung 24). Das Einzugsgebiet ist zu etwa 15 % mit Fichte, Lärche und vereinzelt mit Zirbe bewaldet. Sämtliche Waldflächen sind als Schutzwald im bzw. außer Ertrag kategorisiert.



Abbildung 24: Schluchtstrecke und Unterlauf des Schallerbaches mit den Ortsteilen Schaller (orografisch rechtsufrig) und Gries (orografisch linksufrig) (Quelle: WLV)

Aber auch die Hauptverkehrsader des Paznauntales, die B 188 Paznaunstraße, schneidet im Ortsteil Gries den Schwemmkegel des Schallerbaches. Bei Unterbrechung dieser Verkehrsachse sind die Gemeinden Kappl, Ischgl und Galtür von der Außenwelt abgeschnitten bzw. nur über die Silvretta-Hochalpenstraße erreichbar.



#### 4.1.1.1 Neigungsverhältnisse

Das mittlere Gefälle des langgestreckten Gerinnes liegt bei rund 28 %. Vor allem die Strecke zwischen hm 40 und hm 63 im oberen Einzugsgebiet ist durch abwechselnd steile und flache Teilstrecken mit einer mittleren Neigung von rund 23 % geprägt (Abbildung 25). Der Mittellauf zwischen hm 40 und hm 10 ist im Mittel zu 28 % geneigt. Den steilsten Bereich des Schallerbaches bildet die kaskadenförmige Schluchtstrecke (Abbildung 24) zwischen hm 10 und hm 5 mit durchschnittlichen 50 % Gefälle an die sich der Ablagerungskegel mit rund 22 % im oberen Kegelbereich und rund 10 % Neigung im unteren Kegelbereich anschließt.

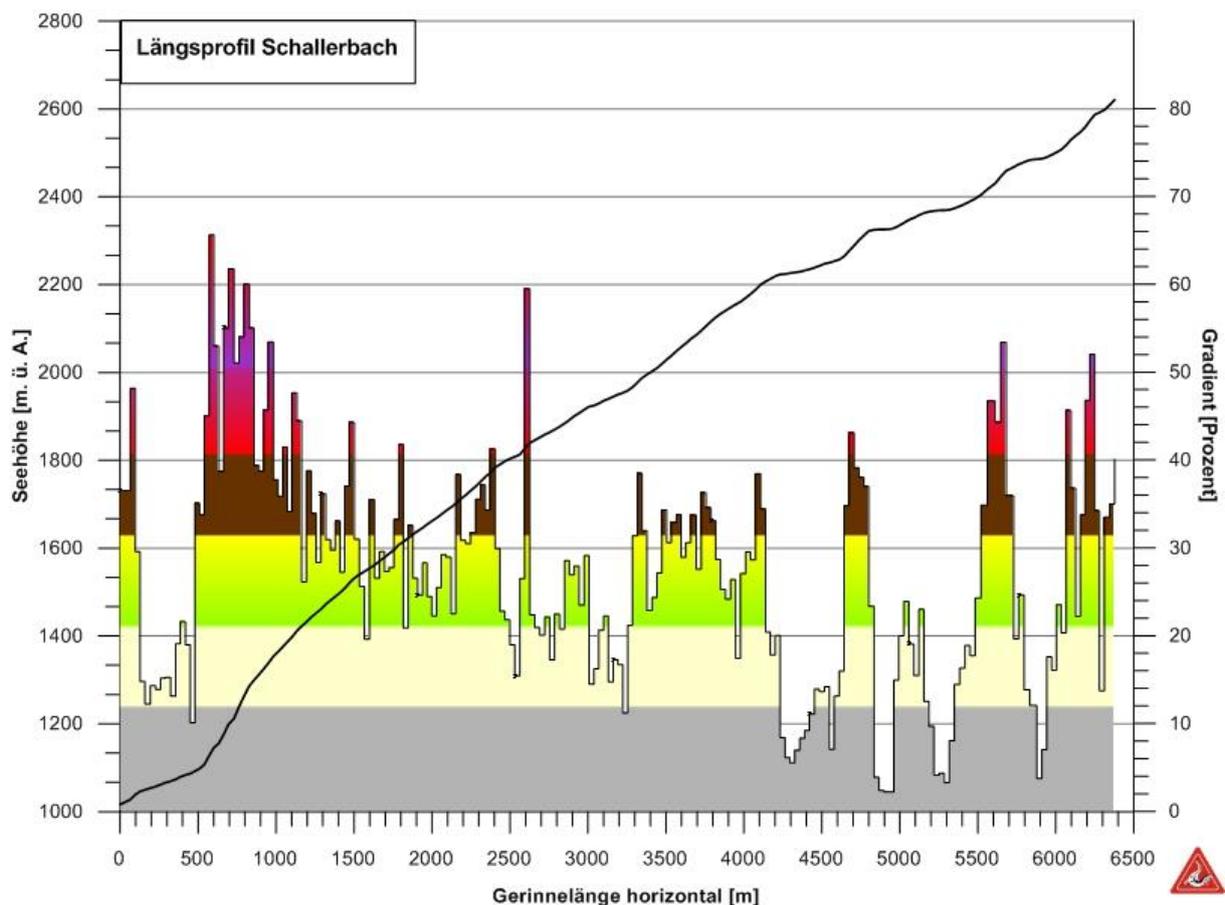


Abbildung 25: Längsprofil und Neigungsübersicht des Schallerbaches



#### 4.1.1.2 Ereignischronik

Tabelle 4: Ereignischronik des Schallerbaches (FORSTLECHNER, 2015)

Datum	Ereignis
14.7.1834	Hochgewitter im Einzugsgebiet, 0,5 ha Wiese und zwei Höfe (32/24) eingemurt. Zum Eingang des Hofes Albert Tschiderer (Jahreszahl am Eingang 1601) führten drei Stufen hinauf, heute muss man drei Stufen hinabsteigen.
5.7.1867	Starke Regenfälle im Einzugsgebiet, 0,5 ha Kulturgrund vermurt.
1868 und 1919	Ebenfalls 0,5 ha Kulturgrund vermurt.
17.9.1960	Hochgewitter im Einzugsgebiet, Zerstörung der Forstwegbrücke im oberen Mittellauf, ca. 50 m Forstweg weggerissen. Entstehung von zwei Anbrüchen, im Unterlauf Vermurung von 5.000 m <sup>2</sup> Kulturgrund.
7. – 8.6.2015	Murgang mit 3 darauffolgenden, stark geschiebeführenden Abflusswellen, welche insgesamt ca. 60.000 m <sup>3</sup> Material im Siedlungsgebiet ablagerten und dabei schwerste Schäden anrichteten.

#### 4.1.1.3 Schutzbauten

Die Verbauung des Schallerbaches begann im Jahr 1961 mit dem Bau eines Gerinnes im Unterlauf von hm 0,79 – 3,90, welches in den Jahren 1980, 1984 und 1992 abschnittsweise saniert wurde. Im Rahmen des Verbauungsprojektes 1992 wurde mit dem Bau der Balkensperre in hm 3,93 und des Geschieberückhaltebeckens begonnen. Zudem wurden im Bereich Versingalpe umfangreiche Entwässerungsmaßnahmen durchgeführt. Dazu zählen der Bau von Drainage- und Sickerschlitzen sowie das Verlegen von Sammelleitungen samt Kontrollschächten. Das Rückhaltebecken wurde im Jahr 2013 im Zuge von Sofortmaßnahmen geräumt.

#### 4.1.2 Ereignisbeschreibung

Am Sonntag, dem 7. Juni 2015, begann es um ca. 20.00 Uhr (MESZ) in der Gemeinde See im Paznaun kräftig zu regnen. Zwischen ca. 22.00 Uhr und 22.30 Uhr wurde von Seiten der Gemeinde See gemeinsam mit der FF See ein erstes Einsatzteam erstellt und alarmiert (Abbildung 26). Weiters wurde an der Gemeindestraßenbrücke zwischen den Ortsteilen Schaller und Gries ein Beobachtungsposten aufgestellt, welcher aber aufgrund der akuten Gefährdung kurze Zeit später wieder abgezogen werden musste. Um 23.15 Uhr wurde dann über die BH Landeck ein Krisenstab installiert und Herr Gebhard Walter (WLV Sektion Tirol) miteinbezogen. Im Bereich des Geschieberückhaltebeckens wurde eine Beleuchtung samt Beobachterposten platziert.



Gegen Mitternacht mussten der Ortsteil Gries und Teile von Elis evakuiert werden, die B 188 wurde vorsichtshalber für den Verkehr gesperrt.

Während des ungefähr dreistündigen Dauerregens (ca. 20.00 bis 23.00 Uhr) im Einzugsgebiet des Schallerbaches, aus dem sich laut INCA-Daten rund 50 mm Niederschlag ergaben, wurde das Geschieberückhaltebecken bei hm 3,93 durch kontinuierlichen Geschiebeeintrag bis auf die Höhe der Sperrenflügel verfüllt. In weiterer Folge bildete sich ein mit einem Verlandungsgefälle von 15 bis maximal 23 % stark aufgesteilter Ablagerungskegel bis auf ca. die Höhe des ersten Wasserfalls aus. Der stark geschiebehaltige Abfluss des Schallerbaches konnte bis zu diesem Zeitpunkt noch über die Abflusssektion der Geschieberückhaltesperre und durch die anschließende Unterlaufkünette schadlos in die Trisanna abtransportiert werden. Da der Balkenverschluss zu diesem Zeitpunkt keinerlei Schäden aufwies, wird von einem stark fluviatilen Feststofftransport ausgegangen. Der Durchfluss durch die 6,5 m<sup>2</sup> große Unterlaufkünette beträgt bei einer geschätzten Fließgeschwindigkeit von 3-4 m/s zwischen 19,5 und 26 m<sup>3</sup>/s. Durch die Verfüllung des Ablagerungsbeckens und die darauf folgende Verlagerung des Gerinnes wurde der orografisch linke Erddamm (beidufig gesichert durch trocken verlegte Grobsteinschichtungen), welcher die Verlängerung des Sperrenflügels aus Beton darstellt, allmählich überströmt, was zu Erosionserscheinungen und kleinen Einkerbungen am Dammbauwerk führte.

Zwischen 23.00 Uhr und 4.00 Uhr konnte keine merkliche Veränderung im Abflussgeschehen festgestellt werden, die Regenintensität ließ jedoch gegen 2.00 Uhr für ca. 30 Minuten etwas nach. Der Großteil des auftretenden stark geschiebehaltigen Abflusses wurde über die Abflusssektion der Balkensperre abgeführt. Ein Teil (geschätzte 10 – 30 %) überstrichen in diesem Zeitraum den orografisch linken Erddamm.

Zwischen 4:00 Uhr und 4:15 Uhr ereignete sich dann ein schwallartiges Murereignis bei dem laut Augenzeugen „Bäume stehend“ aus dem Schluchtbereich des Schallerbaches stürzten. Dieser Schub dauerte nur 20 – 30 Sekunden und konnte größtenteils über die Abflusssektion der Geschieberückhaltesperre und die Unterlaufkünette in die Trisanna abgeführt werden. Der maximale Abfluss des Murschubs betrug zwischen 90 und 120 m<sup>3</sup>/s. Aufgrund der günstigen Ausformung des anschließenden Geländes kam es dabei nur zu geringfügigen Überbordungen der Unterlaufkünette (Abbildung 44). Lediglich die Gemeindestraßenbrücke zwischen den Ortsteilen Schaller und Gries und ein Baucontainer unterhalb der Geschieberückhaltesperre



wurden durch den Murschub mitgerissen. Eine Ausdehnung auf den rechtsufrig gelegenen Ortsteil Schaller wurde durch bestehende Leitmauern und durch von der Feuerwehr vorsorglich eingelegten Dammbalken bei der Gemeindestraße verhindert.

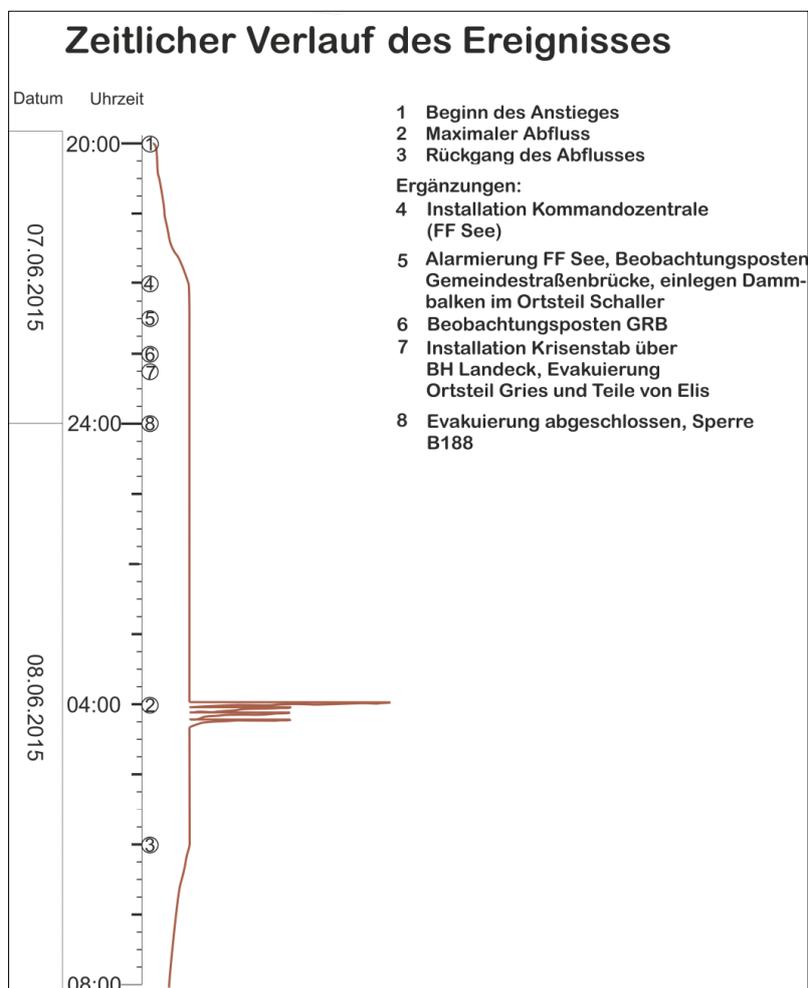


Abbildung 26: Zeitlicher Verlauf der Ereignisse zwischen dem 7.6.2015 und dem 8.6.2015 in der Gemeinde See im Paznaun

Durch den Murschub veränderte sich abermals die Topographie des Ablagerungskegels im Geschieberückhaltebecken wodurch der Großteil des Abflusses auf die orografisch linke Seite verlegt wurde, was zu einer massiven Beaufschlagung des Bauwerks führte. Folglich wurde der orografisch linke Erddamm der Sperre bis auf das Anschlussniveau des Außengeländes erodiert (ca. 5,5 m tief), was schließlich das Versagen des Dammes nach sich zog (Abbildung 27). Etwa 90 % des Schadwassers flossen ab diesem Zeitpunkt durch den schadhaften Damm in Richtung Siedlung. Folglich konnte sich auf dieser Seite ein Gerinne ausbilden, welches sich auf dem orografisch linken Teil des Schwemmkegels in mehrere Teilgerinne aufteilte (Abbildung 28). Dies ist auch der Grund für die tiefen Erosionsrinnen im unteren Teil des Ablagerungskegels. Durch die Öffnung begann eine rückschreitende Erosion des



zuvor abgelagerten Geschiebes im Rückhaltebecken, was die Verschotterung der Ortsteile Gries und Elis durch drei aufeinanderfolgende, stark geschiebeführende Abflusswellen nach sich zog (Abbildung 28).



Abbildung 27: Geschieberückhaltesperre bei hm 3,93. Das Rückhaltebecken war zum Zeitpunkt des Dammversagens auf der orografisch linken Seite zur Gänze verfüllt (Quelle: WLV)

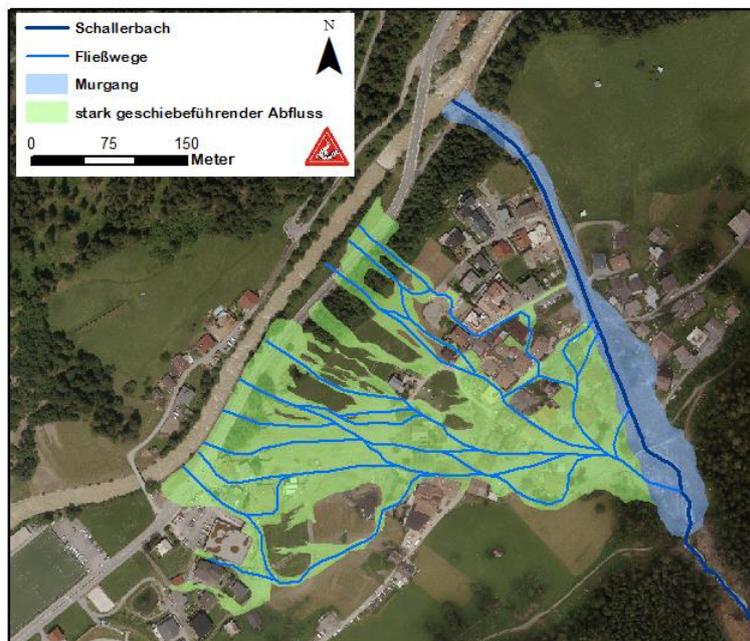


Abbildung 28: Übersicht über die Prozesse und Fließwege am Schwemmkegel des Schallerbaches



### 4.1.3 Niederschlag

(Zusammengestellt aus: ZAMG, 2015a) Nach einem kräftigen Hoch über Mitteleuropa mit dem Höhepunkt am 5. Juni wurde das Wetter immer labiler. Am Samstagnachmittag (6.6.2015) traten erste kräftige Wärmegewitter und teils starke Kurzzeitniederschläge auf. Mit der Annäherung eines Tiefs bzw. einer Kaltfront konnten sich gegen Abend nur wenige Gewitterzellen bilden, welche durch die Bündelung der großräumig vorhandenen Energie allerdings äußerst intensiv und langlebig ausfielen. Wegen der schwachen Höhenströmung wurden die Zellen kaum verlagert und es kam in den betroffenen Gebieten, insbesondere in See im Paznaun, zu lokalen Extremniederschlägen (Abbildung 29).

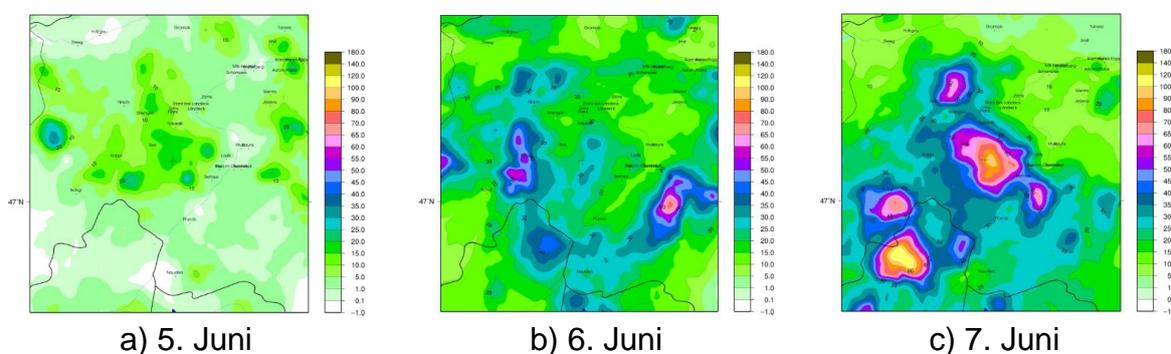


Abbildung 29: INCA-Analysen der 24-stündigen Niederschlagssumme vom a) 5. Juni 2015 6 UTC bis 6. Juni 2015 6 UTC, b) 6. Juni 2015 6 UTC bis 7. Juni 2015 6 UTC, c) 7. Juni 2015 6 UTC bis 8. Juni 2015 6 UTC. Der Ausschnitt ist zentriert um den für das EZG Schallerbach repräsentativen INCA-Punkt ('EZG\_Mitte 2444m', siehe auch Abbildung 23), markiert mit einem Plus (ZAMG, 2015a)

#### 4.1.3.1 Vorbelastung

Das Kalenderjahr 2015 war bis zum Mai im Tirol überdurchschnittlich feucht. Im Vergleich zur Langzeitmessreihe von 1981 bis 2010 wurden 135 % Niederschlag gemessen. Im Mai ist dann besonders die Messstation in See im Paznaun zu erwähnen, welche mit 230 % Niederschlag verglichen mit der Vergleichsreihe eine besonders hohe Regenspende aufwies (HD Tirol, 2015).

Während der ausgeprägten Niederschlagsphase zwischen dem 19. und 24. Mai konnte sich in Seehöhen oberhalb von 1.400 m erneut eine Schneedecke ausbilden. Die maximale Schneedecke wurde vom 23. auf den 24. Mai erreicht. Zu diesem Zeitpunkt betrug das Schneewasseräquivalent im oberen Einzugsgebiet des Schallerbaches zwischen 60 und 100 kg/m<sup>2</sup> und im Bereich des Mittellaufs zwischen 20 und 40 kg/m<sup>2</sup> (Abbildung 30 und Abbildung 31 links). Die starke Zunahme mit der Höhe



oberhalb von etwa 2.300 m ist auf den zusätzlichen Beitrag der Altschneedecke zurückzuführen, die ausgewiesenen Werte sind aber mit Vorsicht zu beurteilen. Zunächst verlief die Schmelze nur langsam, erst mit einer beginnenden Wärmephase nach dem 28. Mai kam es zur Hauptschmelze (Abbildung 31 rechts). In Lagen um 2.200 m verschwand der Schnee um den 1. Juni, in 2.400 m gegen 6. Juni, also direkt vor dem Schadensereignis.

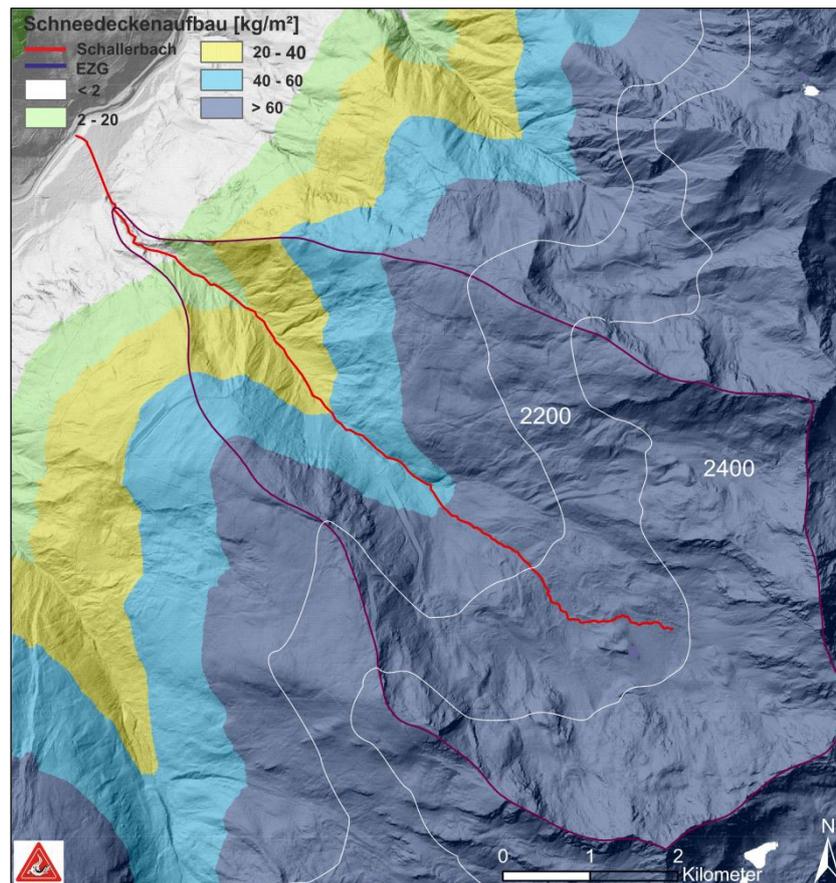


Abbildung 30: Rekonstruierte Zunahme des Schneewasseräquivalents von 19. bis 23. Mai 2015 im Einzugsgebiet des Schallerbaches abgeleitet aus den Daten des ZAMG-Tools Snowgrid (OLEFS et al., 2013)

Neben der Vorbelastung durch die starke Schneeschmelze Anfang Juni kam es bereits an den beiden Vortagen des Ereignisses zu gewittrigen Schauern in der Region See. Diese Regenschauer in Kombination mit der vorangegangenen Schneeschmelze führten an den Berghängen südlich von See zu einer akuten Vorbelastung.

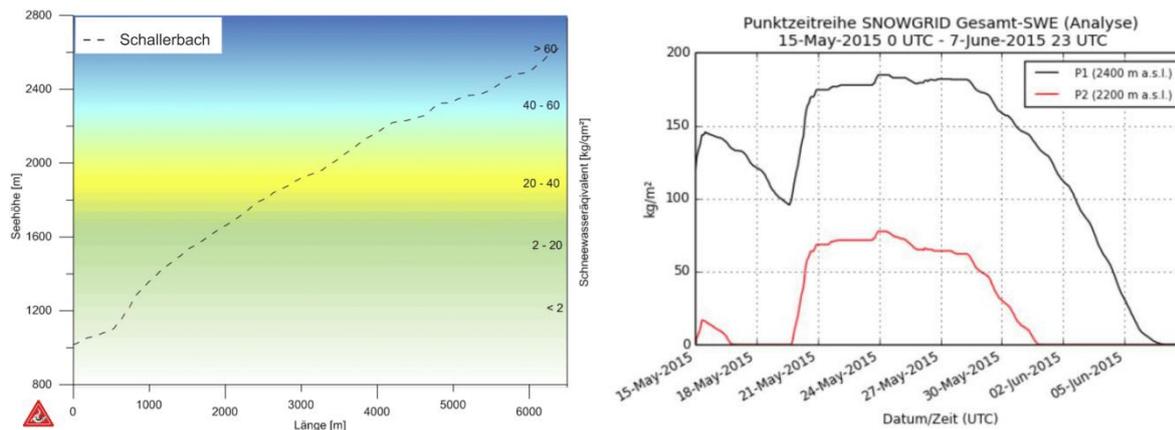


Abbildung 31: Links: Schneewasseräquivalent entlang des Gerinnes des Schallerbaches (rote Linie aus Abbildung 30) zum Zeitpunkt des Schneedeckenmaximums am 23. Mai. Rechts: Zeitlicher Verlauf der Schneeschmelze zwischen 15. Mai und 7. Juni auf ca. 2.200 m und 2.400 m Seehöhe im Einzugsgebiet des Schallerbaches (ZAMG, 2015a)

#### 4.1.3.2 Situation in der Nacht vom 7. auf den 8. Juni 2015

Aufgrund der Abkühlung durch den Niederschlag am Vortag und das nachfolgende Einsickern kühlerer Luft wurde die Gewitterbildung am 7. Juni zunächst unterbunden. Durch die weitere Annäherung eines Tiefs von den Britischen Inseln konnten sich abends nur wenige Gewitterzellen bilden, welche lokal allerdings sehr intensiv ausfielen. Die Schneefallgrenze lag am 6. und 7. Juni etwa in einer Seehöhe von 3.000 m bzw. 3.500 m und somit an beiden Tagen höher als die höchsten Bereiche des Einzugsgebiets.

Die INCA-Analyse für den Zeitraum des Schadensereignisses zeigt eine deutlich ausgeprägte Gewitterzelle mit Zentrum direkt über dem Sammelgebiet des Schallerbaches (Abbildung 29c). Nach Niederschlagsbeginn um 18.00 Uhr traten um 20.00 Uhr bzw. 22.00 Uhr jeweils als stark bis extrem zu bewertende Niederschlagspitzen auf (Abbildung 32a). Am Gitterpunkt EZG Mitte beträgt die Niederschlagssumme zwischen 18.00 Uhr und dem Eintreten des Murgangs um ca. 4.00 Uhr 77 mm. Alleine auf den Zeitraum von Beginn der 2. Niederschlagsspitze bis etwa 00.30 Uhr (~ 2,5 Stunden) entfallen dabei 47 mm. Das entspricht einer Intensität von 0,31 mm/min. Verglichen mit den eHyd-Bemessungsniederschlägen (BMLFUW, 2016) am Gitterpunkt 5155 entspricht das einem 20 bis 30-jährlichen Niederschlagsereignis (Abbildung 32b).

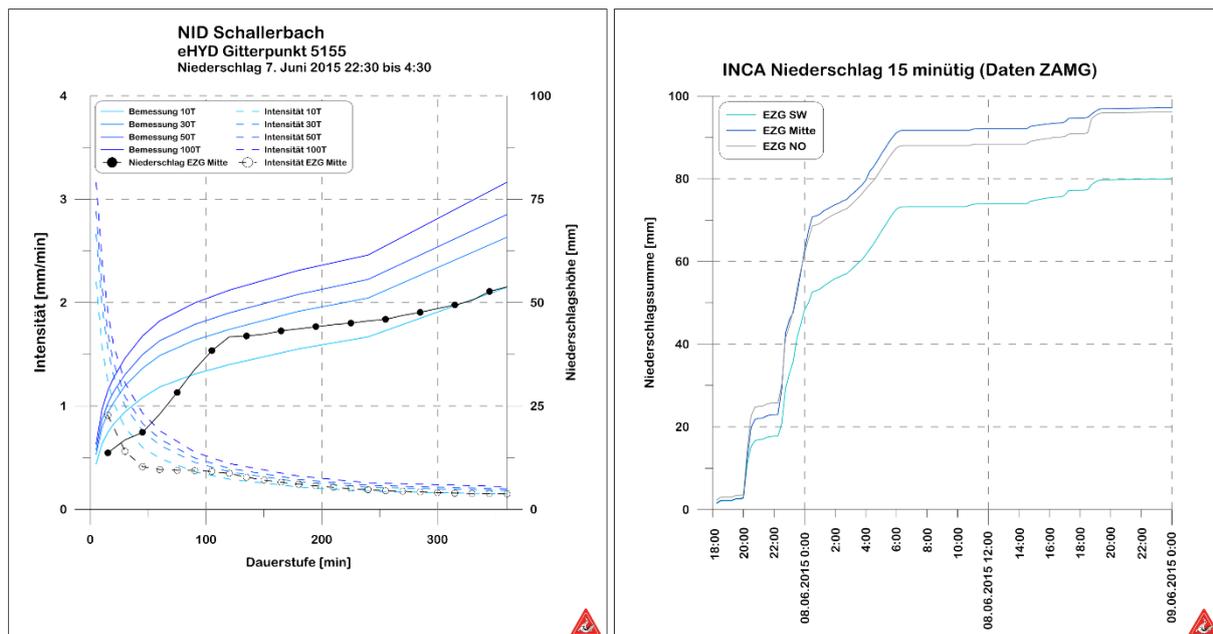


Abbildung 32: Links: Niederschlagsintensitäts-Dauer-Diagramm (Bemessung) des e-Hyd Gitterpunkts 5155 im Vergleich mit dem ereignisauslösenden Niederschlag am 7. Juni 2015. Rechts: INCA-Niederschlagssummen der im EZG Schallerbach liegenden Gitterpunkte (Daten: ZAMG, 2015; BMLFUW, 2016)

Die Niederschlagsmessstelle in See zeigt für den Zeitraum 7. Juni, 6.00 Uhr UTC (8.00 Uhr MESZ), bis 8. Juni, 6.00 Uhr UTC, mit einer Summe von 73 mm die höchste im Juni in Tirol gemessene Tagessumme. Der Messwert liegt allerdings unter den Werten der INCA-Auswertung im Sammelgebiet des Einzugsgebietes (HD Tirol, 2015).

Durch Schwierigkeiten der Zuordnung der Niederschlagsklassen aufgrund der hohen Niederschlagsintensitäten und der parallelen Gewittertätigkeit über dem Sellrain und der daraus resultierenden Abschwächung des Radarsignals wird angenommen, dass die vorliegenden INCA-Daten den tatsächlichen Niederschlag um etwa 10 mm unterschätzen. Leider stehen die Daten des Niederschlagsradar Valluga für das Ereignis am Schallerbach nicht zur Verfügung.

#### 4.1.4 Feststoffe

Unmittelbar nach dem Ereignis am Schallerbach wurde eine luftgestützte Geländeaufnahme mit Flächenflugzeug zur Auswertung des mobilisierten und abgelagerten Geschiebes im Ober-, Mittel- und Unterlauf durchgeführt. Bei dieser Auswertung muss berücksichtigt werden, dass die Befliegung mit dem Flächenflugzeug erst zwei Tage nach dem Ereignis (am 10. Juni) erfolgen konnte und am Schwemmkegel die Aufräumarbeiten bereits voll im Gang waren. Geschiebeablagerungen im Bereich der



B 188 Paznaunstraße, den Gemeindestraßen sowie entlang den Zufahrten zum Geschieberückhaltebecken und ein Teil der Ablagerungen im Rückhaltebecken selbst sowie die Tiefenerosion im Bereich der neu angelegten Gemeindestraße oberhalb des M-Preis scheinen in dieser Geschiebebilanz nicht mehr auf. Als Referenz zur Befliegung 2015 dient das digitale Geländemodell (DGM) aus dem Jahr 2012. Der Begriff Oberlauf wird hier als die Strecke zwischen hm 15 und hm 24 definiert und befindet sich nicht wie üblich im oberen Einzugsgebiet.

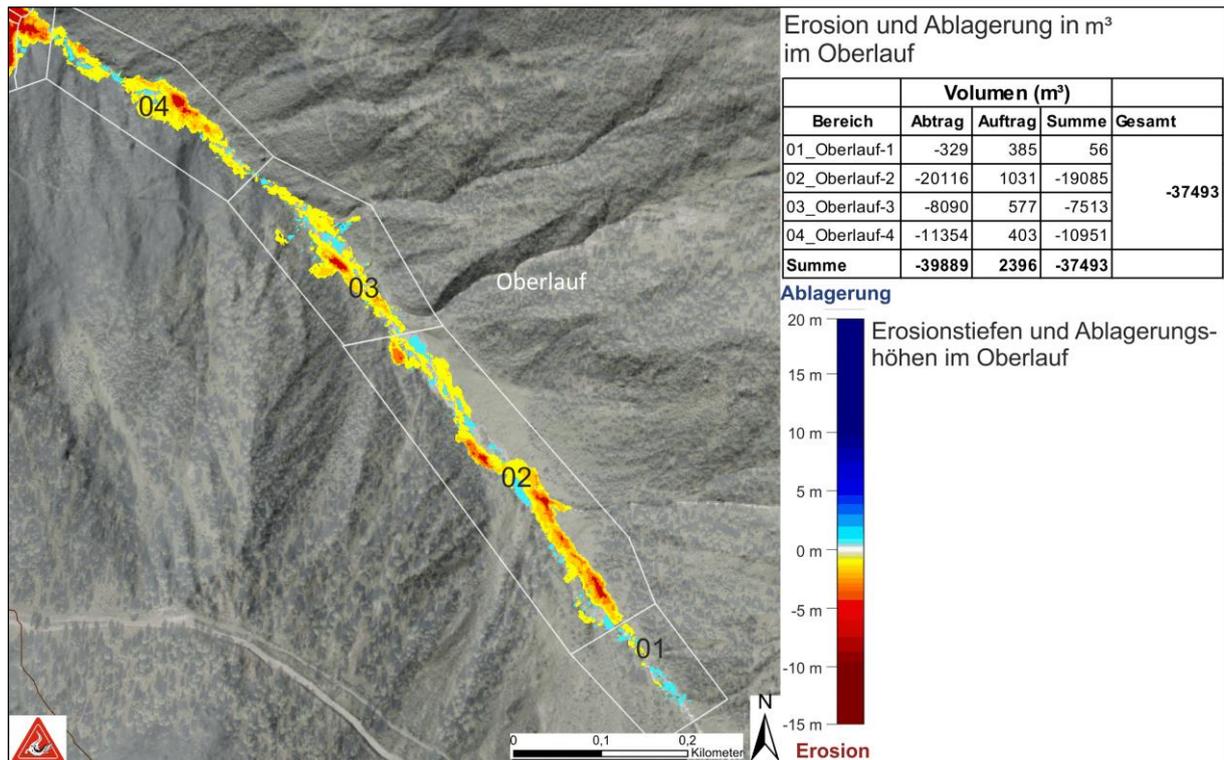


Abbildung 33: Geschiebefracht [m<sup>3</sup>] sowie Erosionstiefen und Ablagerungshöhen [m] im Oberlauf (hm 12 bis 24)

Tabelle 5: Abtrags- und Auftragskubaturen entlang des Schallerbaches unterteilt in Bereiche (Hektometrierung siehe Abbildung 36)

DGM-Differenz: 2015 - 2012/06							
Nr.	Bereich	von	bis	Achslänge ca. [m]	Abtrag [m <sup>3</sup> ]	Auftrag [m <sup>3</sup> ]	Summe [m <sup>3</sup> ]
1	Oberlauf	hm 12	hm 24	1.300	-39.889	2.396	-37.493
2	Große Rutschung im Mittellauf	hm 11	hm 12	120	-55.354	155	-55.199
3	Schluchtstrecke	hm 5	hm 11	470	-14.758	3.805	-10.953
4	Schwemmkegel	hm 1	hm 5	500	-15.738	53.985	38.247
	Summe				-125.739	60.341	-65.398



Insgesamt wurden rund 126.000 m<sup>3</sup> erodiert und rund 60.000 m<sup>3</sup> abgelagert, wobei der Großteil im Oberlauf und durch eine Großrutschung im Mittellauf abgetragen wurde (Tabelle 5).

Vom Oberlauf bis zum Ende der Schluchtstrecke wurden rund 110.000 m<sup>3</sup> Geschiebe mobilisiert (Abbildung 33 und Abbildung 34, Flächen 01 bis 10), was nicht zuletzt auf einen ca. 7.200 m<sup>2</sup> großen Rutschungsbereich oberhalb der Schluchtstrecke mit rund 55.000 m<sup>3</sup> zurückzuführen ist (Abbildung 33 und Abbildung 34, Flächen 05 bis 09).

Ein kleiner Teil, rund 6.200 m<sup>3</sup>, wurde im Gerinne im Oberlauf und im Bereich der Schluchtstrecke wieder abgelagert (Abbildung 33 und Abbildung 34, Flächen 01 bis 04 und 10).

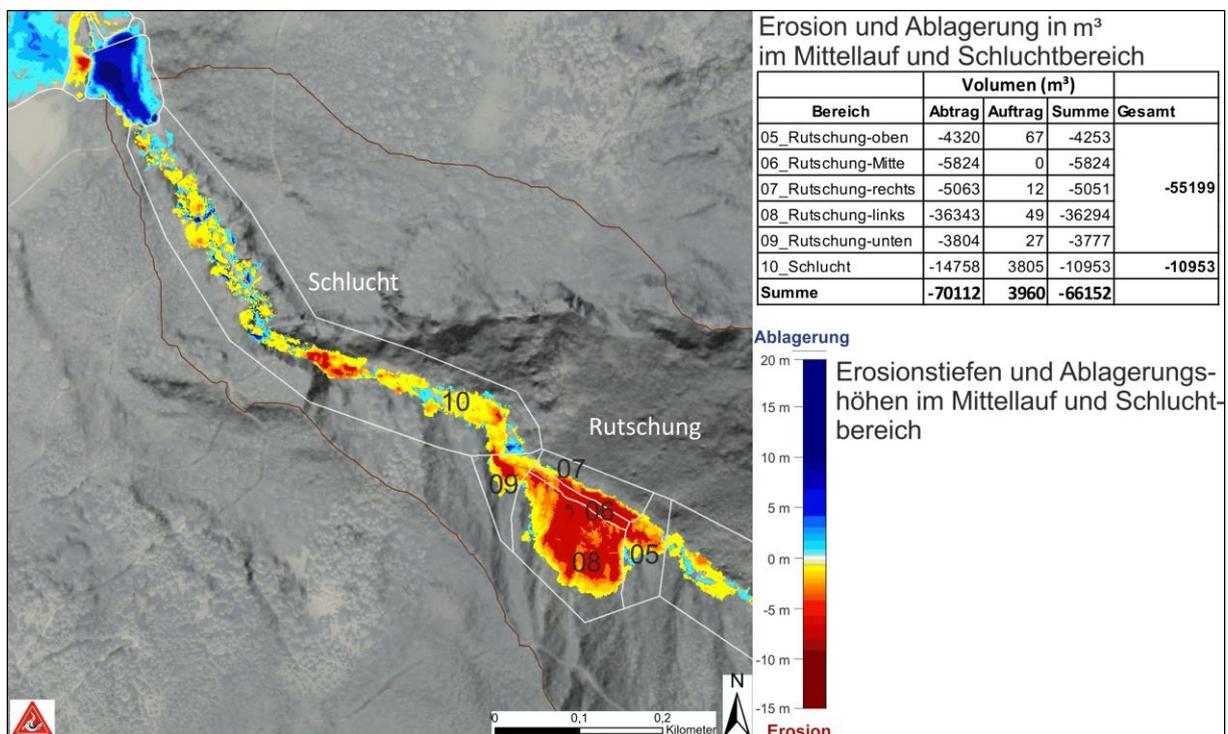


Abbildung 34: Geschiebefracht [m<sup>3</sup>] sowie Erosionstiefen und Ablagerungshöhen [m] im Mittellauf und entlang der Schluchtstrecke (hm 5 bis 12)

Im Rückhaltebecken selber konnten rund 36.000 m<sup>3</sup> zurückgehalten werden (Abbildung 35). Dies ergibt sich aus den rund 24.500 m<sup>3</sup> nach der Befliegung (Flächen 11 und 12) und rund 11.000 m<sup>3</sup>, die in der Zwischenzeit bereits geräumt wurden. Der Rest des Geschiebes wurde durch das Dammversagen orografisch links in den Ortsteilen Gries und Elis (rund 26.000 m<sup>3</sup>, Flächen 20 und 21), orografisch rechts im Ortsteil Schaller (rund 1.500 m<sup>3</sup>, Fläche 19), im Nahbereich der B 188 Paznaunstraße und im Bereich der Einmündung in die Trisanna abgelagert (rund 2.300 m<sup>3</sup>, Flächen 17 und 18). Die Ortsteile Gries und Elis wurden dabei bis zu



mehrere Meter hoch verschottet. Rund 11.000 m<sup>3</sup>, welche vor der Befliegung in diesen Ortsteilen bereits geräumt wurden, scheinen hier nicht auf. Auch am Ende der Unterlaufkүнette (Fläche 16) wurden rund 6.800 m<sup>3</sup> erodiert und direkt in den Vorfluter abtransportiert. Insgesamt kann angenommen werden, dass rund 44.000 m<sup>3</sup> Geschiebe durch die Trisanna abgeföhrt wurden. Die nicht weiß umrandeten aber trotzdem eingefärbten Bereiche auf dem Ablagerungskegel (Abbildung 35) stellen Höhenänderungen durch Baustellen, Parkplätze und sonstige Lagerplätze (z. B. Holz) dar.

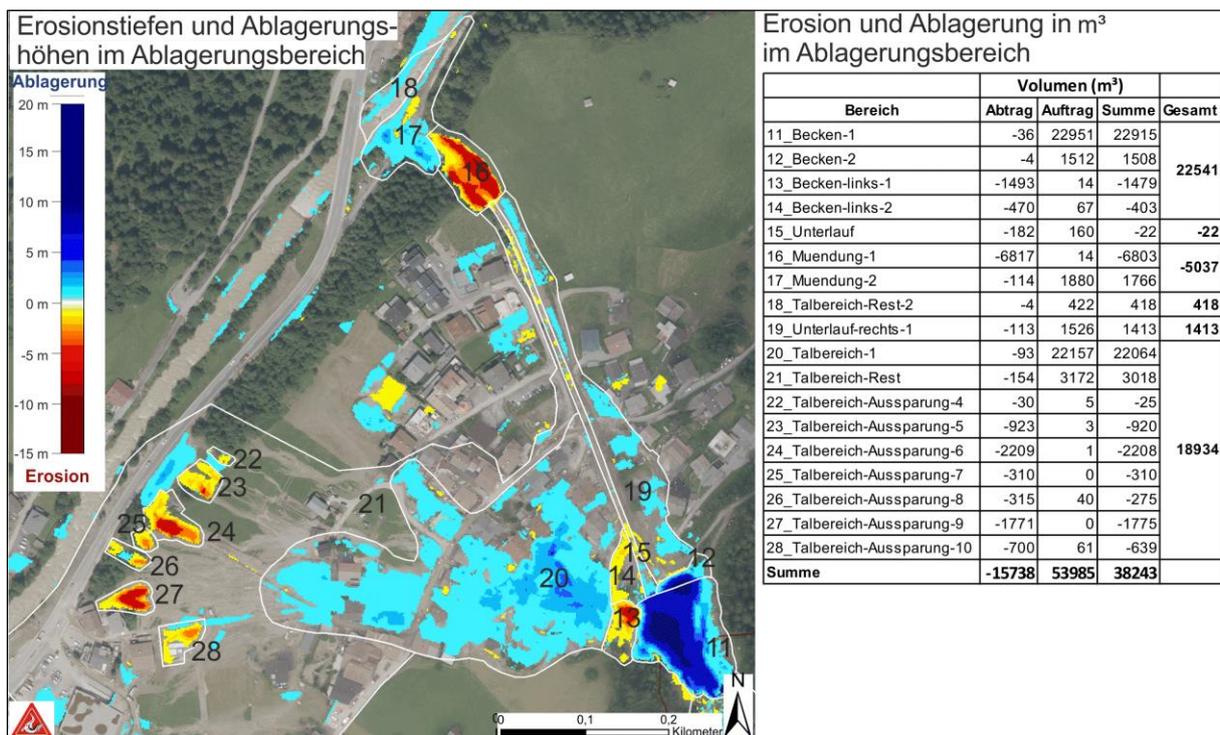


Abbildung 35: Geschiebefracht [m<sup>3</sup>] sowie Erosionstiefen und Ablagerungshöhen [m] im Ablagerungsbereich (hm 1 bis 5)

#### 4.1.4.1 Geschiebemobilisierung

Die Feststoffe (Geschiebe) wurden größtenteils im Bereich des Ober- und Mittellaufes (hm 6 bis 24) des Schallerbaches mobilisiert. Als Hauptquellen für das Geschiebe dient eine große Rutschung zwischen hm 11 und 12 mit rund 460 m<sup>3</sup>/lfm und Bereiche mit starker Tiefen- und Seitenerosion zwischen hm 8 und 24. Die bis zu 53°Grad steile Schluchtstrecke (hm 5 bis 8) zeigt aufgrund von felsigem Untergrund nur relativ geringe Erosionsraten zwischen 5 bis 8 m<sup>3</sup>/lfm. Nur im Bereich des Ablagerungskegels und im Geschieberückhaltebecken (hm 2 bis 5) und bei hm 24 wurden in Summe mehr abgelagert als erodiert (Abbildung 36).



Eine genaue zeitliche sowie örtliche Festlegung des Erosionsablaufes ist nur sehr schwer möglich. Die fehlenden Anzeichen für Verklausungen, Bachverwerfungen bzw. von Rückstau des Schallerbaches sowie der seitlichen Zubringer lassen aber auf annähernd lineare (kontinuierliche) Mobilisierung durch Tiefen- und Seitenerosion im Ober- und im unteren Mittellauf schließen. Durch bis zu mehrere Meter mächtige Sohleintiefungen wurden die seitlichen Einhänge unterschritten und destabilisiert (Abbildung 38). Auf diese Weise entstanden im Mittellauf eine projizierte Fläche von rund 8.500 m<sup>2</sup> mit Seitenerosion und eine rund 7.200 m<sup>2</sup> große Rutschung.

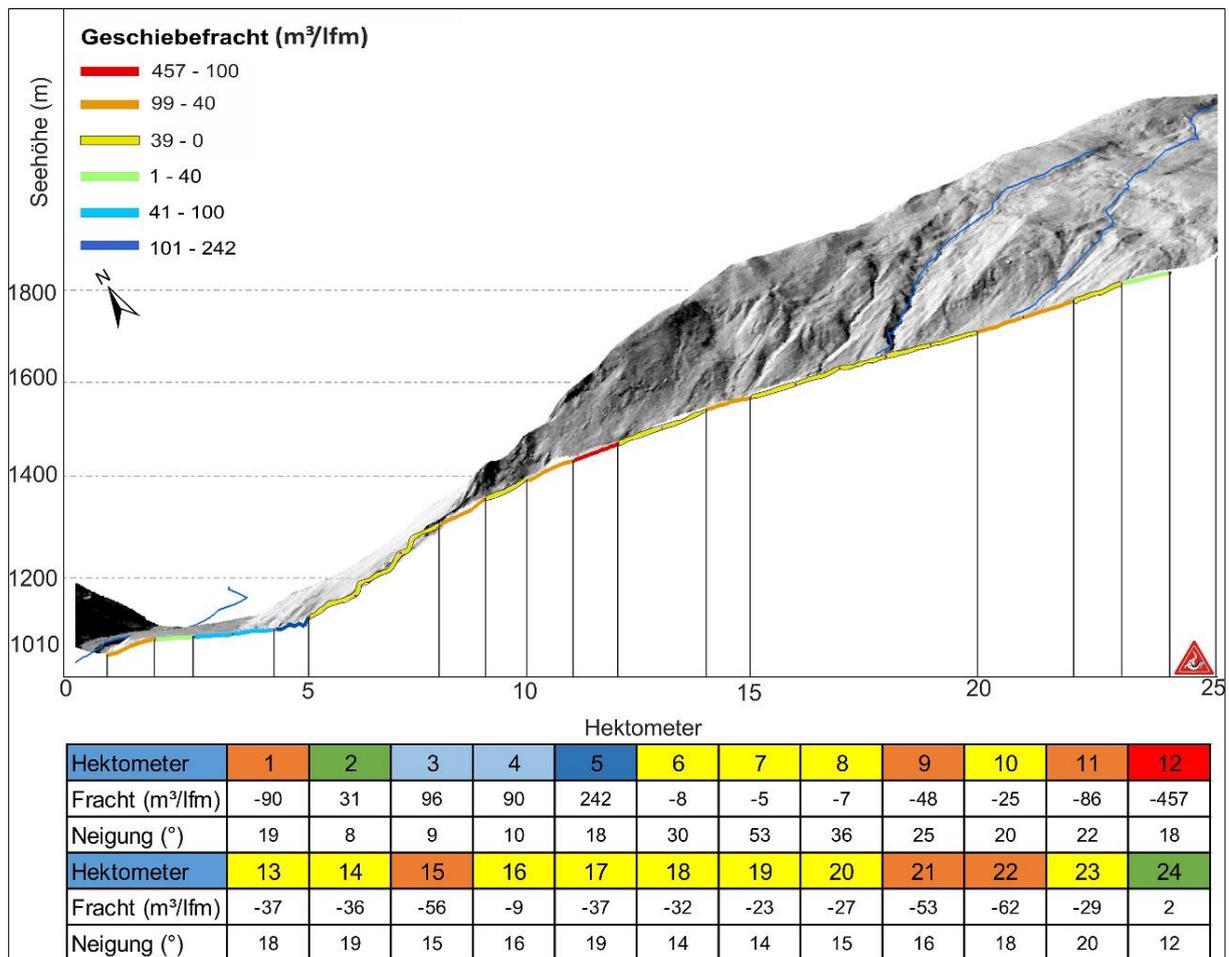


Abbildung 36: Längsprofil des Schallerbaches, Summe aus Geschiebeeintrag und Geschiebeablagerung in m<sup>3</sup>/Hektometer (Ablagerungen in grün und blau, Eintrag in gelb, orange und rot). Es handelt sich um Durchschnittswerte, welche sich aus der Differenz von Ablagerung und Erosion je Hektometer ergeben



Neben den zahlreichen Erosionsherden im Mittellauf wurden auch am Ablagerungskegel, hier speziell im Böschungsbereich der B 188 Paznaunstraße und am unteren Ende der Unterlaufkүнette, rund 16.000 m<sup>3</sup> Material erodiert (Abbildung 39 bzw. Abbildung 40).



Abbildung 37: Links: oberes Einzugsgebiet und Oberlauf laut Befliegung ohne Erosion; Rechts: in Fels eingebettete Schluchtstrecke (Quelle: WLTV)



Abbildung 38: Links: Großrutschung zwischen hm 11 und hm 12; Rechts: Seiten- und Tiefenerosion unterhalb des zweiten seitlichen Zubringers (zwischen hm 17 und hm 18) (Quelle: WLTV)



Abbildung 39: Links: Erosion im Endbereich der Unterlaufkүнette; Rechts: Erosion im Böschungsbereich der B 188 Paznaunstraße (Quelle: WLTV)



#### 4.1.4.1 Geschiebeablagerung und Überflutungsflächen

Zu Ablagerungen kam es hauptsächlich zwischen hm 1 und hm 5 bedingt durch das Geschieberückhaltebecken auf hm 3,93 und der geringen Neigung des Schwemmkegels (Abbildung 36). Auf etwa 8 ha wurden insgesamt rund 60.000 m<sup>3</sup> Geschiebe abgelagert, ein Großteil davon, rund 35.000 m<sup>3</sup> (24.000 m<sup>3</sup> nach der Räumung und ca. 11.000 m<sup>3</sup> geräumt), konnten im Geschieberückhaltebecken zwischengespeichert werden. Aber auch die durch den Dammbbruch bedingten Überschwemmungsflächen orografisch links des Gerinnes (hm 2 bis 4) weisen zum Teil bis 96 m<sup>3</sup>/lfm auf. Häuser im unmittelbaren Abflussbereich wurden an der prozesszugewandten Seite teilweise auf die gesamte Höhe des Erdgeschoßes verschüttet. PKWs und landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge wurden zum Teil bis zur Windschutzscheibe verschüttet.

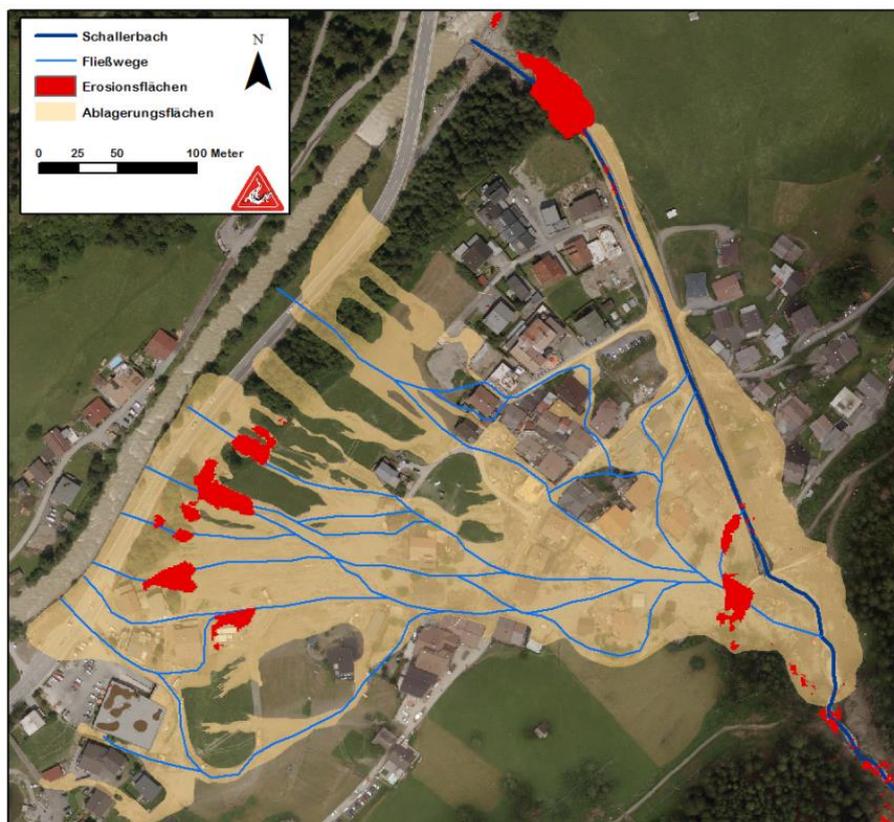


Abbildung 40: Übersicht Schwemmkegel mit Ablagerungs- und Erosionsflächen

#### 4.1.4.2 Geschiebefrachtdiagramm

Im Geschiebefrachtdiagramm ist die Wirkung des Geschieberückhaltebeckens bei hm 3,93 gut zu erkennen. Der Ablagerungskegel im Rückhaltebecken reicht bis zu hm 5, wo ein starker Anstieg der Geschiebeablagerung und somit eine Abnahme der Geschiebefracht zu erkennen ist (Abbildung 42).

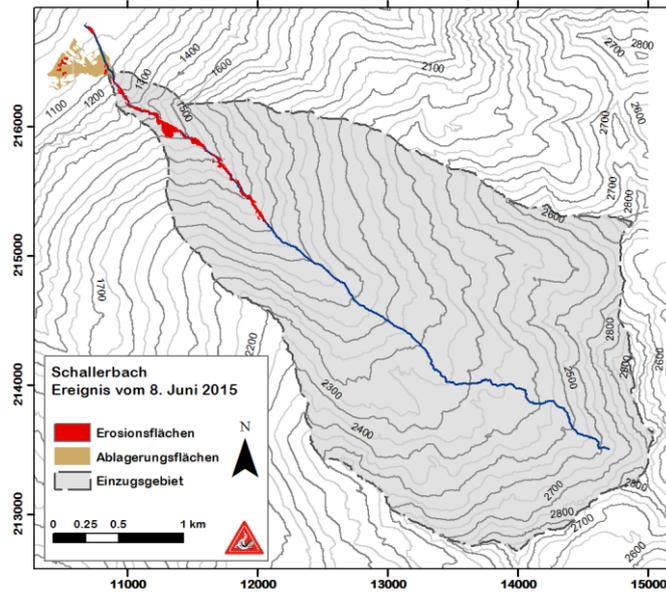


Abbildung 41: Übersicht über Sammelgebiet, Ablagerungs- und Erosionsflächen beim Ereignis am Schallerbach

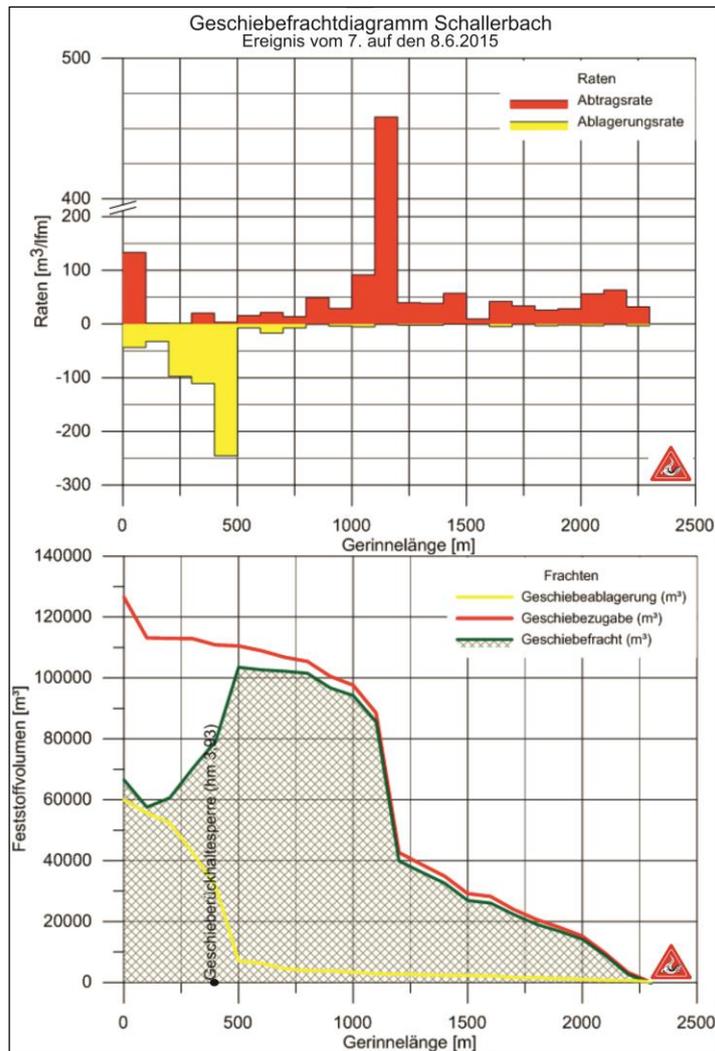


Abbildung 42: Geschiebefrachtdiagramm für das Ereignis in der Nacht vom 6. auf den 7. Juni 2015 im Schallerbach



#### 4.1.4.3 Abstrahiertes Gerinnesystem

Der Feststofftransport in einem Wildbacheinzugsgebiet ist kein linearer Prozess, sondern weist ein äußerst komplexes Verhalten auf. Die Verlagerungsprozesse ändern sich bei einem Ereignis entlang des Gerinnes je nach vorhandener Feststoffdisposition. Das natürliche Gerinnesystem in einem Einzugsgebiet wird dazu in homogene Gerinneabschnitte unterteilt, die ein ähnliches Verhalten im Hinblick auf die Feststoffmobilisierung bzw. -ablagerungen aufweisen (Abbildung 43). Jedem dieser Gerinnesystemelemente (GSE) wird an seinem Anfangsknoten ein Transportprozessstyp gemäß ONR 24800 zugeordnet. Innerhalb eines GSE kann es zu einer Prozessveränderung kommen, das Ergebnis wird dann am Endknoten des Elements, der wiederum den Anfangsknoten des unterliegenden Elements darstellt, abgebildet. Somit können die maßgeblichen Verlagerungsprozesse durch das Gerinnesystem verfolgt werden (Prozess-Routing).

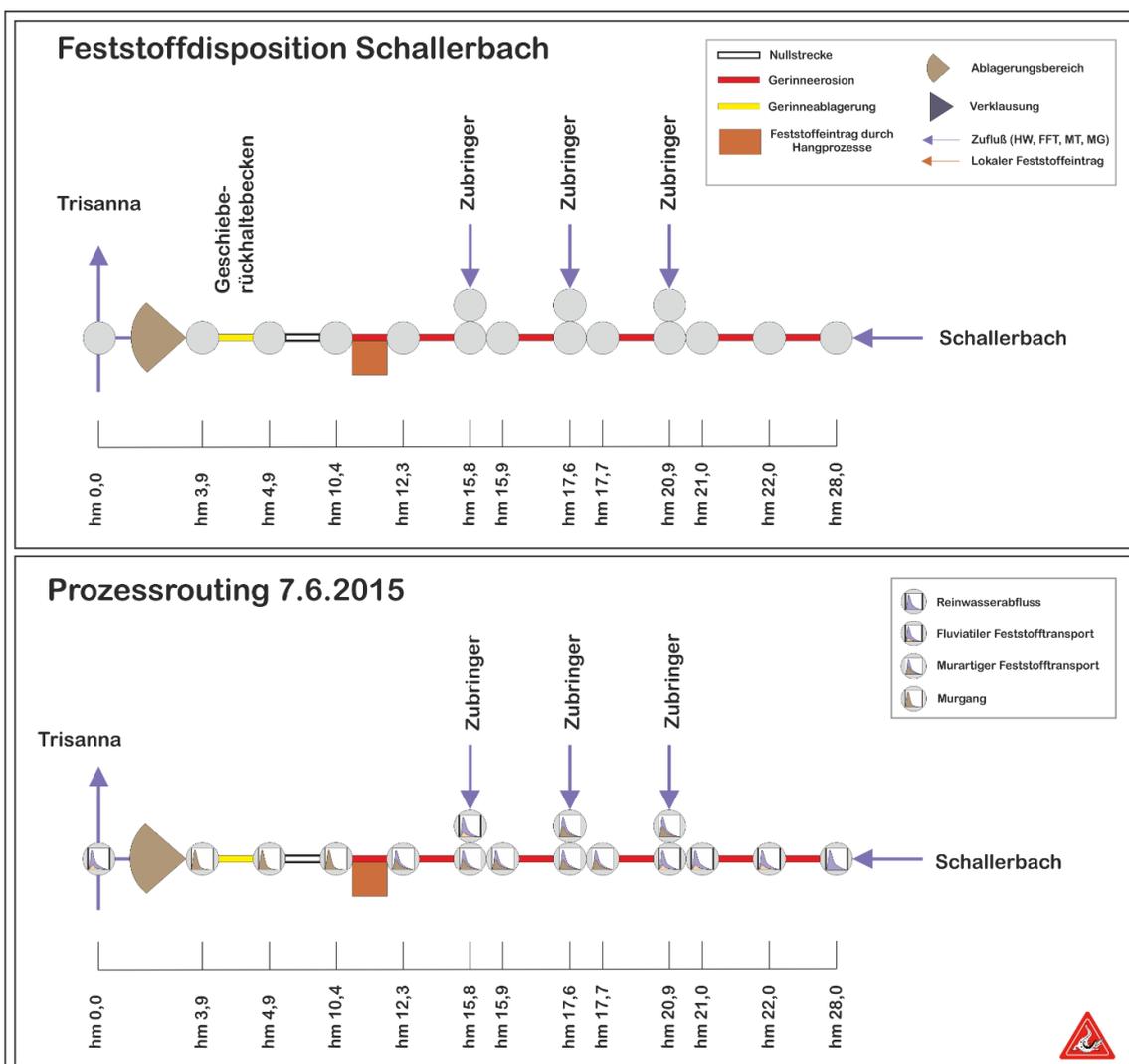


Abbildung 43: Abstrahiertes Gerinnesystem Schallerbach



#### 4.1.4.1 Wildholz

Verglichen mit dem relativ hohen Bewaldungsanteil speziell im Mittellauf des Schallerbaches, ist das Wildholzaufkommen sehr gering. Nur vereinzelt kam es im Ablagerungsbereich der Balkensperre und am Schwemmkegel zur Ablagerung von Wildholz.

#### 4.1.4.2 Referenzprofile

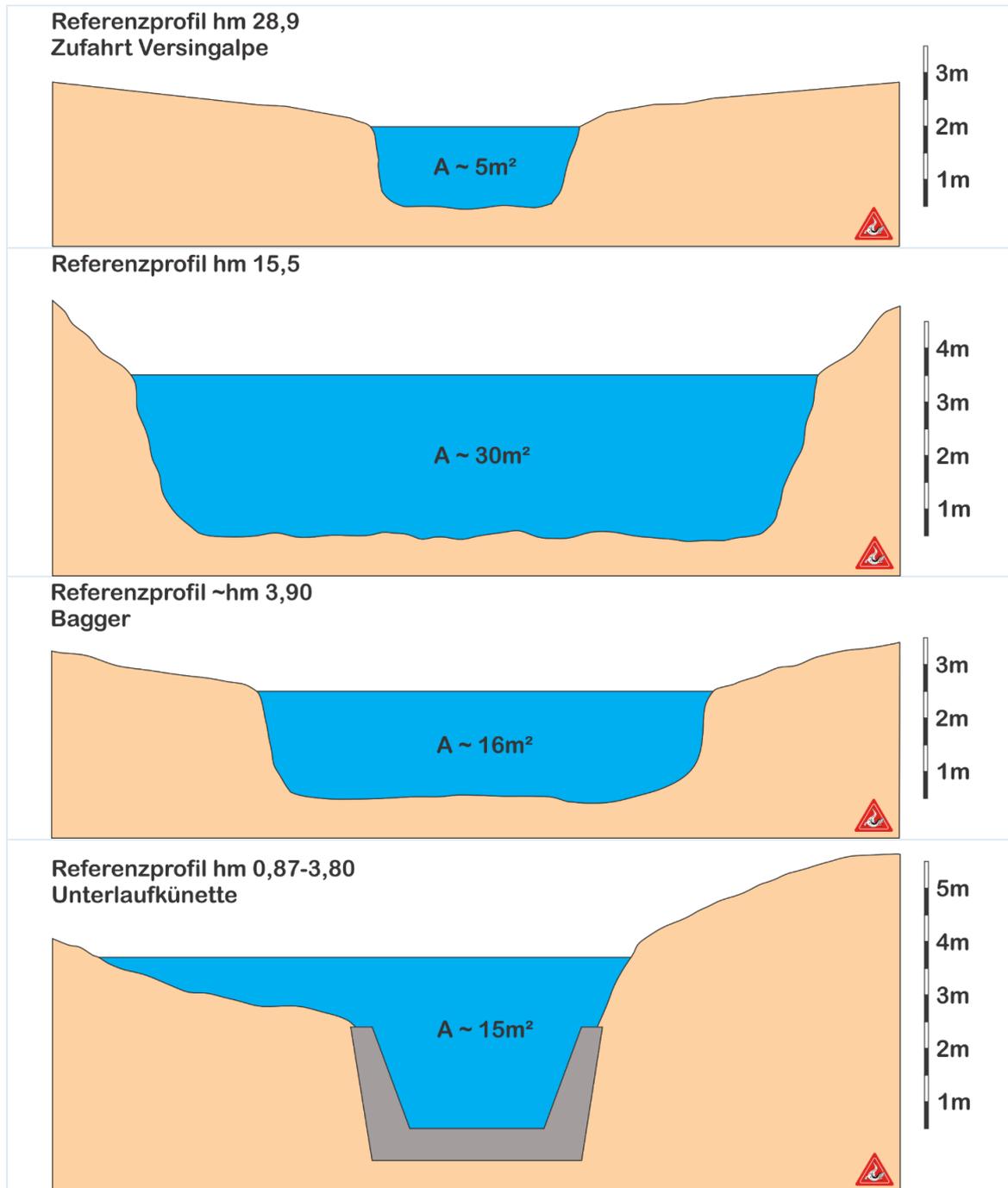


Abbildung 44: Referenzprofile Schallerbach



Im Zuge der Begehung des Schallerbaches am Tag nach dem Ereignis wurden repräsentative Querprofile vermessen. Anhand von Anschlaglinien wurde der Durchflussquerschnitt berechnet und damit in weiterer Folge durch Schätzung der Fließgeschwindigkeit auf den Abfluss und Abflussänderungen entlang des Gewässerverlaufes geschlossen. Das Referenzprofil „Unterlaufkүнette“ (hm 0,87 – hm 3,80) ist für den ersten Murschub maßgeblich, das Profil „Bagger“ bei hm 3,90 dient als Referenz für die drei aufeinanderfolgenden, stark geschiebeführenden Abflusswellen. Letzteres wurde anhand eines im Abflussbereich abgestellten Baggers mit voll ausgefahrenem Teleskoparm mit Zuhilfenahme von Augenzeugenberichten erstellt.

#### 4.1.4.3 Abflussganglinie

Mit Hilfe der oben genannten Referenzprofile und der Schätzung der Fließgeschwindigkeit wurde eine schematische Abflussganglinie des Ereignisses erstellt. Der erste, größere Murgang um 4.00 Uhr dauerte zwischen 20 und 30 Sekunden und erreichte einen Abfluss von ca. 90 – 120 m<sup>3</sup>/s (Tabelle 6). Die 3 nachfolgenden, stark geschiebeführenden Abflusswellen, welche durch den erodierten, linksufrigen Damm flossen und somit zur Verschotterung der Ortsteile Grieß und Elis führten, erreichten Abflüsse von jeweils 60 – 90 m<sup>3</sup>/s. Die letzte dieser Wellen wurde um ca. 4.15 Uhr beobachtet.

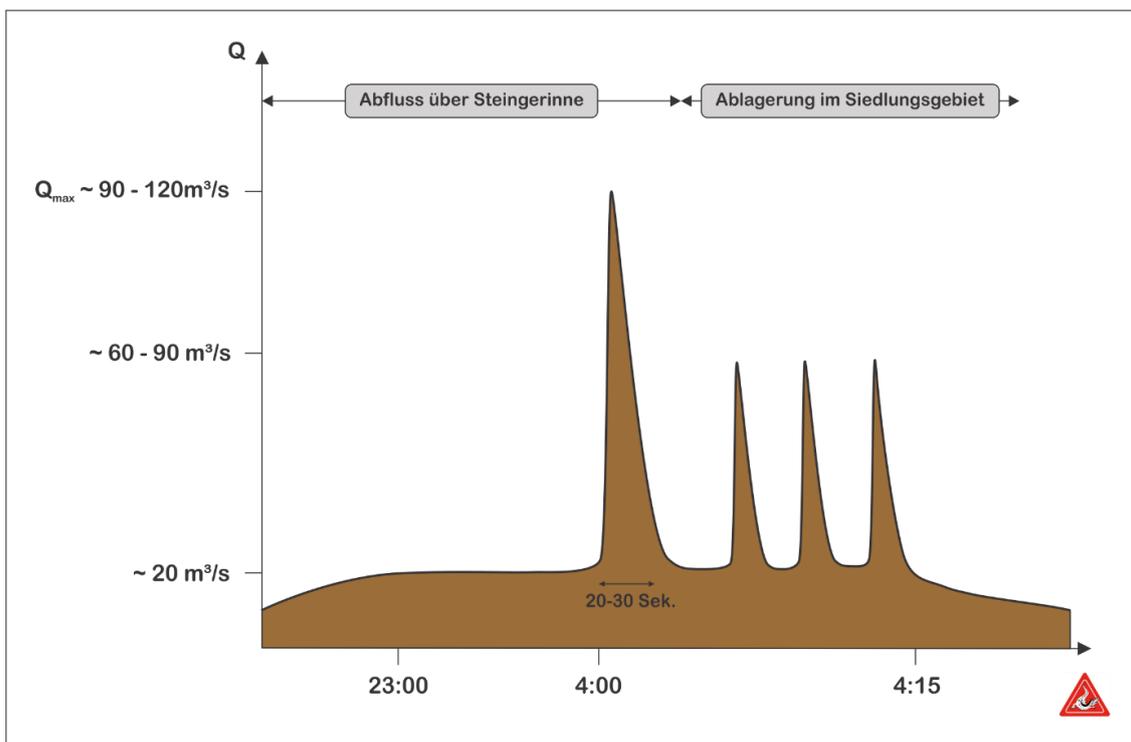


Abbildung 45: Schematische Abflussganglinie Schallerbach bei hm 3,90



Tabelle 6: Abflusskennwerte Schallerbach

Profil	Hekto- meter	Querschnitt [m <sup>2</sup> ]	Fließgeschwindigkeit [m/s]	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]
<b>Unterlaufkүнette inkl. anschließendes Gelände</b>	0,87 – 3,80	15	~ 6 – 8	~ 90 – 120
<b>Bagger</b>	3,90	16	~ 4 – 6	~ 60 – 90

#### 4.1.5 Schäden

Das Ereignis am Schallerbach führte zu Vermurung, Verschotterung und Erosion auf einer Gesamtfläche von etwa 13,5 ha. Insgesamt wurden 70 Gebäude beschädigt und 4 weitere total zerstört. Häuser wurden zum Teil auf die gesamte Höhe des Erdgeschoßes verschottert.

Im Bereich der Infrastruktur wurden zahlreiche Gemeindestraßen und Forstwege stark beschädigt sowie einige Brücken zerstört. Die B 188 Paznaunstraße wurde vorübergehend gesperrt. Viele Stromleitungen und Kanalstränge wurden durch Vermurung und Erosion zerstört.

Zahlreiche Fahrzeuge (PKW, LKW, landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge und Einsatzfahrzeuge) wurden beschädigt bzw. zerstört. Durch austretendes Öl entstanden darüber hinaus auch Umweltschäden.

Abgesehen vom zerstörten linksufrigen Damm der Geschieberückhaltesperre wurde auch das Deckwerk der Ortsregulierung durch mitgeführte Grobblöcke stellenweise aufgebrochen und beschädigt.



Abbildung 46: Erosion im Ortsteil Elis: links: Gemeindestraße oberhalb M-Preis; rechts: Neubau wurde verschoben und verdreht (Quelle: WLV)



Abbildung 47: Vermurung von Keller- und Erdgeschoß im Ortsteil Grieß (Quelle: WLV)



Abbildung 48: Vermurung im Ortsteil Grieß (Quelle: WLV)



Abbildung 49: Vermurung der B 188 Paznaunstraße (links) und der Gemeindestraße bei der Mündung in die Trisanna (rechts) (Quelle: WLV)



#### 4.1.6 Intensität

Die Intensität der Prozesse wird auf Basis der Vorgaben der Ereignisdokumentation des Wildbach- und Lawinenkatasters mit extrem festgelegt. Die Erosionstiefen betragen bis zu 4 m und die Anzahl der beschädigten bzw. zerstörten Häuser ist mit 74 ebenfalls sehr hoch.

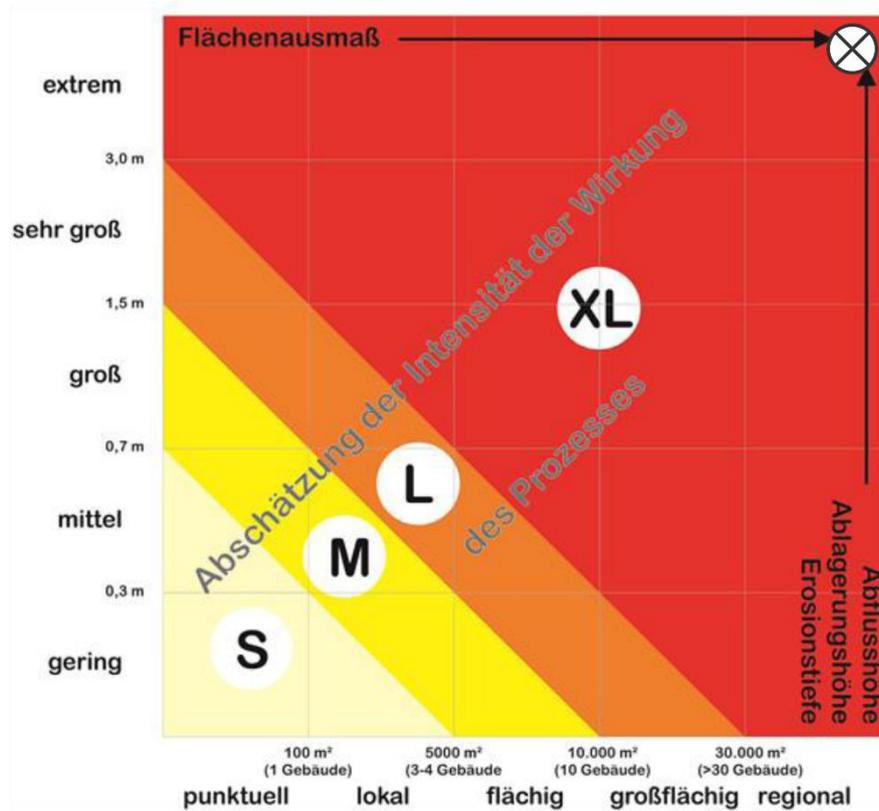


Abbildung 50: Abschätzung der Prozessintensität



#### 4.1.7 Zusammenstellung der Kennwerte

Tabelle 7: Kennwerte des Ereignisses vom 8.6.2015

Kategorie	Wert	MAXO
Geomorphologische Kennwerte		
Fläche Einzugsgebiet	8,31 km <sup>2</sup>	M
Höhenunterschied Einzugsgebiet	1.921 m	M
Pauschalgefälle Gerinne	26 %	M
Meltonzahl (Sammelgebiet)	0,6	M
Ereignis 8.6.2015		
Leitprozess	Murgang	M
Magnitude	Extrem	A
Niederschlagssumme	91,7 mm (24h)	M
Maximale Niederschlagsintensität	< 1 mm/min	M
Frequenz Niederschlag	10 – 30 Jahre	
Auslösedauer Murgang	Mehrere Stunden	A
Geschiebefracht	125.000 m <sup>3</sup>	A
Geschiebeherde	Rutschung im Mittellauf sowie kontinuierliche Seiten- und Tiefenerosion vor allem im Mittellauf.	A
abtragsrelevante Flächen		
Tiefen- und Seitenerosion (hm 6 – 24)	34.000 m <sup>2</sup>	M
Rutschung (hm 11 – 12)	6.000 m <sup>2</sup>	M
ablagerungsrelevante Flächen	80.000 ha	M
Fließgeschwindigkeit Murschub	6 – 8 m/s	A
Abfluss Murschub	90 – 120 m <sup>3</sup> /s	A
Dauer des Murschubs	20 – 30 s	A



#### 4.1.8 Fotodokumentation



Abbildung 51: Links: Beginn der Erosionsstrecke mit teilweiser Umlagerung von hm 22,5 flussabwärts; Rechts: an der Verfärbung des Wassers ist der Beginn der Erosionsstrecke deutlich erkennbar (Quelle: WLW)



Abbildung 52: Links: Beginn von massiver Sohl- und Ufererosion von hm 17,2 flussabwärts (Rot markiert Verlauf des Forstwegs); Rechts: murartige Ablagerungen aufgrund Gerinneaufweitung bei hm 15,1 (Quelle: WLW)



Abbildung 53: Links: instabile seitliche Einhänge als Folge von Unterschneidung durch Sohlerosion im Bereich hm 13,9; Rechts: linksufrige Großrutschung von hm 10,7 bis 12,3; Höhe zwischen 10 und 12 m (Quelle: WLW)



Abbildung 54: Links: Schluchtstrecke mit mehreren aufeinanderfolgenden Wasserfällen zwischen hm 4,9 und hm 7,7; Rechts: Überblick Geschieberückhaltesperre mit Bachverlagerung durch den erodierten Damm (Quelle: WLW)



Abbildung 55: Überblick der Ablagerungen in den Ortsteilen Griß und See-Dorf und den Erosionen oberhalb der B 188 Paznaunstraße (Quelle: WLV)



## 4.2 Seigesbach (Zusammengestellt aus: JENNER, 2015)

### 4.2.1 Allgemeine Beschreibung

Das Einzugsgebiet Seigesbach liegt im Gemeindegebiet Sellrain im Tiroler Bezirk Landeck. Es erstreckt sich über eine Fläche von 4,1 km<sup>2</sup> und mündet orografisch rechtsufrig in die Melach. Die höchste Erhebung im Einzugsgebiet bildet mit 2.577 m das Fotscher Windegg. Bis zur Mündung in die Melach überwindet der Seigesbach auf einer Fließstrecke von 5,3 km rund 1.360 Höhenmeter. Das entspricht einem mittleren Gefälle von ca. 26 %. Die mittlere Neigung am Schwemmkegel beträgt 18 %. Auf seiner Mittellaufstrecke stürzt der Wildbach in Summe über 6 markante Felsstufen hinab, von welchen die unterste mit einer Höhe von etwa 20 m die höchste ist.

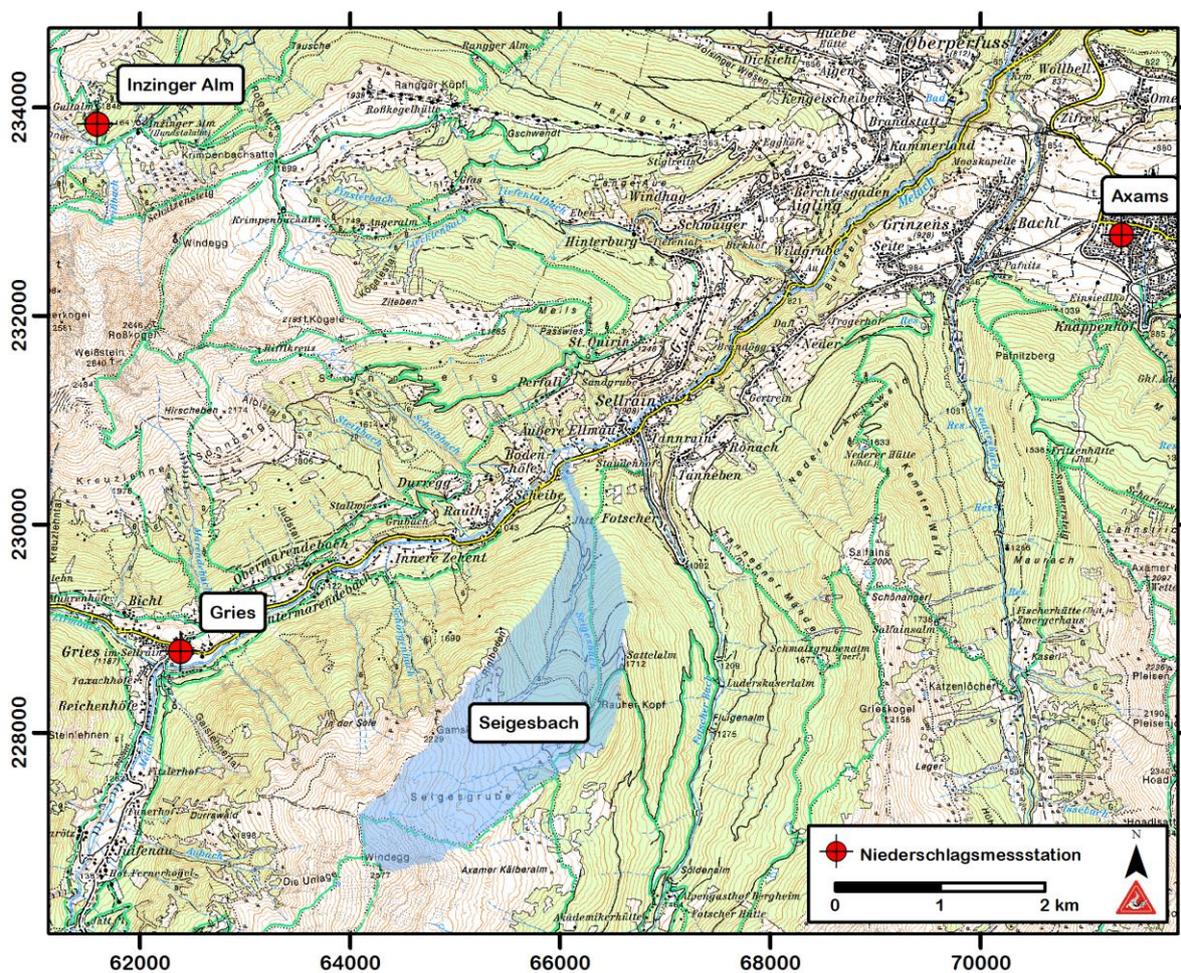


Abbildung 56: Einzugsgebiet Seigesbach im Gemeindegebiet von Sellrain mit der Lage der nächstgelegenen e-Hyd-Niederschlagsmessstationen

Das Hauptgestein im Einzugsgebiet bilden Schiefergneise. Oberhalb der die Grundformation darstellenden paläozoischen Sedimente lagern durch vergleichsweise geringe Erosionstätigkeiten noch erdzeitgeschichtlich gesehen junge Gesteine im Sell-



raintal. Diese Glimmerschiefer bewirken einen markanten Wechsel in der Ausformung des Reliefs. Laut BERGER (1968) treten Gleiterscheinungen in diesem Gebiet regelmäßig auf. Der Gesteinsaufbau im Einzugsgebiet ist durch bänderartige Einlagerungen von Granitgneisen des Altkristallins und Hornblendegesteinen, welche der Gruppe der Orthogneisen entstammen, in die ost-west-orientierte kristalline Schieferung der Paragneise geprägt (BERGER, 1968).

Der Seigesbach befindet sich im kontinentalen Klimabereich der zentralalpiner Täler. Die Hauptniederschläge im Juli/August ergeben sich großteils aus advektiven Niederschlägen und zusätzlich ergiebigen Niederschlägen konvektiven Ursprungs. Das Einzugsgebiet liegt bei allen Wetterlagen hinter den Hauptniederschlagsgebieten. Der mittlere Jahresniederschlag (1907 - 2010) an der Station Gries im Sellrain (#102319, 1.240 m) liegt laut HD (Hydrografischer Dienst) Tirol (2015) bei 925 mm. Sowohl der höchste Tagesniederschlag (70 mm) als auch das Monatsmaximum von 286 mm stammen aus dem Juli 1930.

Das Einzugsgebiet liegt im forstlichen Wuchsgebiet 1.2 Subkontinentale Innenalpen – Westteil. Etwa 47 % der Fläche sind bewaldet, touristische Nutzung durch Schigebiete liegt nicht vor. Im Bereich des Oberlaufs wird das Sammelgebiet landwirtschaftlich als Almfläche bewirtschaftet.

Der Schwemmkegel wird von der L13 Sellraintalstraße, welche die Hauptverkehrsverbindung durch das Sellraintal darstellt, durchschnitten.

#### **4.2.1.1 Neigungsverhältnisse**

Das mittlere Gefälle des gesamten Gerinnelaufes beträgt rund 26 %. Der obere Teil des Oberlaufs besitzt bis etwa hm 47 eine Neigung von 38 %. Daran anschließend bis hm 32 verläuft der Oberlauf mit 24 % deutlich flacher. Ab hm 32 schließt der Mittellauf mit einem durchschnittlichen Gefälle von 27 % an. In diesem Gerinneabschnitt hat sich der Seigesbach teilweise bis über 100 m tief ins Gelände eingeschnitten und verläuft relativ gleichmäßig ohne größere Geländesprünge. Flussabwärts von hm 6 bis hm 3,2 befindet sich die durch 6 aufeinanderfolgende Wasserfälle geprägte Kaskadenstrecke mit einem mittleren Gefälle von 48 %. Daran anschließend befindet sich der Schwemmkegel, welcher ein Gefälle von 14 % aufweist.

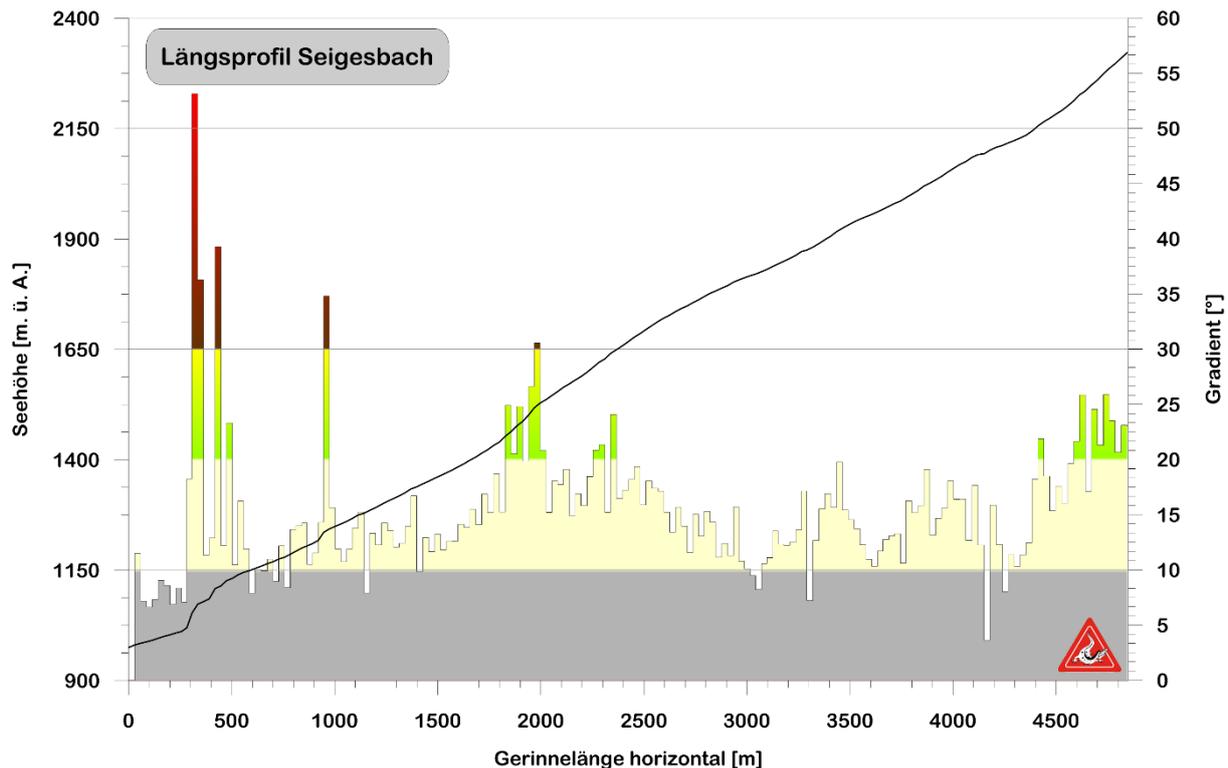


Abbildung 57: Längsprofil Seigesbach

#### 4.2.1.2 Ereignischronik

Tabelle 8: Ereignischronik Seigesbach (JENNER, 2015)

Datum	Ereignis
1885	Murereignis nach starkem Gewitter.
1893	Murereignis nach starkem Gewitter.
1928	Verwüstung von 3 ha Kulturland und Zerstörung eines Hauses durch Ver- mürung.
28.6.2003	Infolge schwerer Regenfälle kommt es zur Verklausung an der Brücke „Lochmure“. 3 Wohnhäuser und der Sportplatz werden evakuiert, die Lan- desstraße gesperrt.
7.6.2015	Murartiger Feststofftransport führt zur Ablagerung von ca. 120.000 m <sup>3</sup> Ge- schiebe auf einer Fläche von . Beschädigung von 18 Gebäuden, 2 Brü- cken und der Landesstraße.

#### 4.2.1.3 Schutzbauten

Der Seigesbach ist ein nahezu unverbauter Wildbach. Nach dem Ereignis im Juni 2003 wurden forstlich-biologische Maßnahmen entlang des Hauptgrabens gesetzt. Die einzig konstruktive Maßnahme neben dieser flächenhaften Waldbewirtschaftung stellt das Einlaufgerinne in die Melach dar.



## 4.2.2 Ereignisbeschreibung

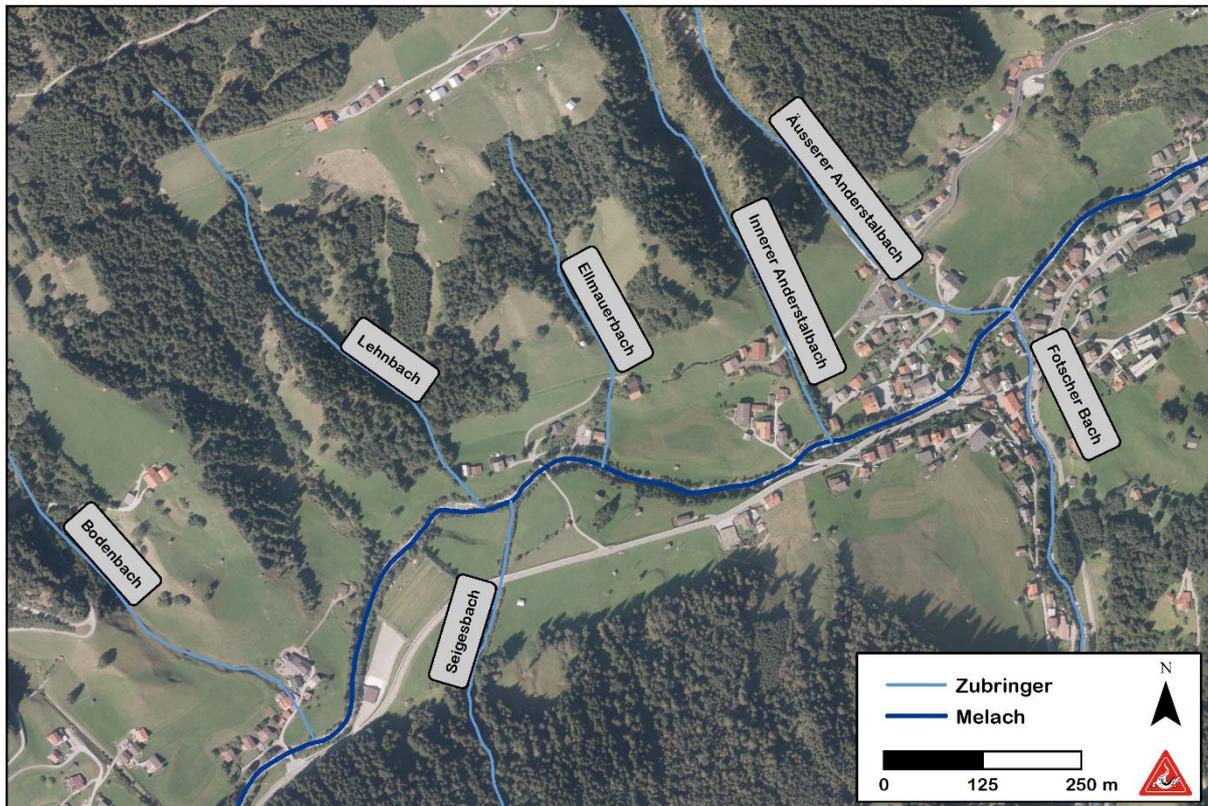


Abbildung 58: Überblickskarte der Zubringer in die Melach im Gemeindegebiet Sellrain (Orthofoto: Land Tirol – data.tirol.gv.at)

Am Abend des 7. Juni 2015 zog ein Unwetter über dem Gemeindegebiet von Sellrain auf. Über den Roskogel schob sich eine bedrohliche, schwarze Wolkendecke. Zwischen 20.30 Uhr und 21.30 Uhr MESZ begann schließlich der Starkregen, teilweise begleitet von Hagelschauern. Durch die bereits wochenlang andauernden, nur zeitweise unterbrochenen Regenfälle der vorangegangenen Wochen und der damit einhergehenden Sättigung der Hänge schien der Seigesbach deutlich stärker anzuspinnen als bei einem durchschnittlichen Gewitterregen. Ab etwa 22.20 Uhr erreichten die Einsatzkräfte die ersten Meldungen von Wassereintritten in Gebäude und kleineren Mureignissen im Siedlungsraum. Beinahe zeitgleich brach der Seigesbach bedrohlich in Form einer murartigen Abflusswelle aus. Anlieger des Bodenbaches westlich des Sportplatzes beobachteten gewaltige Wasserfontänen im Bereich der Brücke „Lochmure“. Nach diesem Murschub rettete sich die Bewohnerin des Hauses am Talgrund orografisch rechts des Ellmauerbachs durch ein Fenster, da das Verlassen des Hauses durch die Tür nicht mehr möglich war und flüchtete zu einem weiter taleinwärts gelegenen Nachbarn. Um 22.45 Uhr erreichte die Leitstelle Tirol die Meldung über die Verschüttung der Landesstraße bei km 11,0 infolge eines



Murabganges. Durch eine zweite große murartige Abflusswelle im Seigesbach gegen 23.00 Uhr wurde das obengenannte Haus im Bereich Mündung Ellmauerbach auf der prozesszugewandten Seite bis auf Höhe des Dachstuhls verschüttet und die Garage des Hofes östlich des Lehnbaches – beides am gegenüberliegenden Ufer der Mündung des Seigesbaches in die Melach – zerstört. Sowohl das Bachbett des Seigesbaches und der Melach, wie auch der angrenzende Talboden wurden dabei auf einer Gesamtlänge von ca. 450 m mit Geschiebe verfüllt was zu Bachverwerfungen beider Gewässer führte. Dadurch kam es zu Überflutungen und starken Erosionsprozessen im Siedlungsraum.

Kurz nach dem Ausbruch des Seigesbaches murte auch der Lehnbach und der Ellmauerbach lagerte Material über die Zufahrtsstraße Richtung Innerer Bremen ab. Die Bewohner zwischen dem Lehn- und dem Ellmauerbach waren eingeschlossen und flüchteten gegen 23.10 Uhr in Richtung des bergwärts gelegenen Waldes. Zu dieser Zeit wurde die Leitstelle Tirol über Bewohner, die im Bereich Unterhaus aufgrund eines Murabganges ihre Häuser nicht mehr verlassen konnten, informiert. Weitere Meldungen wie etwa über Wassereintritte in Keller im Bereich des Äußeren Anderstalbaches, Vermurung der Bodenhöfe mit Materialeintritt in die Gebäude oder Murereignisse im Fotschertal wurden registriert. Aus dem gesamten Gemeindegebiet gingen zusätzlich Meldungen über Erdrutsche, Hangmuren und Ereignissen aus Wildbächen ein (Abbildung 59). Um 23.36 Uhr wurde der Zivilschutzalarm ausgelöst. Erst im Zuge der eingeleiteten Sofortmaßnahmen konnten die Gewässerläufe von Seigesbach und Melach wieder in deren ursprüngliche Lage konzentriert werden.

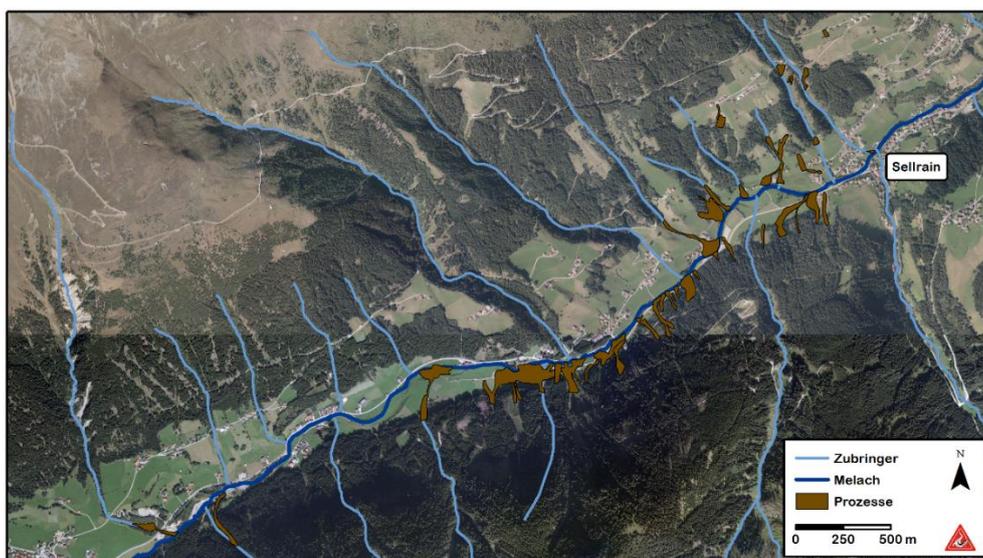


Abbildung 59: Überblickskarte der Hang- und Erosionsprozesse im Sellraintal (Orthofoto: Land Tirol – data.tirol.gv.at)



Abbildung 60: Überblick über das Ablagerungsgebiet vom gegenüberliegenden Hang (Quelle: WLV)

Die Brücke, welche die Höfe Unterhaus mit der Landesstraße verbindet, hat das Ereignis bis auf Ausnahme des Geländers schadlos überstanden. Das Fehlen von größeren Abrasionsspuren weist auf eine rasche Überschotterung hin. Das legt den Schluss nahe, dass der Talboden durch eine große murartige Abflusswelle aus dem Seigesbach verfüllt wurde. Die direkten Auswirkungen des Ereignisses am Seigesbach reichen bis zur Mündung des Inneren Anderstalbaches in die Melach, etwa 450 m flussabwärts der Seigesbachmündung. Die Aufnahmen der Prozessgrenzen dieses Ereignisses entsprechen im Wesentlichen jenen des Gefahrenzonenplans aus dem Jahr 1975.

#### 4.2.3 Niederschlag

(Zusammengestellt aus: ZAMG, 2015b) Nach dem Durchzug zahlreicher Frontensysteme im Mai 2015 baute sich Anfang Juni ein kräftiges Hoch über Mitteleuropa auf mit dem Höhepunkt über Nordtirol am Freitag, 5. Juni. Am Samstag wurde dieses Hoch langsam von einem Tief abgedrängt und eine schwach ausgeprägte Kaltfront zog sich von Dänemark über Deutschland bis nach Frankreich und verlagerte sich langsam Richtung Osten. Ein erster Schub feuchte Luft erreichte Nordtirol und führte zu einer deutlichen Labilisierung der Wetterlage. Ab dem späteren Nachmittag setzten bereits vielerorts Wärmegewitter mit teils außerordentlichen Kurzzeitniederschlägen und kleineren Hagelschauern ein. Analog zum Ereignis am Schallerbach fielen auch die Gewitterzellen im Sellrain sehr intensiv und langlebig aus und wurden durch die relativ schwache Höhenströmung kaum verlagert, was zu lokalen Extremniederschlägen führte. Vor allem am Samstag waren die Gewitter durch rege Blitzaktivität charakterisiert.



#### **4.2.3.1 Vorbelastung**

Wie auch beim Schallerbach muss im Einzugsgebiet des Seigesbaches von einer ungewöhnlich hohen Vorbefeuchtung ausgegangen werden. Der Frühling 2015 zählte im Westen Österreichs zu einem der nassesten der 157-jährigen Messgeschichte. Im Mai wurden an der Messstation des Hydrografischen Dienstes Tirol in Gries 185 mm Niederschlag gemessen, was verglichen mit der Langzeitreihe von 1981 – 2010 einem Plus von 130 % entspricht.

Während der Altschnee bis zu einer Seehöhe von etwa 2.200 m bereits abgeschmolzen war, konnte sich in der kühlen, niederschlagsreichen Phase vom 19. bis zum 24. Mai oberhalb von ca. 1.500 m erneut eine geschlossene Schneedecke ausbilden. Abbildung 61 zeigt den Anstieg des Schneewasseräquivalents in diesem Zeitraum, welcher mit dem ZAMG-Tool Snowgrid ermittelt wurde (OLEFS et al., 2013). Die hohe Zunahme oberhalb von etwa 2.000 m ist durch die noch vorhandene Altschneedecke zu erklären. Nachdem vom 23. auf den 24. Mai die maximale Schneedecke erreicht wurde, begann diese danach wieder zu schmelzen. Am 6. Juni, also direkt vor dem Ereignis, war die Schneedecke wieder vollkommen abgebaut (Abbildung 62).

Abgesehen von der starken Vorbelastung durch die Schneeschmelze und den ohnehin nassen Mai kommt es bereits am Vortag des Ereignisses zwischen 16.00 und 22.00 Uhr MESZ zu gewittrigen Schauern. Laut Ereignisdokumentation der Wildbach- und Lawinenverbauung Tirol (JENNER, 2015) hat es in Sellrain ca. 1 bis 1,5 Stunden stark geregnet. Die Niederschlagsmenge wird unter Einbezug der umliegenden Messstationen und der Aussagen der ortsansässigen Bevölkerung auf 15 – 25 mm geschätzt. Die INCA-Analyse für Samstag ergibt mit einer Niederschlagssumme von 26 bis 42 mm innerhalb von 6 Stunden etwas höhere Werte. Der Niederschlag am 6. Juni fällt lokal sehr unterschiedlich aus. Die Stationen des Hydrografischen Dienstes Tirol (HD) in Gries und im Kühtai zeigen 9,5 mm bzw. 7,8 mm Tagessumme, während in St. Sigmund, zwischen diesen beiden Orten, 41,1 mm registriert wurden. Die INCA-Analyse für den 6. Juni kann als gut bis leicht zu hoch angenommen werden. Eine flächig betrachtete Vorbelastung von 25 bis 30 mm scheint daher plausibel zu sein.

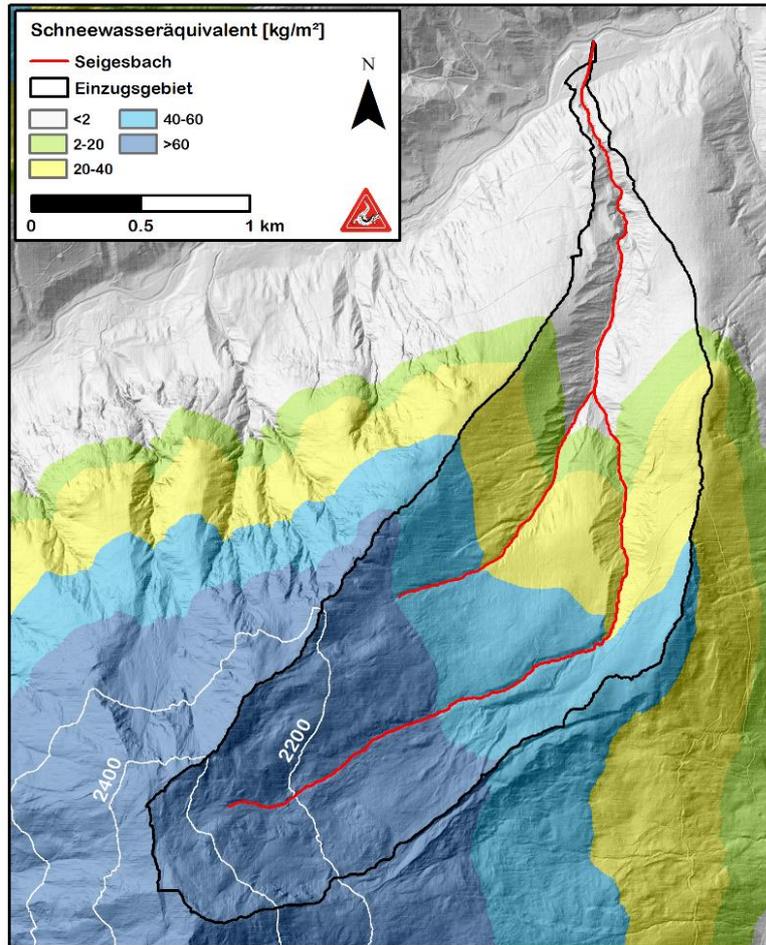


Abbildung 61: Rekonstruierte Zunahme des Schneewasseräquivalents von 19. bis 23. Mai 2015 im Einzugsgebiet des Seigesbaches abgeleitet aus den Daten des ZAMG-Tools Snowgrid (OLEFS et al., 2013)

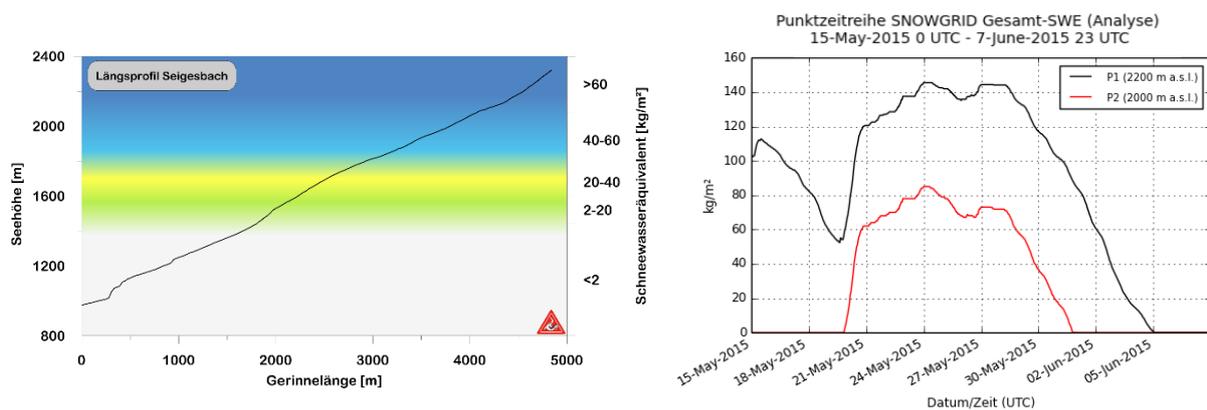


Abbildung 62: Links: Schneewasseräquivalent entlang des Bachverlaufes des Seigesbaches (rote Linie aus Abbildung 61) zum Zeitpunkt des Schneedeckenmaximums am 23. Mai 2015. Rechts: Zeitlicher Verlauf der Schneeschmelze zwischen 15. Mai und 5. Juni 2015 auf ca. 2.000 m und 2.200 m Seehöhe im Einzugsgebiet Seigesbach (ZAMG, 2015b)

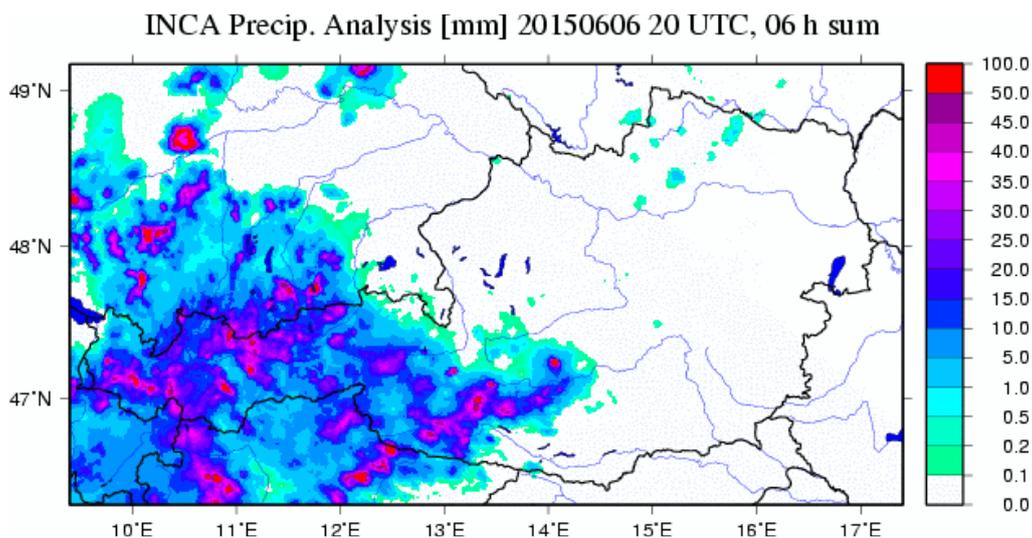


Abbildung 63: INCA-Analysen der 6 stündigen Niederschlagssumme am 6. Juni 2015 von 16.00 bis 22.00 Uhr MESZ (ZAMG, 2015b)

#### **4.2.3.2 Situation in der Nacht vom 7. auf den 8. Juni 2015**

Am Sonntag können sich aufgrund der Abkühlung durch den Niederschlag am Vortag und der hochreichenden Konvektion erst gegen Abend einzelne Gewitterzellen bilden. Durch die Bündelung der großräumig vorhandenen Energie fallen diese allerdings sehr langlebig und intensiv aus und werden durch fehlende Höhenströmung kaum verlagert. Die Schneefallgrenze liegt mit 3.000 m höher als die höchsten Lagen der betroffenen Einzugsgebiete.

Am Sonntag, 7. Juni 2015, begann es um ca. 20.30 Uhr MESZ in Sellrain stark zu regnen. In wenigen Stunden wurden an den Messstationen im Bereich Sellraintal (Abbildung 56) zwischen 42 und 49 mm Niederschlag gemessen (Tabelle 9). Im Stubaital wurden noch 26,1 mm registriert, an allen anderen Wetterstationen wurden weniger als 20 mm oder praktisch gar kein Regen aufgezeichnet. Dies bestätigt die räumliche Isoliertheit der Starkregenereignisse während dieses Niederschlagsereignisses. Laut Augenzeugenberichten (JENNER, 2015) kam es im Bereich Sellrain zwischen 22.00 Uhr und 3:00 Uhr (8.6.2015) wiederholt zu Phasen mit extremen Niederschlag und Hagelschauer. Hagel wurde auch in anderen Orten im Sellrain beobachtet. Der an den Messstationen registrierte Niederschlag dürfte daher zumindest teilweise unterschätzt sein. Über das Ausmaß der Unterschätzung kann allerdings keine Aussage getroffen werden.

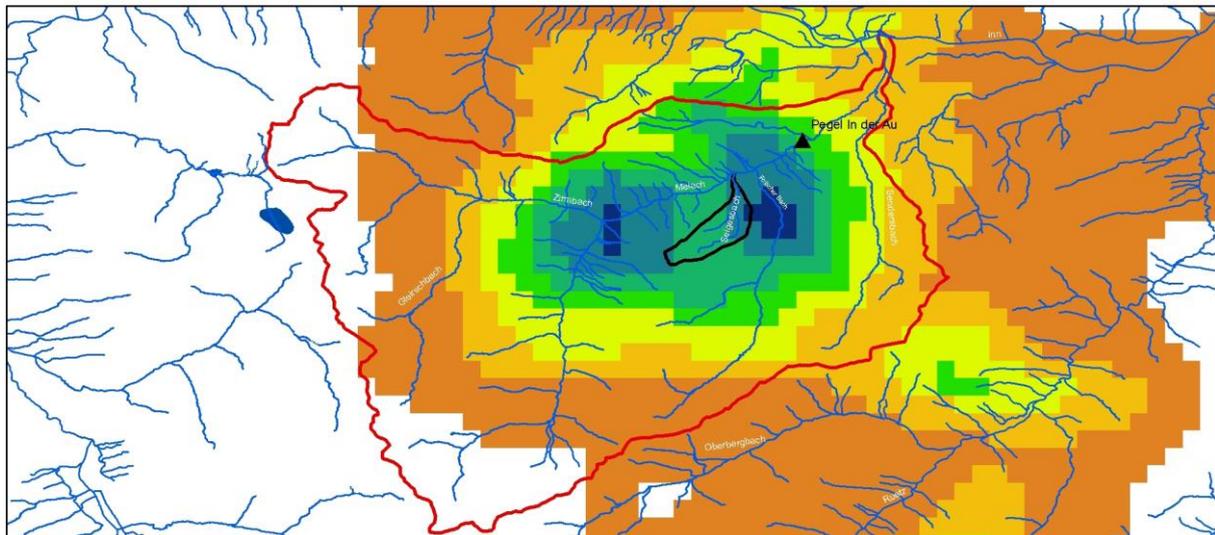


Tabelle 9: Gemessene Niederschlagssummen von 7. Juni 2015, 6:00 UTC, bis 8. Juni 2015, 6:00 UTC, im Bereich Sellraintal (ZAMG, 2015b)

Station	Betreiber	Zeitl. Auflösung	Niederschlag [mm]
<b>Gries</b>	HD Tirol	1 Tag	49,0
<b>St. Sigmund</b>	HD Tirol	15 Minuten	35,5
<b>Inzing</b>	HD Tirol	15 Minuten	44,2
<b>Inzing</b>	Privat	15 Minuten	42,0
<b>Axams</b>	HD Tirol	1 Tag	43,9

Abbildung 64 zeigt die Visualisierung der INCA-Analyse, in der 2 Bereiche mit Niederschlagsmaxima von 131 – 150 mm ersichtlich sind (HD Tirol, 2015). Die Analyse umfasst zwar den Zeitraum von 7. Juni 18:00 UTC bis 8. Juni 6:00 UTC, da es allerdings zwischen 3:00 UTC und 6:00 UTC am 8. Juni weitgehend trocken war, können die Niederschlagsmengen auf eine Dauer von 9 Stunden bezogen werden. Die Bereiche der höchsten Niederschläge befinden sich mit einer Ausdehnung von ca. 3 bzw. 6 km<sup>2</sup> westlich von Sellrain bei Gries, bzw. südöstlich von Sellrain über dem Ausgang des Fotschertales. Beide sind von 20 bis 30 km<sup>2</sup> großen Zonen mit Niederschlagsmengen zwischen 111 bis 130 mm umgeben.

Mit den Niederschlagsmessstationen Axams (43,9 mm) und St. Sigmund (35,5 mm) wird eine gute Übereinstimmung erreicht, die Station in Gries (49 mm) liegt allerdings deutlich unter den mindestens 111 mm der INCA-Analyse. Aufgrund der Auswirkungen des Regenereignisses – Murereignisse im Seigesbach, nicht aber im Fotscherbach, sowie zahlreichen Rutschungen rund um den Ort Sellrain – ist es wahrscheinlich, dass die Lage der tatsächlichen Niederschlagsmaxima am Boden von der in Abbildung 64 gezeigten Lage der INCA-Auswertung, welche oberhalb von etwa 2.000 m liegt, abweicht und sich eher im Bereich des Einzugsgebietes Seigesbach bzw. in der direkten Umgebung von Sellrain befunden hat. Zudem dürfte der INCA-Niederschlag aufgrund von mehrmals aufgetretener Hagelschauer zum Teil deutlich überschätzt worden sein. Eine flächige Niederschlagsmenge von 90 bis 110 mm im Bereich des Einzugsgebietes Seigesbach und in der direkten Umgebung von Sellrain scheint daher plausibel. Punktuell sind dennoch höhere Werte möglich.



INCA-Analyse 07.06.2015 19:00 bis 08.06.2015 07:00



Abbildung 64: Detailausschnitt der INCA-Analyse von 7. Juni 18 UTC bis 8 Juni 06 UTC für die betroffene Region Sellrain mit den Einzugsgebieten der Melach (rot) und des Seigesbaches (schwarz) (HD Tirol, 2015)

#### 4.2.3.3 Jährlichkeit des Niederschlagsereignisses

Ein Starkregenereignis von 90 bis 110 mm innerhalb von 6 Stunden ist bisher noch von keiner der dementsprechend hochaufgelösten Messstationen registriert worden. Betrachtet man den gemessenen Niederschlag der HD Tirol-Station Inzing (44,2 mm innerhalb von 6 Stunden) und vergleicht diesen mit den Bemessungsniederschlägen am eHyd-Gitterpunkt 4949 (BMLFUW, 2016), so ergeben sich Wiederkehrintervalle der Niederschläge von lediglich bis zu 10 Jahren (Abbildung 65). Problematisch ist hierbei, dass es sich bei den betrachteten Niederschlägen um Punktwerte handelt. Wie bereits erwähnt handelte es sich bei den Niederschlagsereignissen im Sellrain um lokal sehr begrenzte Gewitterzellen. Das Stationsnetz ist viel zu dünn für eine flächige Abdeckung solch kleinräumiger Niederschläge und die Wahrscheinlichkeit, dass das Zentrum einer Gewitterzelle genau über einer Messstation liegt, gering. Zieht man die mittels INCA-Analyse ermittelten Niederschlagssummen von 90 bis 110 mm zum Vergleich mit den eHyd-Gitterwerten heran, so ergibt sich für die Dauerstufe 6 Stunden eine Jährlichkeit von 50 – 100 Jahren. Gegenüber der Punktmessung der Messstation Inzing erscheint dieser Wert eher als plausibel.

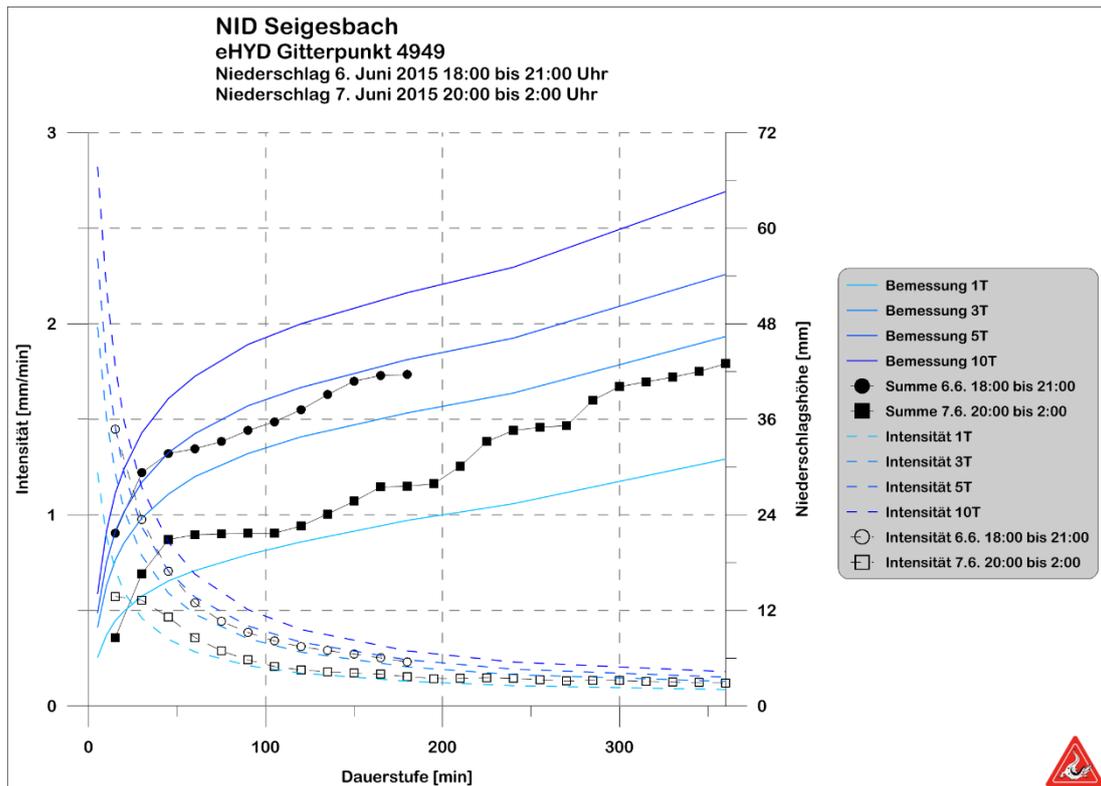


Abbildung 65: Niederschlagsintensitäts-Dauer-Diagramm (Bemessung) des e-Hyd Gitterpunkts 4949 im Vergleich mit den Niederschlägen vom 6. und 7. Juni 2015 an der Messstation Inzing (HZB-Nr. 103036) (Daten: HD Tirol; BML-FUW, 2016)

#### 4.2.4 Feststoffe

(Zusammengestellt aus: ADAMS & LECHNER, 2015)

##### 4.2.4.1 Datenerhebung

In den Tagen nach dem Ereignis am Seigesbach wurden vom Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) mit einem unbemannten Luftfahrzeugs (UAV) Befliegungen des Überflutungsbereichs und des Einzugsgebiet durchgeführt. Ziel war es, hochauflösende Orthofotos und Geländemodelle (DGM) zu generieren, welche als Grundlage zur Auswertung des erodierten und abgelagerten Geschiebes entlang des Bachlaufes dienen sollen. Der Talboden wurde am 9.6.2016 und das Einzugsgebiet am 26.6.2016 befliegen (Abbildung 66). Es wurden dabei insgesamt rund 5.000 Einzelfotos gemacht. Um die daraus erstellten Orthofotos und Geländemodelle georeferenzieren zu können, wurden vor der Befliegung 30 terrestrische Referenzpunkte ausgelegt. Die erzielte Auflösung der Orthofotos beträgt zwischen 2 cm im Talbereich und 10 cm im Einzugsbereich. Bei



den Geländemodellen wurden Genauigkeiten von 10 cm (Talboden) bzw. 30 cm (Einzugsgebiet) erreicht (Tabelle 10).

Als Referenz für die Berechnungen dient das zur Zeit der Analyse aktuellste Geländemodell des Amtes der Tiroler Landesregierung aus dem Jahr 2013 (Talboden) bzw. 2009 (Einzugsgebiet).

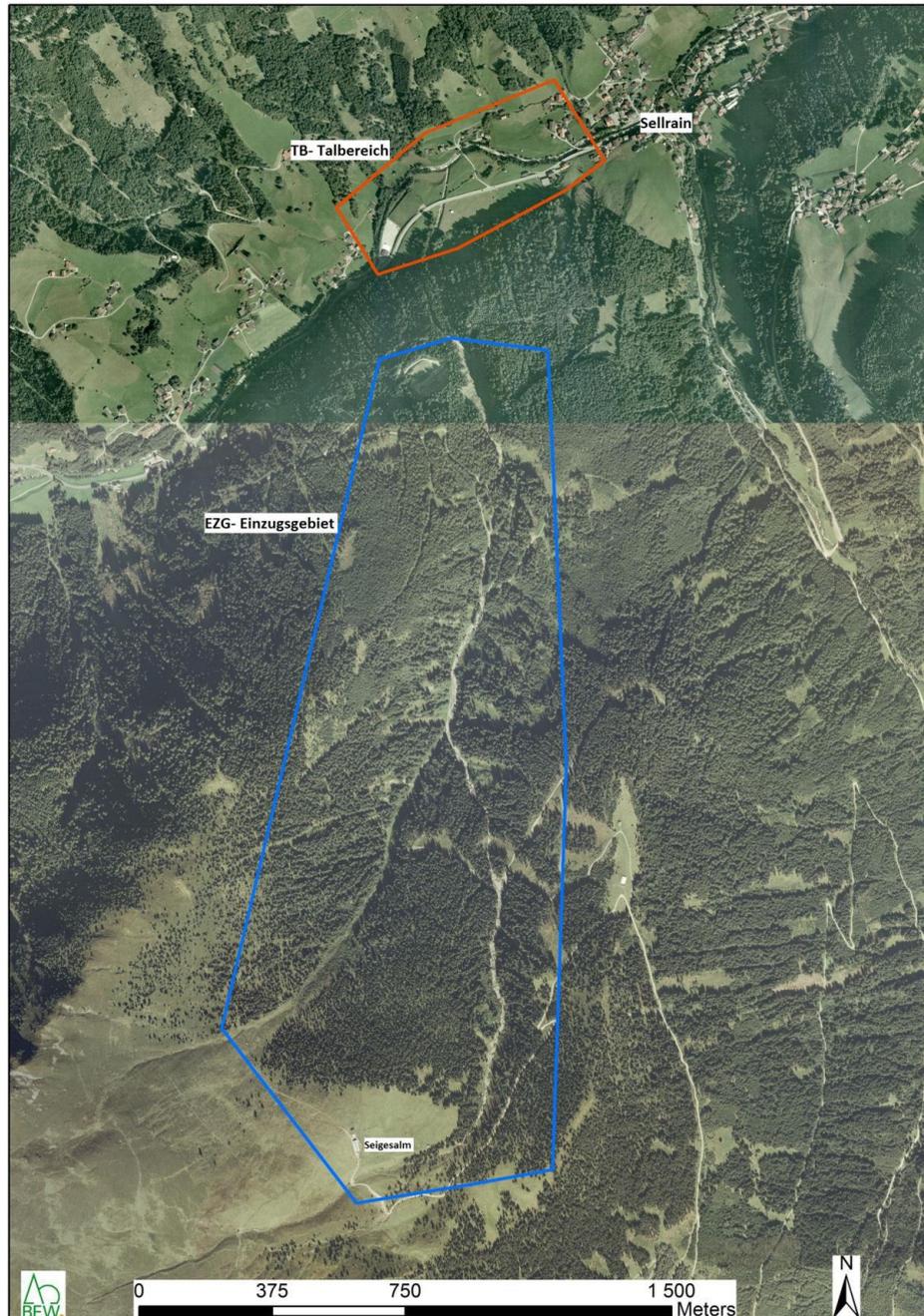


Abbildung 66: Übersicht der Untersuchungsgebiete Talboden (orange) und Einzugsgebiet (blau) (ADAMS & LECHNER, 2015)

Bei der Auswertung muss einerseits berücksichtigt werden, dass in der Zwischenzeit des Ereignisses und der Befliegung Material durch die Einsatzkräfte im Zuge der Aufräumarbeiten sowie durch die Melach abtransportiert bzw. umgelagert wurde. Wei-



ters muss bedacht werden, dass das aktuellste Höhenmodell im Einzugsgebiet aus dem Jahre 2009 stammt. Die errechneten Massenverlagerungen (speziell die Erosion) entsprechen also jenen im Zeitraum von 2009 bis 2015 und können nicht zur Gänze dem Ereignis vom 7. Juni zugeschrieben werden.

Tabelle 10: Überblick der Befliegungen am Seigesbach (ADAMS & LECHNER, 2015)

Untersuchungsgebiet (entspr. Abbildung 66)	Anzahl Einzel- fotos	Terrestrische Referenzpunkte	Auflösung Orthofoto [cm]	Auflösung Geländemodell [cm]
<b>Talbereich</b>	998	10	2	10
<b>Einzugsgebiet</b>	3993	20	10	30

#### 4.2.4.2 *Geschiebemobilisierung*

Die hohe Vorbefeuchtung der Hänge im Mittellauf durch die anhaltenden Regenschauer und die einsetzende Schneeschmelze im Vorfeld des Ereignisses lassen den Schluss zu, dass bereits am Vorabend während eines Gewitters Material im Bachbett zwischendeponiert wurde und teilweise zu Verklausungen führte. Im Zuge der Niederschläge am 7. Juni trafen extreme Gerinne- und Oberflächenabflüsse aufeinander, welche vorhandene Verklausungen lösten, Zwischendeponien räumten und neues Geschiebe mobilisierten (JENNER, 2015).

Der Großteil des im Talboden abgelagerten Geschiebes wurde im Mittellauf des Seigesbaches zwischen hm 32 und hm 6 sowie im Kälberalmbach (linksufriger Zubringer bei hm 18,3) auf einer Gesamtfläche von annähernd 16 ha mobilisiert (Abbildung 67). Entlang des ohnehin tief eingeschnittenen Bachlaufes kam es zu bis zu einigen Metern tiefer Sohlerosion und Seitenerosion, wodurch der Hangfuß unterschritten und somit destabilisiert wurde. Nachböschungsvorgänge waren die Folge. Zudem kam es aufgrund zahlreicher Hangwasseraustritte entlang der Bachböschungen zu Hangrutschungen, welche ebenfalls als Geschiebeherde dienten. Die Summe des im Mittellauf erodierten Materials beträgt laut Massenbilanzanalyse des BFW ca. 260.000 m<sup>3</sup>. Zu beachten gilt, dass dies der Erosion seit der letzten amtlichen Befliegung im Jahr 2009 entspricht.

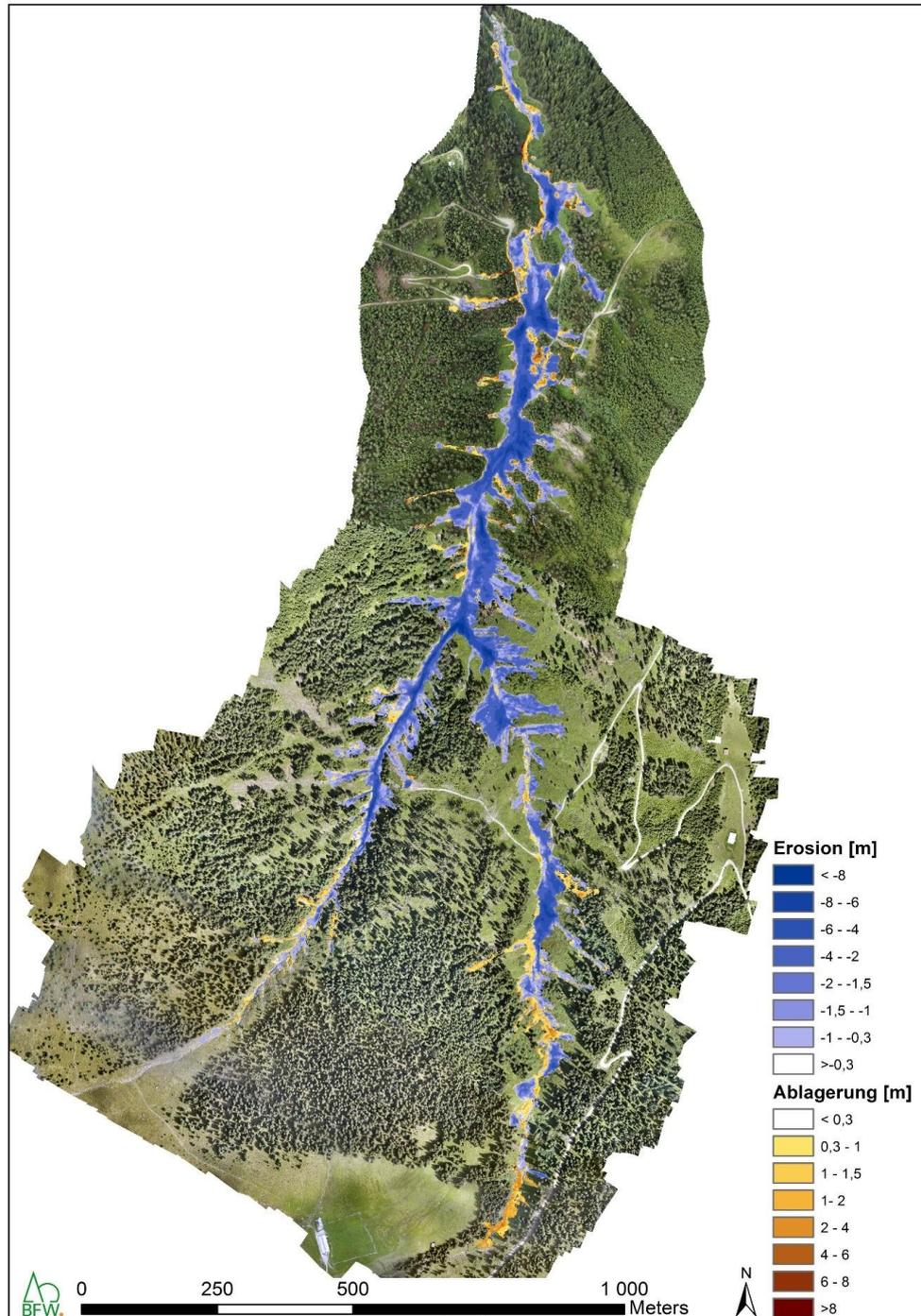


Abbildung 67: Erosionsbereiche im Kälberalmbach und im Mittellauf des Seigesbaches (ADAMS & LECHNER, 2015)

Ein kleinerer Teil (ca. 10.000 m<sup>3</sup>) wurde zusätzlich am Schwemmkegel aus dem Bereich flussaufwärts der Brücke „Lochmure“ erodiert. Das dort befindliche Einlaufgerinne in die Melach wurde dabei gänzlich zerstört.



Tabelle 11: Mit Hilfe von UAV-Befliegung ermittelte Massenbilanz des Ereignisses am Seigesbach (ADAMS & LECHNER, 2015)

	Erosion [m <sup>3</sup> ]	Ablagerung [m <sup>3</sup> ]
<b>Einzugsgebiet</b>	265.000 (± 42.000)	45.000 (± 13.000)
<b>Talbereich</b>	10.000 (± 2.000)	120.000 (± 5.000)
<b>Summe [m<sup>3</sup>]</b>	275.000	165.000



Abbildung 68: Durch Sohlerosion wurden die Böschungen im Mittellauf destabilisiert, Nachböschungsvorgänge und somit Geschiebeeintrag in den Seigesbach waren die Folge (Quelle: WLV)

Die Diskrepanz der Erosions- und Ablagerungssummen der Massenbilanz hat zwei Gründe: Einerseits wurde zum Zeitpunkt der Befliegung durch das BFW ein Teil des abgelagerten Materials schon durch die Einsatzkräfte wegbefördert bzw. durch die Melach weitertransportiert. Das betrifft allerdings nur einen vergleichsweise kleinen Anteil. Die relativ lange Zeitspanne, die zwischen den beiden Befliegungen (2009 und 2015) liegt, ist Grund für die großen Unterschiede zwischen Erosion und Ablagerung. Während das abgelagerte Volumen relativ genau bestimmbar und dem Ereignis zuordenbar ist, da sich die Geländehöhen im Talbereich über die Jahre nicht in großem Maße ändern, kann die errechnete Erosion nicht alleinig dem Ereignis vom 7. Juni 2015 zugerechnet werden. In den 6 Jahren zwischen den Befliegungen wurde bei kleineren Ereignissen Material erodiert und vom Vorfluter weiterverfrachtet. Dieses Volumen zählt zwar zur berechneten Erosion, es wurde allerdings nicht am Schwemmkegel abgelagert und scheint somit auf dieser Seite nicht in der Massenbilanz auf.

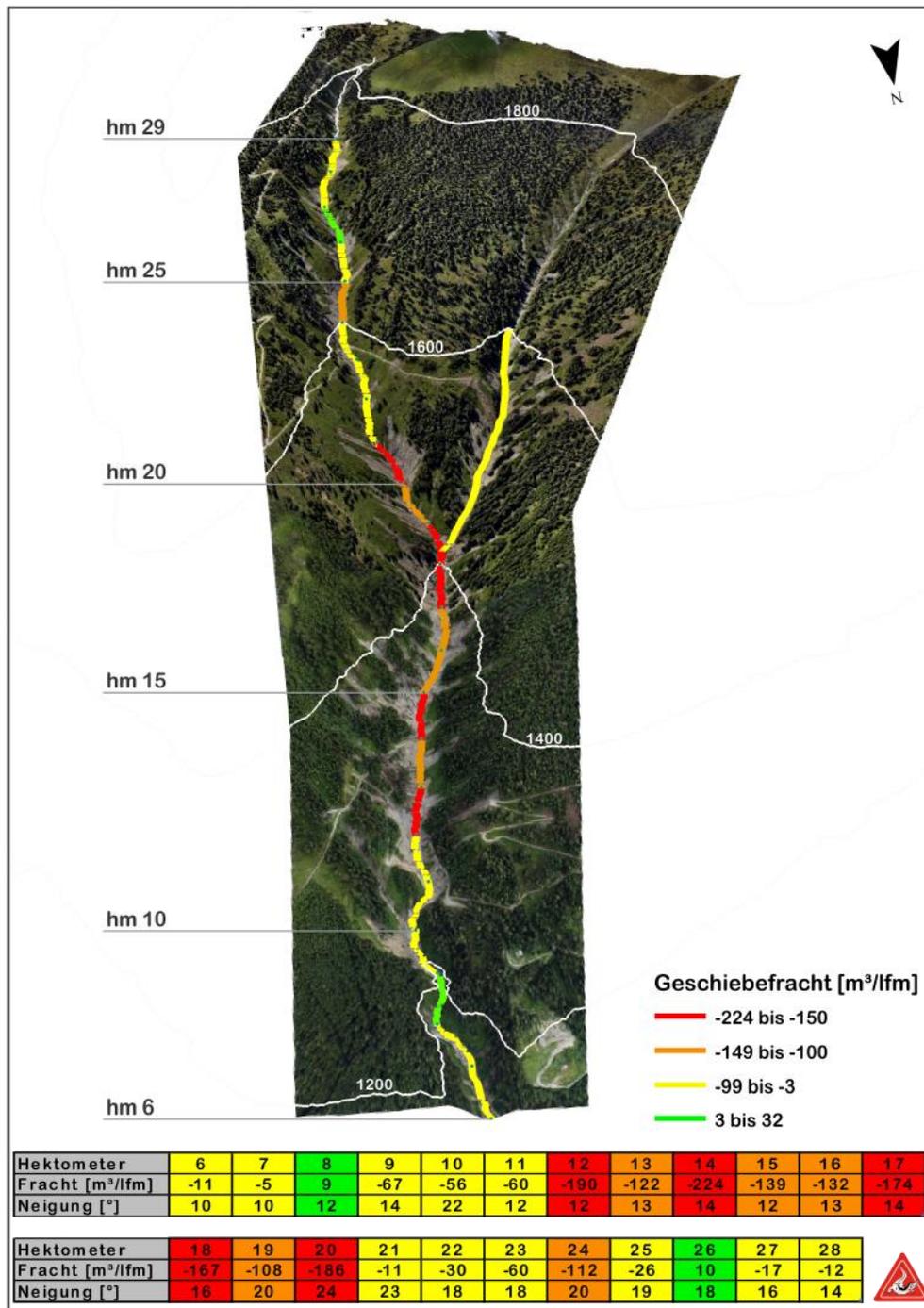


Abbildung 69: Mittellauf des Seigesbaches unterteilt in Erosion und Ablagerung je Hektometer (Erosion in gelb, orange und rot; Ablagerung in grün). Es handelt sich um Durchschnittswerte, welche sich aus der Differenz von Ablagerung und Erosion je Hektometer ergeben

#### 4.2.4.3 Geschiebeablagerung und Überflutungsflächen

Zur Ablagerung von Geschiebe kam es hauptsächlich am Schwemmkegel nördlich der L13 Sellraintalstraße. Aber auch im Mittellauf, noch oberhalb der letzten Geländestufe, wurden rund 45.000 m³ Material abgelagert. Am Schwemmkegel beträgt die



Höhe der Verschotterung bis zu 8 m. Bei diesen Extremwerten ist zu beachten, dass diese durch das Auffüllen des ursprünglichen Bachbetts der Melach entstanden. Die maximalen Ablagerungshöhen auf den Grünflächen fallen in die Größenklasse 4 – 6 m. Durch die Ablagerung im Gerinnebett des Vorfluters wurde dieser im Bereich der Mündung des Seigesbaches nach Norden abgedrängt. Durch den verworfenen Bachverlauf der Melach traten im Mündungsbereich des Seigesbaches Erosionstiefen im Meterbereich auf.

Die Ablagerungsfläche reicht etwa 400 m flussabwärts bis zur Mündung des Inneren Anderstalbaches. In Summe kam es am Schwemmkegel auf einer Fläche von rund 7,5 ha zur Ablagerung von ca. 120.000 m<sup>3</sup> und zur Erosion von schätzungsweise 10.000 m<sup>3</sup> Material (Tabelle 11).

Zusätzlich kam es durch die Sättigung des Bodens zu zahlreichen Erdrutschen und Hangmuren in der Umgebung des Schwemmkegels.

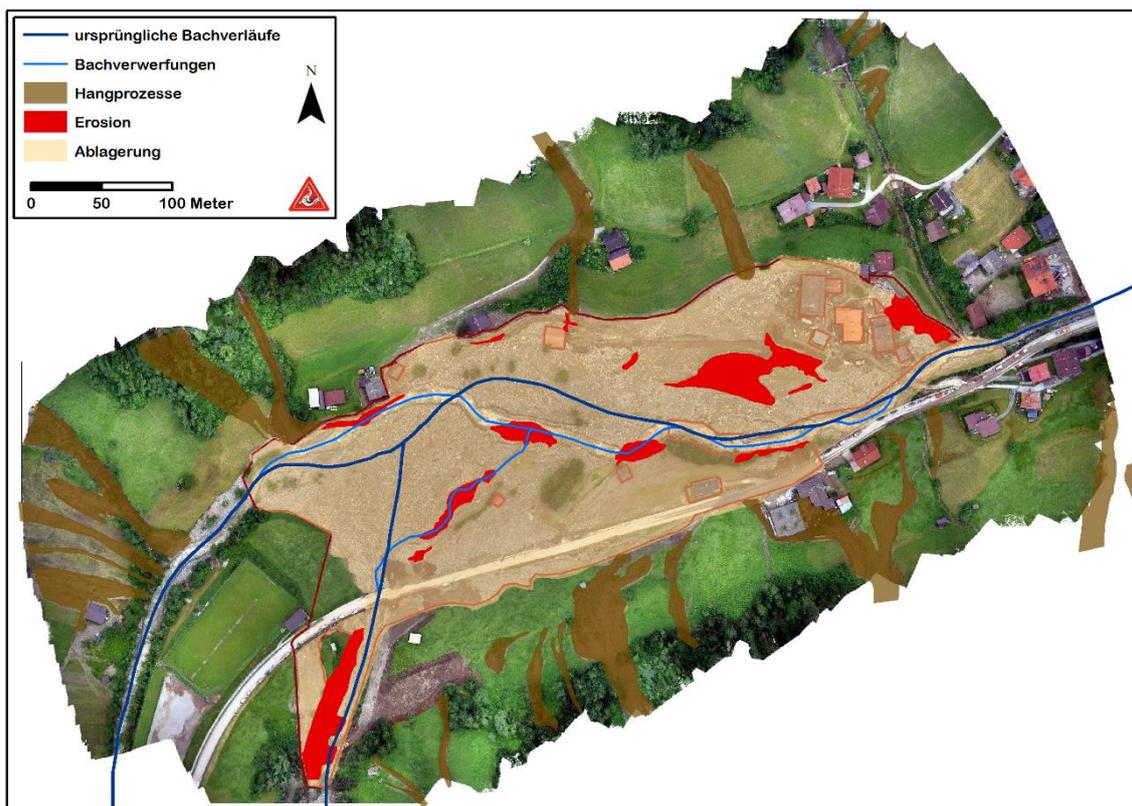


Abbildung 70: Übersicht Schwemmkegel mit Ablagerungs- und Erosionsflächen (Orthofoto: ADAMS & LECHNER, 2015)



#### 4.2.4.4 Geschiebefrachtdiagramm

Im Geschiebefrachtdiagramm ist ersichtlich, dass sich keine Geschieberückhalte-  
maßnahmen entlang des Gerinneverlaufes befinden und nahezu das gesamte ero-  
dierte Material im Mündungsbereich abgelagert wurde.

Die Erosionsstrecke im Seigesbach beginnt unterhalb der Seigesalm etwa bei hm 28. Die überdurchschnittlich hohe Erosionsrate bei hm 18 kommt durch den Eintrag des Kälberalbaches zustande. Der Anteil dieses orografisch linksufrigen Zubringers beträgt dabei rund 42.000 m<sup>3</sup> Erosion und etwa 7.000 m<sup>3</sup> Ablagerung.

Außerordentlich große Rutschungen traten entlang des Bachlaufes nicht auf. Es kam zu relativ gleichmäßigem Materialeintrag durch Seiten- und Sohlerosion entlang des Mittellaufes.

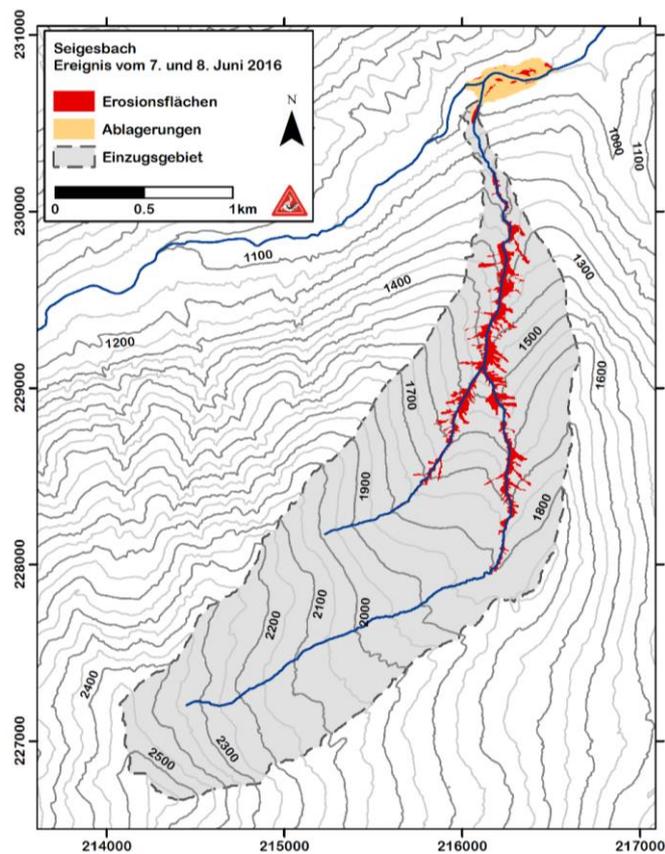


Abbildung 71: Übersicht über Sammelgebiet, Ablagerungs- und Erosionsflächen beim Ereignis am Seigesbach

Insgesamt kam es im Zuge des Ereignisses zur Erosion von 275.000 m<sup>3</sup> und zur Ablagerung von 165.000 m<sup>3</sup> Material. Die Differenz der beiden Werte (110.000 m<sup>3</sup>) ergibt den von der Melach weiterverfrachteten Anteil des Geschiebes im Zeitraum zwischen der Referenzbefliegung 2009 bis zum Datum der Drohnenbefliegung nach dem Ereignis.

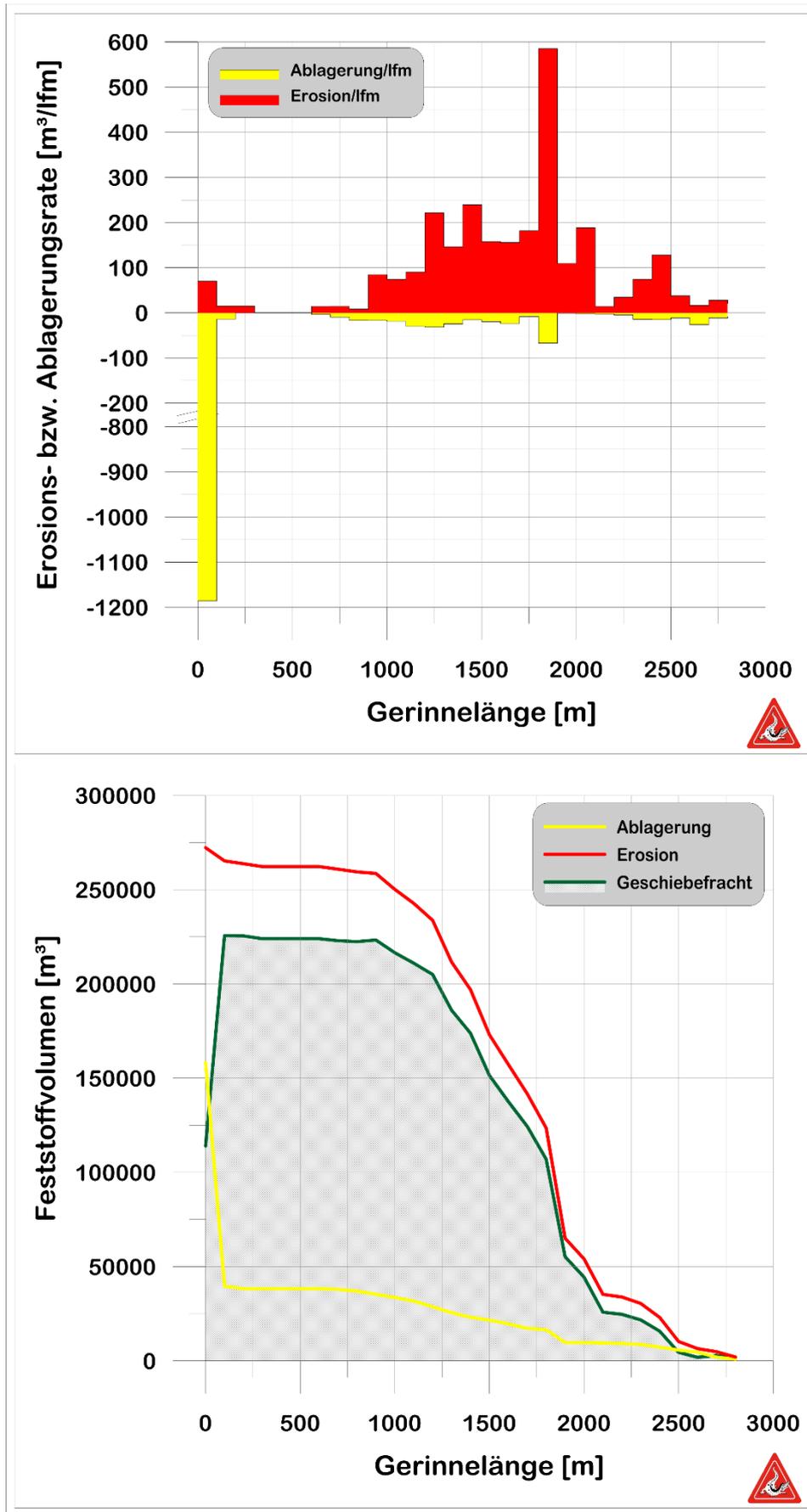


Abbildung 72: Geschiebefrachtdiagramm für das Ereignis Seigesbach



#### 4.2.4.5 Abstrahiertes Gerinnesystem

Wie schon beim Schallerbach beschrieben, wurde auch für den Seigesbach ein abstrahiertes Gerinnesystem (AGS) erstellt, welches der schematischen Darstellung der ablaufenden Prozesse im Einzugsgebiet dient. In Abbildung 73 ist das abstrahierte Gerinnesystem für den Seigesbach und das Prozessrouting des Ereignisses vom 7. Juni dargestellt.

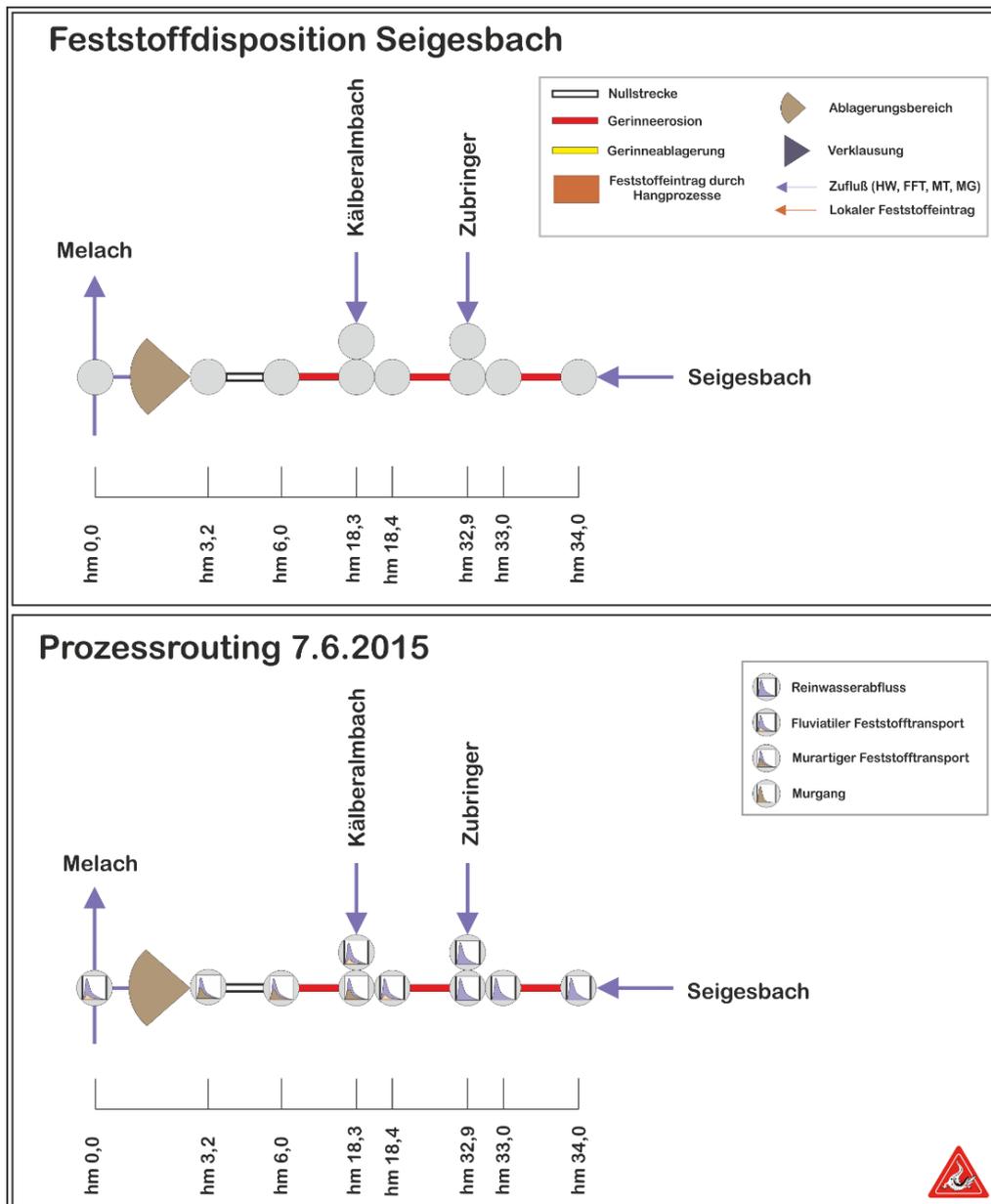


Abbildung 73: Abstrahiertes Gerinnesystem Seigesbach



#### 4.2.5 Schäden

Durch das Ereignis am Seigesbach wurde 1 Wohngebäude bis zum Dachstuhl verschottert und zerstört sowie 6 weitere beschädigt. Weiters wurden 5 Nebengebäude oder Garagen sowie 6 land- und forstwirtschaftliche Wirtschafts-, Lager- und sonstige Gebäude beschädigt bzw. zerstört. Einige Kraftfahrzeuge wurden verschottert oder durch einstürzende Garagen beschädigt oder zerstört.

Die Gemeindestraße einschließlich zweier Brücken wurden auf rund 130 m beschädigt und auf eine Länge von 280 m total zerstört. Die L13 Sellrinalstraße samt der Brücke „Lochmure“ wurde auf 400 m beschädigt bzw. unterbrochen. Das Leitwerk des Seigesbaches wurde auf der orografisch rechten Seite gänzlich zerstört.

Im Gemeindegebiet von Sellrain kam es zu zahlreichen Hangrutschen bzw. –muren. Insgesamt wurden etwa 4 ha Grün- und Weideland vermurt. Einige Stücke Nutzvieh konnten nicht gerettet werden. Personenschäden sind nicht zu beklagen.



Abbildung 74: Bis zum Dachstuhl verschottertes Haus im Mündungsbereich des Ellmauerbachs durch die Prozessaktivität am Seigesbach (Quelle: WLW)



Abbildung 75: Links: durch Vermurung beschädigtes Nebengebäude; Rechts stark beschädigte Landesstraßenbrücke „Lochmure“ (Quelle: WLW)



Abbildung 76: Links: Vermurtes Grünland im Mündungsbereich des Seigesbaches in die Melach mit zerstörter Garage des Hofes am gegenüberliegenden Ufer; Rechts: von den Ablagerungen beschädigtes Auto im Bereich Unterhaus (Quelle: WLV)

### 4.2.6 Intensität

Die Intensität der Prozesse wird auf Basis der Vorgaben der Ereignisdokumentation des Wildbach- und Lawinenkatasters mit extrem festgelegt. Die Erosionstiefen betragen bis zu 4 m, die Ablagerungshöhen laut Endbericht der UAV-Befliegung durch das BFW bis zu 8 m. Insgesamt waren 18 Gebäude betroffen.

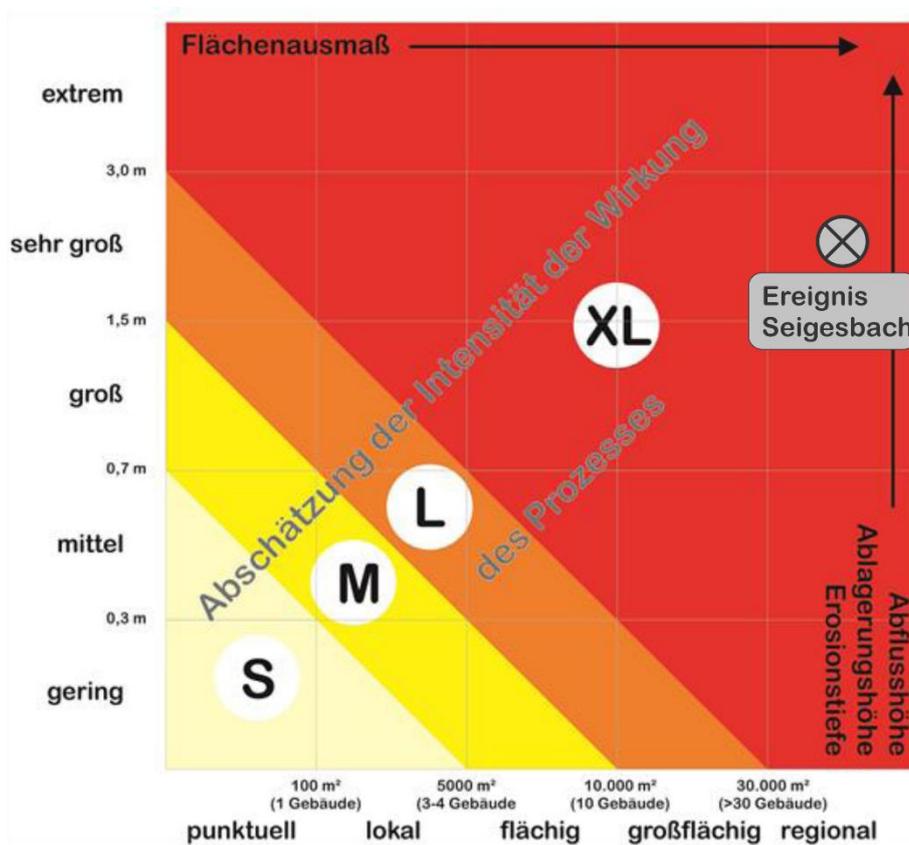


Abbildung 77: Abschätzung der Prozessintensität



#### 4.2.7 Zusammenstellung der Kennwerte

Tabelle 12: Kennwerte des Ereignisses vom 7.6.2015

Kategorie	Wert	MAXO
Geomorphologische Kennwerte		
Fläche Einzugsgebiet	4,1 km <sup>2</sup>	M
Höhenunterschied Einzugsgebiet	1.609 m	M
Pauschalgefälle Gerinne	26 %	M
Meltonzahl (Sammelgebiet)	0,74	M
Ereignis 7.6.2015		
Leitprozess	Murartiger Feststofftransport	M
Magnitude	Extrem	A
Niederschlagssumme	90 – 110 mm (6h)	M
Maximale Niederschlagsintensität	< 1 mm/min	M
Frequenz Niederschlag	50 - 100 Jahre	
Auslösedauer Murgang	Mehrere Stunden	A
Geschiebefracht	165.000 m <sup>3</sup>	M
Geschiebeherde	Kontinuierliche Seiten- und Tiefenerosion sowie zahlreiche Hangrutschungen im Mittellauf.	A
abtragsrelevante Flächen		
Mittellauf (hm 6 – hm 32)	16 ha	M
Schwemmkegel	0,65 ha	M
ablagerungsrelevante Flächen		
Schwemmkegel	7,5 ha	M
Ereignisdauer	2 Stunden	M



## 4.2.8 Fotodokumentation



Abbildung 78: Nachböschungsvorgänge im Mittellauf (Quelle: WLV)



Abbildung 79: Links: Anschlagmarken des Ereignisabflusses (rote Linie) im Vergleich mit dem Normalabfluss; Rechts: durch Erosionsvorgänge zerstörte Forststraße (Quelle: WLV)



Abbildung 80: Links: Ende der Schluchtstrecke mit deutlich erkennbaren Anschlagmarken; Rechts: das Einlaufgerinne unterhalb der Schluchtstrecke wurde total zerstört (Quelle: WLV)



Abbildung 81: Im Talbereich kam es durch die starke Durchnässung des Bodens zu zahlreichen Hangrutschungen (Quelle: WLV)



Abbildung 82: Links: Ablagerung und Anschlagmarken an einem Wohnhaus; Rechts: hohe Ablagerungen und durch die Fluten teilweise weggerissenes Nebengebäude führten zu starker Beschädigung des Sägewerkes (Quelle: WLV)



Abbildung 83: Links: durch Überschotterung zerstörtes Nebengebäude; Rechts: durch die Ablagerung des Seigesbaches wurde die Melach orografisch nach links verdrängt, wodurch die linksufrige Böschung bis nahe zur Hauswand erodiert wurde (Quelle: WLV)



### 4.3 Gallenzerkogelmure (Zusammengestellt aus: KIENBERGER, 2015)

**4.3.1 Allgemeine Beschreibung** Der Gallenzerkogel befindet sich in der Gemeinde Hollenstein an der Ybbs in der KG Großhollenstein am orografisch linken Ufer des Hammerbaches (Abbildung 84). Dieser ist 782 m hoch und größtenteils mit Nadelbäumen bestockt. Das Einzugsgebiet der Gallenzerkogelmure (ca. 0,10 km<sup>2</sup>) liegt an dessen östlicher Seite und weist eine durchschnittliche Neigung zwischen 20° und 45° auf.

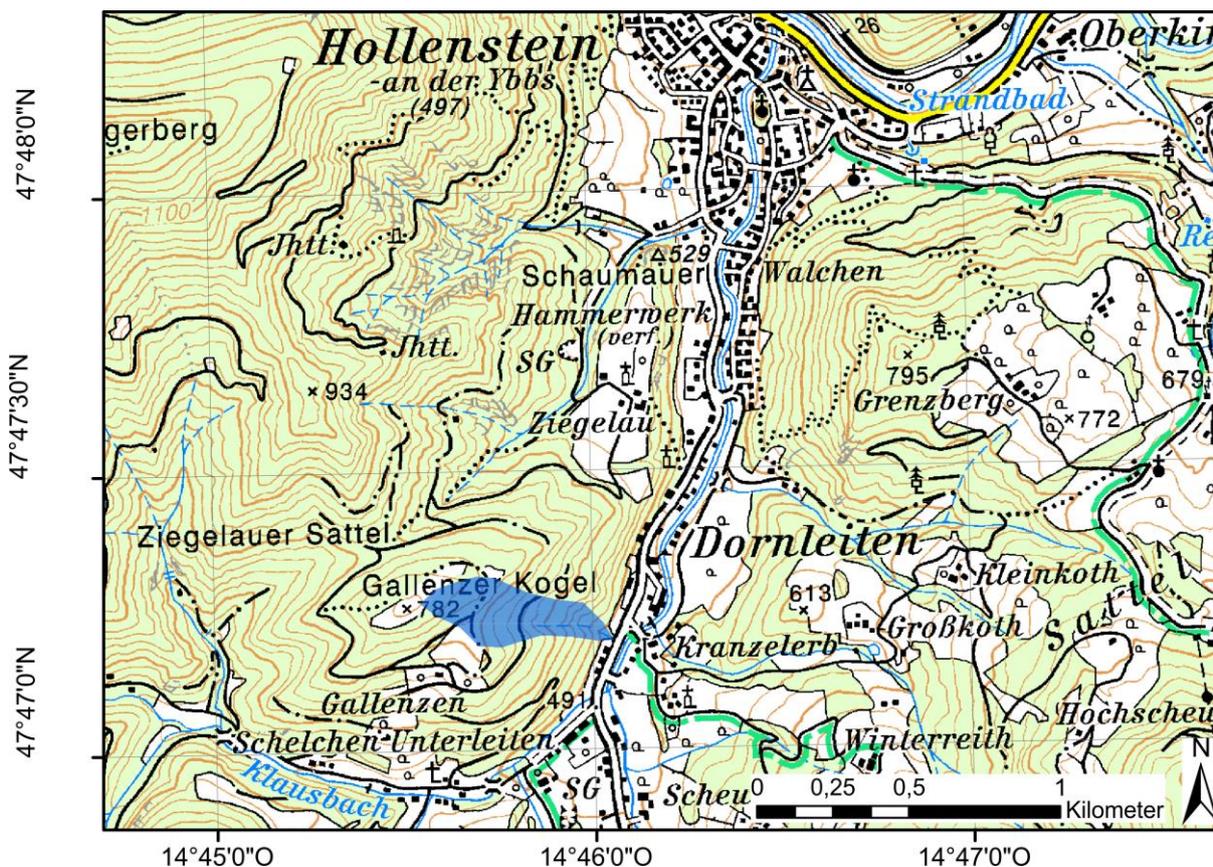


Abbildung 84: Gallenzerkogelmure, OEK

In diesem Einzugsgebiet befindet sich zwischen 600 m und 700 m Höhe eine Paläorutschung, welche bei entsprechenden Niederschlagsereignissen als Nährboden/Anrissgebiet für etwaige Muren fungiert. Die Murrinne weist eine Länge von etwa 400 m (horizontal) auf und überwindet bis zum Vorfluter etwa 160 Höhenmeter. Die Paläorutschung befindet sich in den Nördlichen Kalkalpen und liegt stratigraphisch in den Opponitzer Schichten. Diese bestehen an der gegenständlichen Lokalität aus kantigen, eckigen Steinen und Kies mit Blöcken in einer schluffigen, tonigen, sandigen Matrix, wobei die Komponenten aus Kalk, Mergel, Dolomit, Brekzie und Rauh- wacke bestehen.



Die Paläorutschung weist folgende Spezifika auf (SCHWEIGL, 2014):

- Inaktive bis sehr wenig aktive Bereiche: ca. 82.500 m<sup>3</sup> auf ca. 11.000 m<sup>2</sup>
- Aktive Bereiche: ca. 20.500 m<sup>3</sup> auf ca. 4.000 m<sup>2</sup>
- Hochaktive Kubatur: ca. 2.500 m<sup>3</sup>
- Mögliche Abgangsmenge bei extremen Niederschlagsereignissen: ca. 6.900 m<sup>3</sup>

#### 4.3.1.1 Ereignischronik

Dem Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung sind folgende Ereignisse bekannt:

- 7.8.1899: Murereignis, welches in etwa dem in der aktuellen Gefahrenzonenkarte unterstellten Bemessungsereignis (ca. 7.500 m<sup>3</sup> Murfracht) entspricht. Nachfolgend ein Auszug aus dem Buch "Die Ybbs - Ein Fluss macht Geschichte" (WIESBAUER, 2015):

*Die Holzwarenfabrik Alfred Paul war überschwemmt und in arger Hochwassernot. Ein gefährlicher Seitengraben oberhalb brachte zum Überfluß einen riesigen Murgang mit tischgroßen Steinen und Felsbrocken zu Tal, welcher das Bachbett vermurte. Die Fluten überschwemmten nun die angrenzende Binderwerkstätte ‚Lackerbauer‘ des Karl Bauer, großen Schaden anrichtend. Noch ärger war es*

- 16.05.2014: Murereignis mit ca. 2.000 m<sup>3</sup> Murfracht. Dabei wurde die zwischen Schwemmkegel und Vorfluter situierte Landesstraße auf einer Länge von knapp 100 m verwüstet und bis zu 3 m hoch mit Geröll, Schlamm und Wildholz beaufschlagt. Des Weiteren wurde das orografisch rechte Anwesen seitlich des Schwemmkegels in Mitleidenschaft gezogen.
- 10.01.2015: Murereignis mit ca. 300 m<sup>3</sup> Murfracht, welche in einem nach dem Murereignis 2014 provisorisch geschaffenen Becken abgelagert wurde.

#### 4.3.2 Ereignisbeschreibung

Aufbauend auf dem Murereignis vom 16.5.2014 kam es im Anrissgebiet immer wieder zu kleineren Rutschungen mit Kubaturen deutlich unter 100 m<sup>3</sup>, welche lediglich in Form von Schlamm und einzelnen Steinen den Schwemmkegel erreichten. Beim Ereignis am 10.1.2015 wurden hingegen in etwa 400 m<sup>3</sup> bis 500 m<sup>3</sup> im Anrissgebiet



mobilisiert, von welchen ca. 300 m<sup>3</sup> bis zum Schwemmkegel vordrangen. Ausgelöst wurde dieses Ereignis infolge extremer Bodendurchfeuchtung durch ergiebige Niederschläge in Verbindung mit Schneeschmelze (SCHWEIGL, 2015).

### 4.3.3 Niederschlag

In der Monatsbilanz liegt der Jänner 2015 auf Platz 17 der 248-jährigen Messreihe, mit einer Abweichung von plus 2,7 °C zum vieljährigen Mittel. Der Hauptgrund dafür liegt im ungewöhnlich warmen zweiten Monatsdrittel. Am 10. Jänner, also am Tag des Murenabgangs, wurde mit einem Tagesmaximum von 21,7 °C in Graz-Strassgang und in Obervellach sogar ein neuer Jänner-Temperaturrekord erzielt. Österreichweit gesehen fiel im Jänner 2015 60 Prozent mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel. Wegen der hohen Temperaturen fiel dieser überwiegend als Regen (ZAMG, 2016).

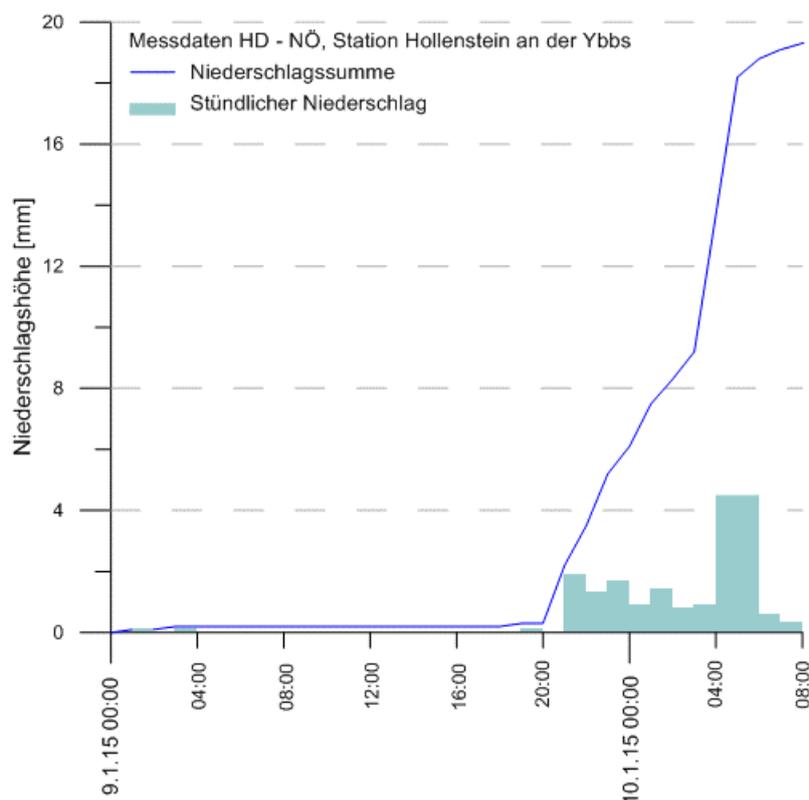


Abbildung 85: Niederschlagsdaten vom 9. und 10.1.2015 an der Messstation Hollenstein an der Ybbs (HZB-Nr. 115907) (Daten: HD Niederösterreich)

An der Messtation Hollenstein an der Ybbs fielen zwischen dem 9. Jänner 20.00 Uhr und dem 10. Jänner 8.00 Uhr rund 19,5 mm Niederschlag. Die Intensität ist am 10. Jänner zwischen 4.00 und 6.00 Uhr mit einem stündlichen Niederschlag von 4,5 mm am höchsten (Abbildung 85).



#### 4.3.4 Fotodokumentation



Abbildung 86: Muranbruch Gallenzer Kogel am 22.1.2015 (Quelle: WLV)



Abbildung 87: Muranbruch Gallenzer Kogel am 22.1.2015 (Quelle: WLV)



## 4.4 Lattenbach

### 4.4.1 Allgemeine Beschreibung

Der Lattenbach, Bez. Landeck (Tirol), ein linksufriger Zubringer der Sanna, besitzt ein 5,3 km<sup>2</sup> großes Einzugsgebiet, in welchem die tektonische Grenze zwischen Silvrettakristallin und den Nördlichen Kalkalpen verläuft, wodurch er für großräumige Massenbewegungen prädestiniert ist. Die intensive mechanische Beanspruchung der Gesteine und das vorherrschende hangparallele Einfallen der Schichten begünstigen Hangbewegungen, die im Lattenbach zu umfangreichen Feststoffverlagerungsprozessen und in weiterer Folge zu häufigen Murereignissen führen.

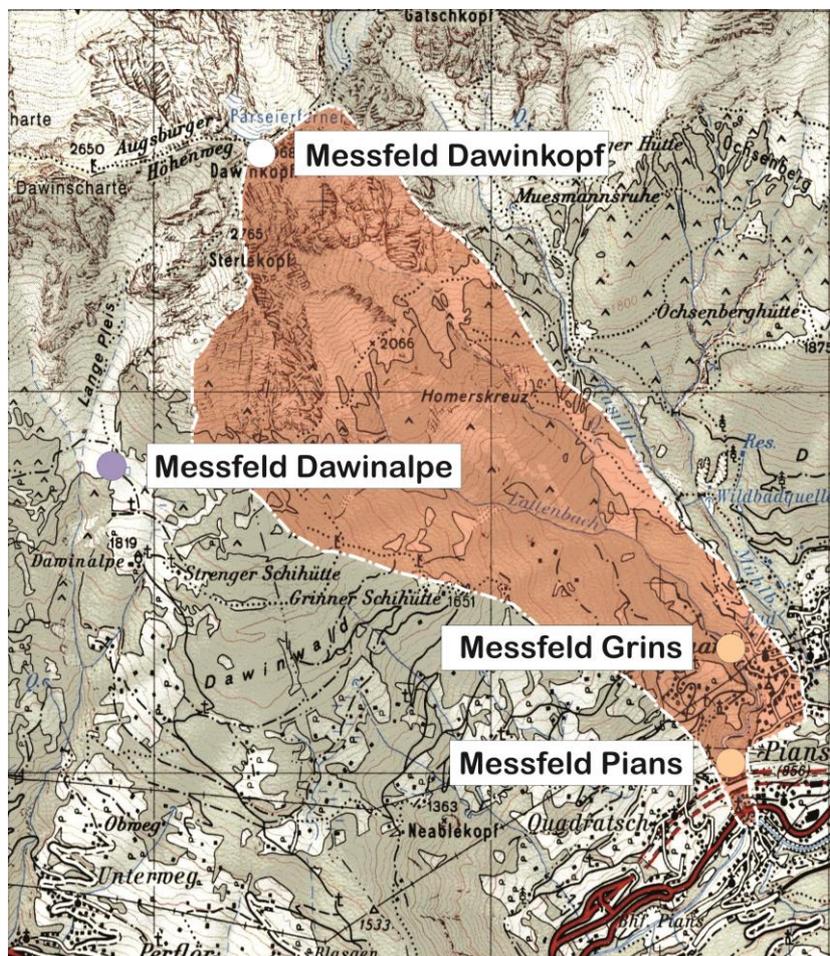


Abbildung 88: Einzugsgebiet Lattenbach mit den eingerichteten Messfeldern

Die Aufzeichnungen von zahlreichen Hochwasser- und Murereignissen gehen am Lattenbach bis ins Jahr 1907 zurück. Seit nahezu 100 Jahren werden deshalb Verbauungsmaßnahmen durchgeführt. Technische Schutzbauten konnten den Erosionsbereich im Mittellauf zwar stabilisieren, großflächige Hangbewegungen führen



jedoch zu einer Beschädigung bzw. Zerstörung dieser Bauwerke. Das HQ<sub>100</sub> (Hochwasser) wird mit rund 20 bis 25 m<sup>3</sup>/s angenommen.

Im Sommer 2002 wurde im Rahmen des INTERREG IIIB / ALPINE SPACE Projekts CATCHRISK ein Monitoringsystem am Lattenbach mit den Messfeldern Dawinalpe, Dawinkopf, Grins und Pians eingerichtet. Funktionierte das Monitoringsystem zu Beginn nicht zufriedenstellend, konnte durch zahlreiche Neuerungen und Ergänzungen das System (z.B. mit den FFG Projekten AMM-Detection und Naturgefahren Radar) maßgeblich verbessert und erweitert werden.

#### **4.4.2 Lattenbach Monitoring**

##### **Messfeld Dawinalpe (1.900 m ü. A.)**

An der Klimastation Dawinalpe (jetzt in der Betreuung durch den Lawinenwarndienst Tirol) wird der Niederschlag mittels Niederschlagswaage erhoben. Da an diesem Standort kein GSM-Empfang möglich ist, werden die Daten mittels Funk zur Station Dawinkopf gefunkt. Das synchrone Speicherintervall beträgt standardmäßig 10 Minuten.

##### **Messfeld Dawinkopf (2.968 m ü. A.)**

Die am Dawinkopf errichtete Windmessstation dient ebenso als Relaisstation, da über Funk die Daten der Dawinalpe zur Station Pians weitergeleitet werden.

##### **Messfeld Grins**

Das Messfeld Grins besteht aus 3 Messstandorten (hm 11,76, hm 12,78 und hm 13,25).

Die Abflusstiefe wird punktuell an 3 Querprofilen mittels Radarsensoren erfasst. Weiters ist ein 2D-Laser zur Aufnahme der Murenoberfläche installiert. Dieser wird durch Reißleinen, die in einem oberliegenden Querschnitt fixiert wurden, ausgelöst. Zusätzlich werden seismische Schwingungen durch ein Geophon und tieffrequente Schallwellen durch spezielle Infraschall-Mikrophone gespeichert. Die Abflussgeschwindigkeit (mittlere und maximale) kann mittels Hochfrequenzradar in mehreren Abschnitten (range gates) kontinuierlich aufgezeichnet werden. Eine D/N-Videokamera (Infrarot) zeichnet alle 30 Minuten ein Bild auf, schaltet aber im Ereignisfall (Grenzwertüberschreitung Abflusstiefe) in einen kontinuierlichen Aufnahmemodus von 10 Bildern pro Sekunde. Zusätzlich werden die seismischen und Infrasound-Signale



mit der AMM-Detection Software vor Ort ausgewertet, um eine mögliche Früherkennung von Murgängen zu testen.

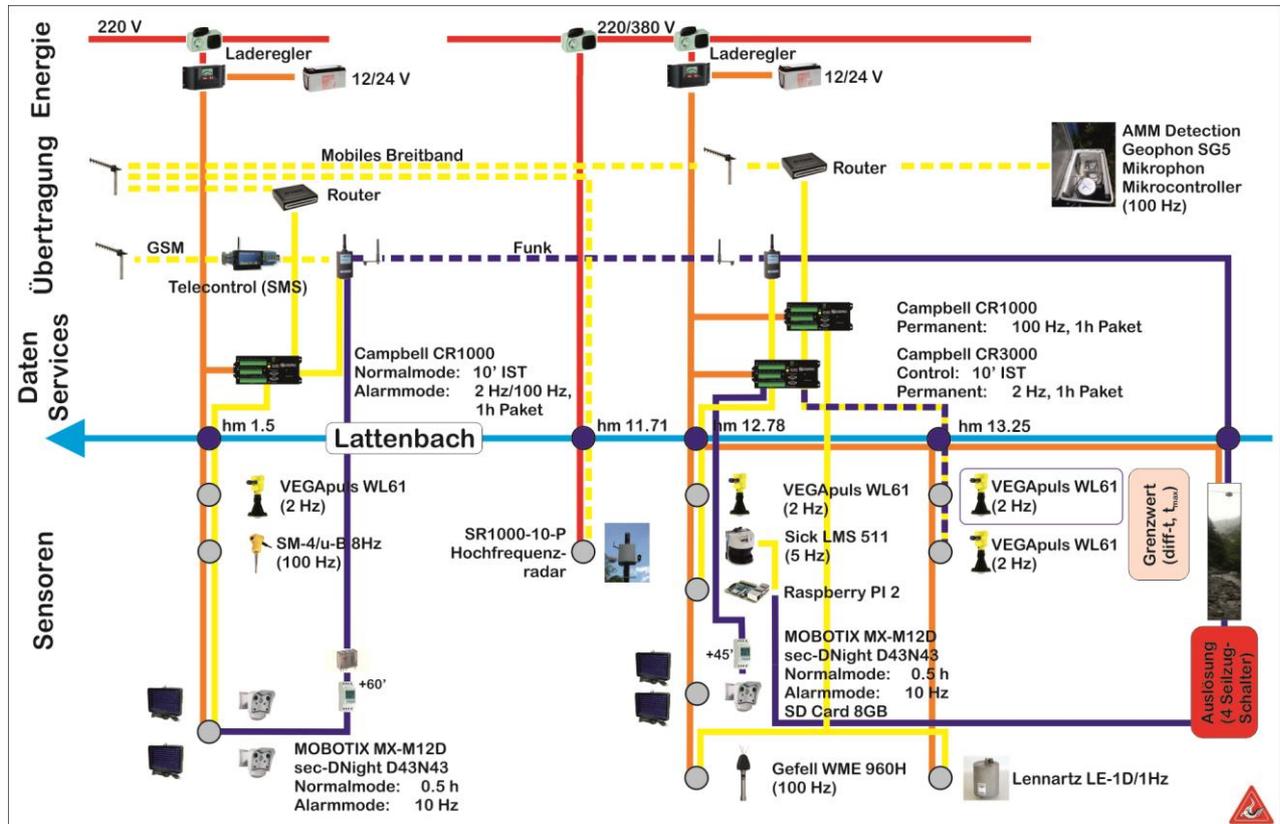


Abbildung 89: Konfigurationsschema Messfeld Grins und Pians

## Messfeld Pians

Die Abflusstiefe wird mittels Radar, die seismischen Schwingungen durch ein Geophon aufgezeichnet.

### 4.4.3 Ereignisse im August 2015

Im August 2015 konnten innerhalb von 8 Tagen 3 Murreignisse aufgezeichnet werden, wobei die ersten 2 Muren in der Nacht vom 9. auf den 10. August auftraten, die dritte Mure am 16. August.

Vom 1. bis 16. August regnete es fast jeden Tag, wobei aber keine großen Niederschlagsmengen zu beobachten waren. Tagessummen über 20 mm wurden am 1., 4., 9. und 16. August erreicht, wobei die größten 10-Minuten-Intensitäten am 4.8. mit rund 5 mm/10 min und am 9.8. mit 9 mm/10min registriert wurden.

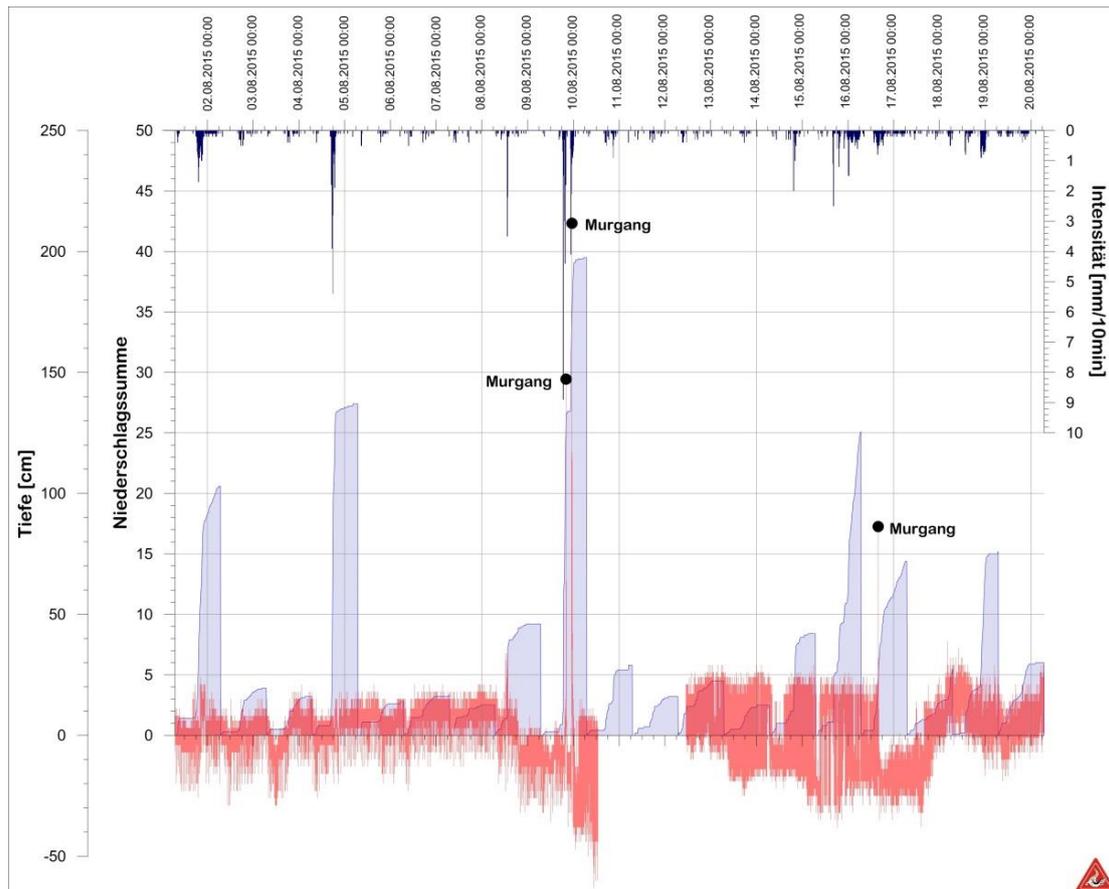


Abbildung 90: Niederschlag (Dawinalpe) und Abflusstiefe am Lattenbach bei hm 12,78

Die Abflusstiefen am Messquerschnitt hm 12,78 schwanken im Schnitt bei 10-20 cm, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Sohle unbefestigt ist und somit die meiste Zeit die Höhe der Gerinnesohle abgelesen wird. Am 8. August dürfte sich infolge eines Niederschlages die Gerinnemorphologie verändert haben, da die gemessene Tiefe unter 0 cm absinkt. Am 9. August sind in der Nacht die zweimaligen kurzfristigen Anstiege der Abflusstiefe deutlich erkennbar. Der Anstieg am 16. August hat erneut eine Tieferlegung der Sohle zur Folge, innerhalb von 2 Tagen erhöht sich die Gerinnesohle wieder auf das ursprüngliche Maß. Zwischen 11. und 12. August ist eine Datenlücke vorhanden, die auf einen kurzfristigen Ausfall der Messeinrichtung zurückzuführen ist.

Durch die kontinuierliche Geschwindigkeitsmessung konnte erstmalig die Ermittlung der Oberflächengeschwindigkeit über die Gesamtdauer der Murgänge im Sekundenintervall erfolgen.

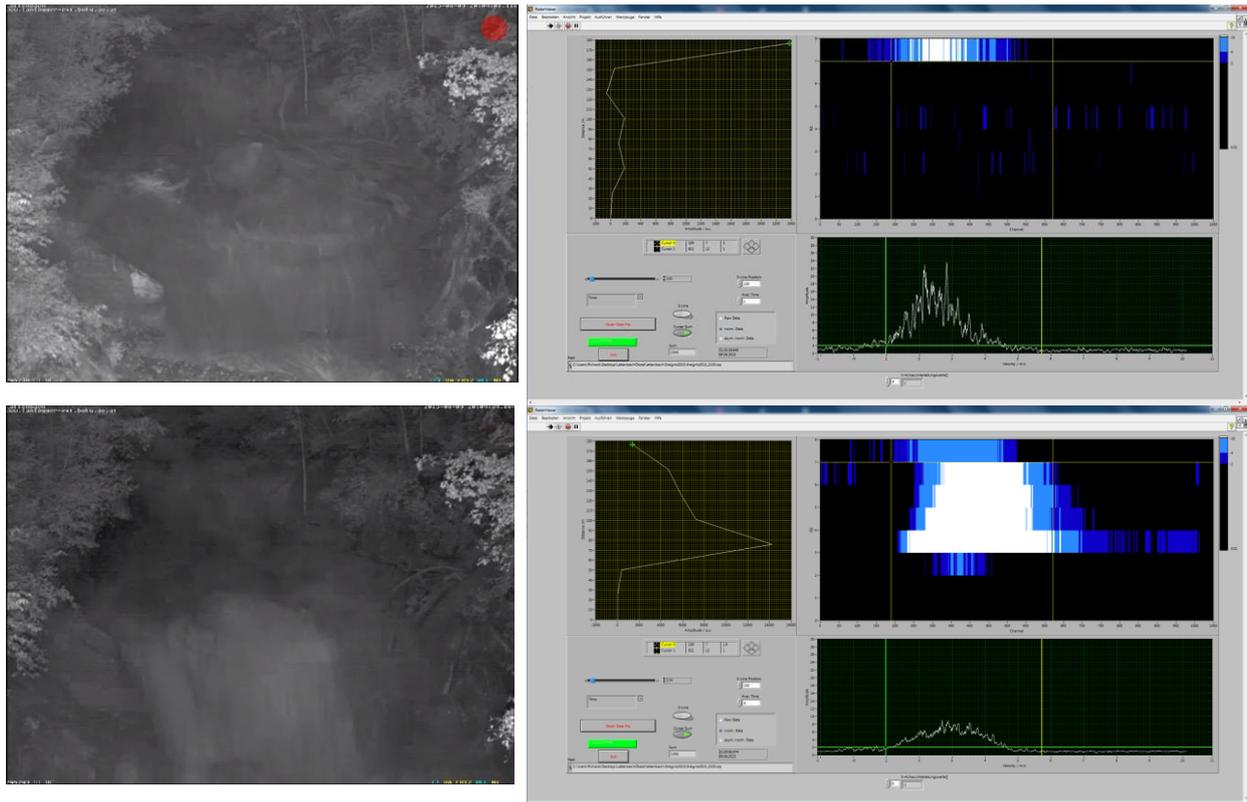


Abbildung 91: Reflektivität des Radarsignals beim Durchgang des ersten Murschubs, umgerechnet in Geschwindigkeit im Range gate 6

In den Bildern der rechten Spalte in Abbildung 91 ist jeweils unten rechts die Häufigkeit der gemessenen Oberflächengeschwindigkeit abzulesen. Die Bilder der oberen Zeile zeigen das Eintreffen der Mure, die der unteren Zeile bereits den Murschwanz.

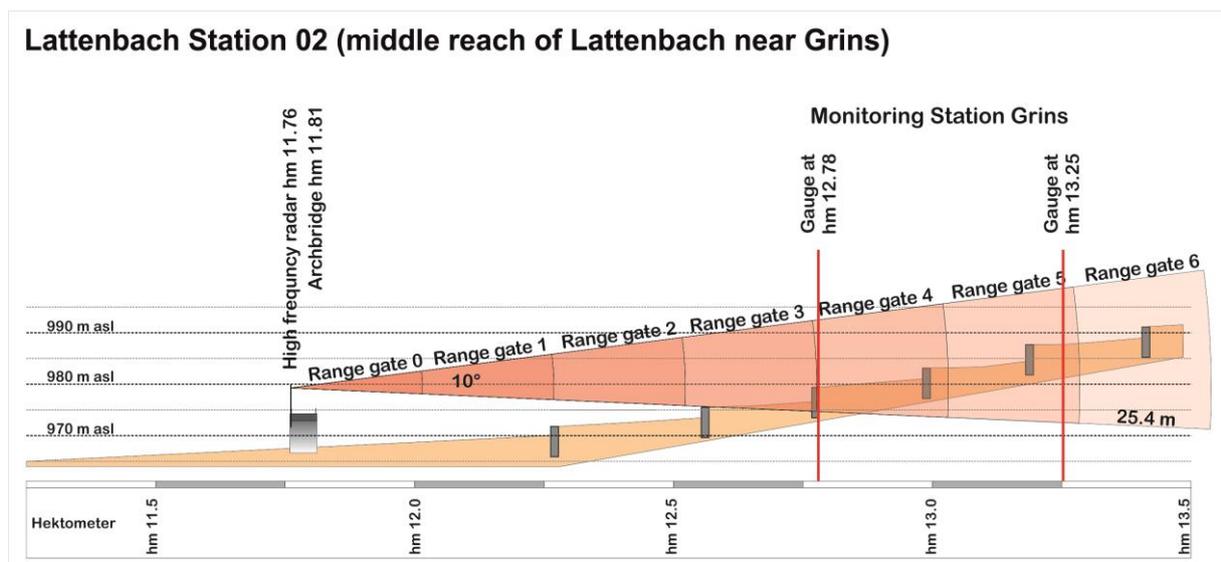


Abbildung 92: Aufteilung des Messabschnittes des Hochfrequenzradars in range gates von 25,4 m Länge

Zur Berechnung des Abflusses wurden die Daten des Laserscans (Abbildung 93) für die Ermittlung des durchflossenen Querschnittes und die Daten des Hochfrequenz-



radars mit der häufigsten Geschwindigkeit im Range gate 6 herangezogen (Abbildung 92).

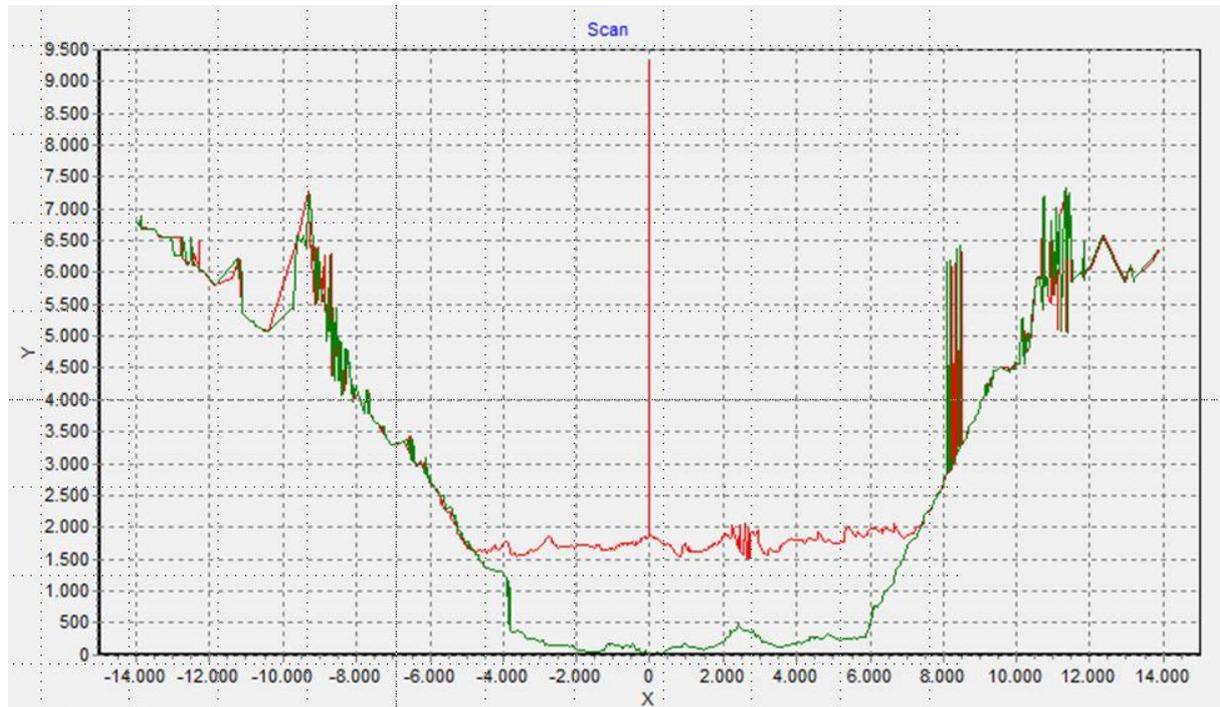


Abbildung 93: Oberflächenscan des Murganges (rote Linie) und ursprüngliche Gerinnoberfläche (grüne Linie)

#### 4.4.3.1 Abflusscharakteristik

Der erste Murgang begann am 9. August kurz nach 20.00 MEZ. Am Beginn wurden Abflusstiefen von mehr als 150 cm erreicht, die mittlere Abflussgeschwindigkeit lag bei 4 m/s, die maximale bei 6 m/s (Abbildung 92). Als Vergleich sind in den nachfolgenden Abbildungen auch die maximalen Fließgeschwindigkeiten dargestellt. Der Murgang dauerte rund 30 Minuten und bestand aus mehreren Schüben, der Murschwanz zeigte nur mehr eine Geschwindigkeit von rund 2 m/s. Die Abflussspitze wurde am Anfang des Murgangs mit über 60 m<sup>3</sup>/s erreicht. Die Murfracht kann mit rund 16.000 m<sup>3</sup> für die Dauer von 30 Minuten angegeben werden.

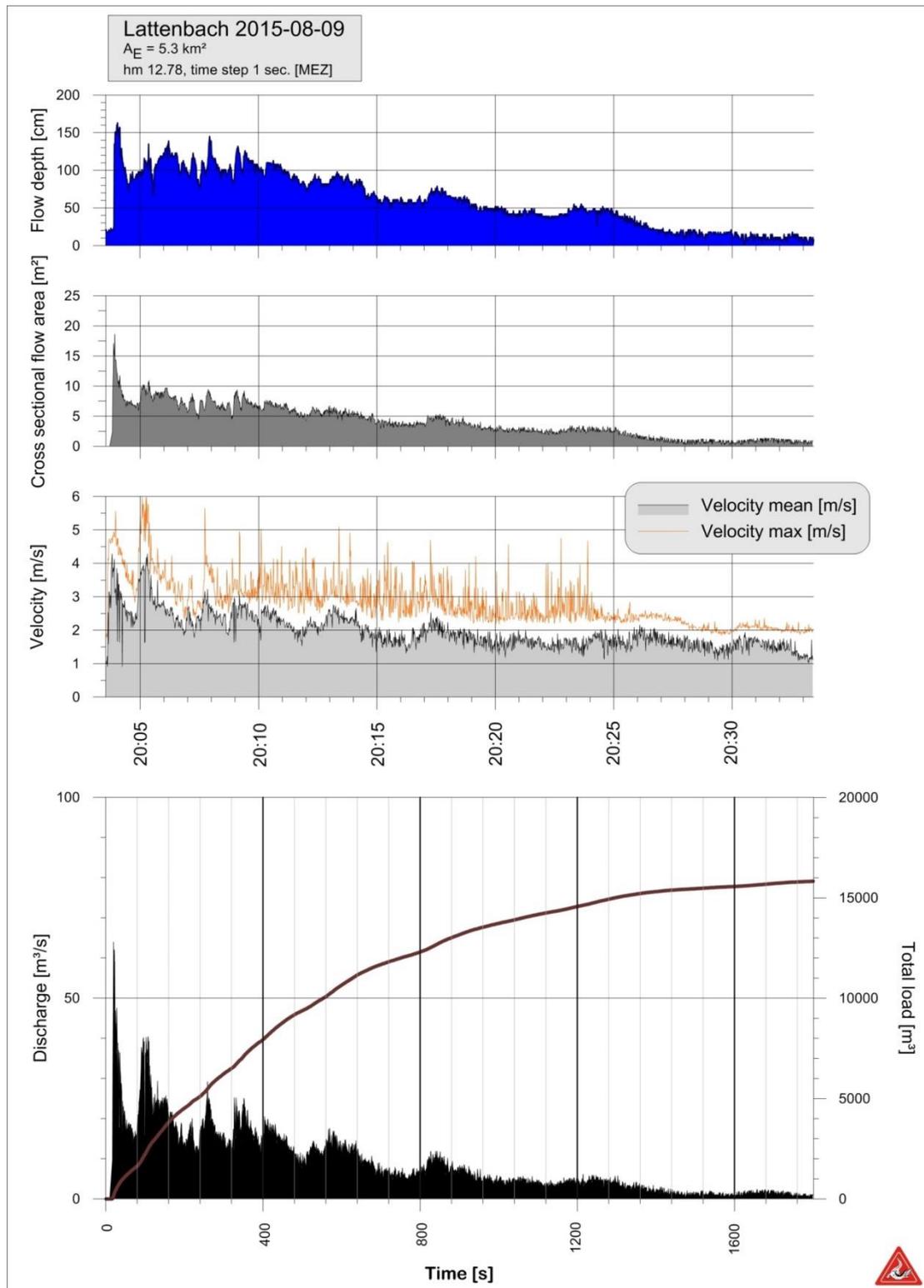


Abbildung 94: Kennwerte des ersten Murganges

Der zweite Murgang trat bereits rund 3 Stunden später auf. Er weist 2 markante Abflussspitzen im Abstand von 20 Minuten auf. Die erste erreicht einen Spitzenabfluss von rund  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ , die zweite einen von rund  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  (Abbildung 95). Die durchflossene Querschnittsfläche ist über die Dauer von 30 Minuten etwas größer, die mittleren



Geschwindigkeiten reichen von 2 bis 4 m/s. In mehreren Schüben passieren rund 25.000 m<sup>3</sup> Murmaterial den Abschnitt.

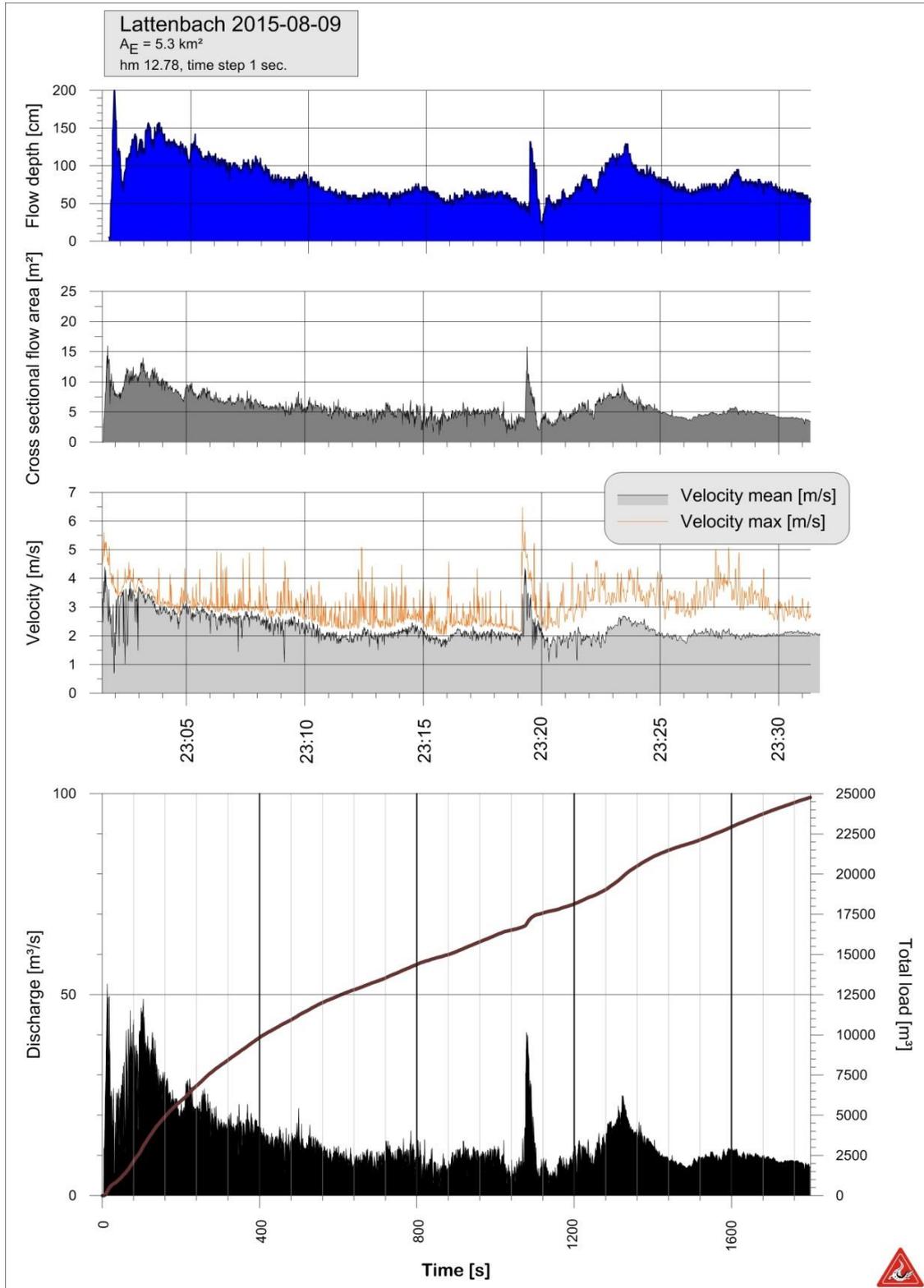


Abbildung 95: Kennwerte des zweiten Murganges

Der Murgang am 16. August zeigt ein anderes Abflussmuster (Abbildung 96). Es fehlt die ausgeprägte Abflussspitze zu Beginn, obwohl ein rascher Anstieg auf rund 1 m



Abflusstiefe erfolgt. Diese Tiefe wird über längere Zeit beibehalten, bis sie langsam abfällt. Die Dauer des Murganges ist rund die Hälfte der vorherigen Muren mit rund 15 Minuten. Die mittleren Geschwindigkeiten überschreiten 2 m/s nicht, der Abfluss erreicht am Beginn des Murganges rund 15 m<sup>3</sup>/s. Die Murfracht beträgt etwa 8.000 m<sup>3</sup>.

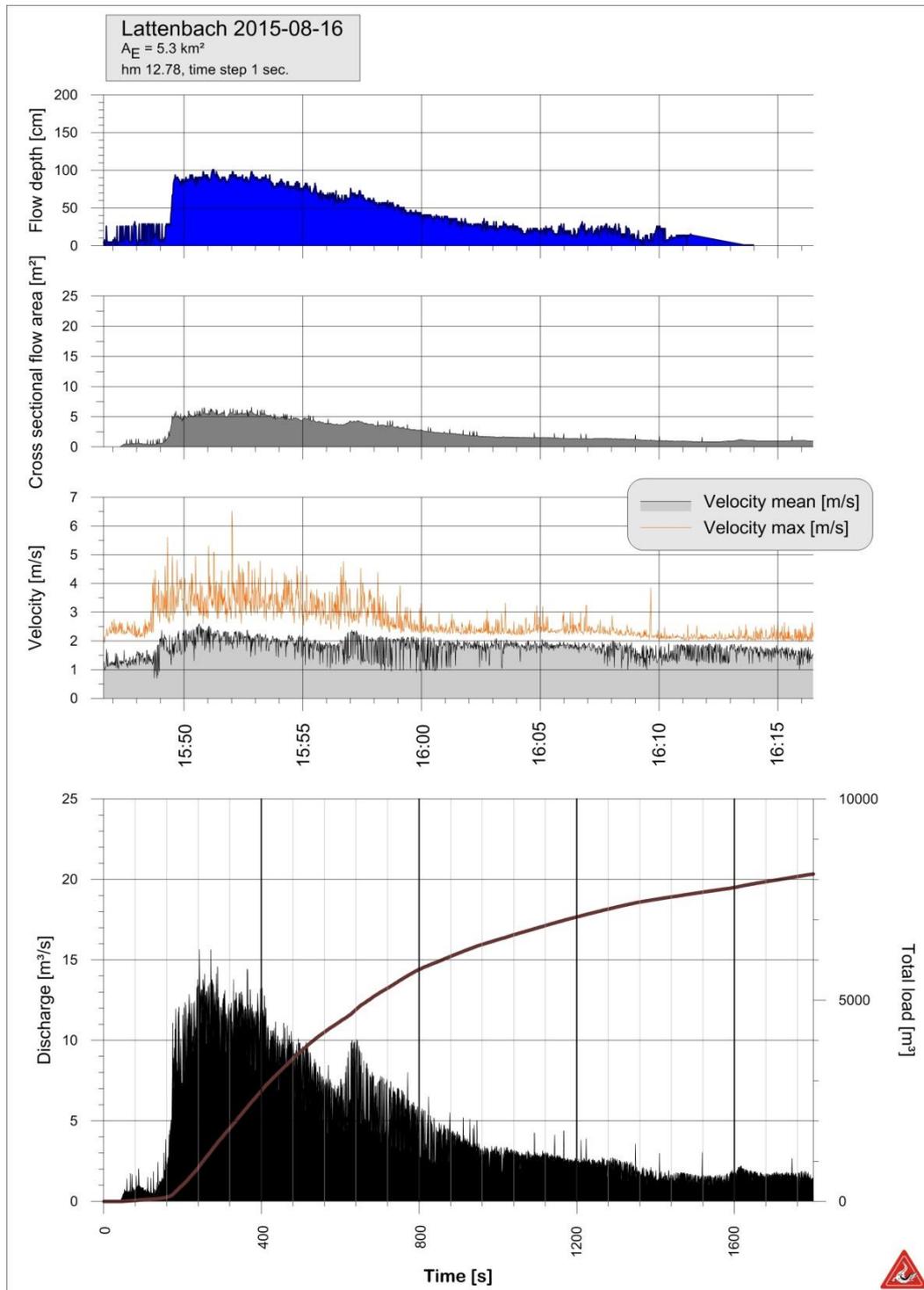


Abbildung 96: Kennwerte des dritten Murganges



#### 4.4.3.2 Auslösende Niederschläge

Betrachtet man die auslösenden Niederschläge, so liegen sie weit unter den 100-jährlichen Bemessungsniederschlägen. Unter der Annahme, dass die Niederschlagserfassung auf der Dawinalpe repräsentative Messwerte liefert, ergeben sich folgende Niederschlagssummen für den Zeitabschnitt vor dem Auftreten des Murganges:

Tabelle 13: Auslösende Niederschläge

Ereignis	Zeitraum (MEZ)	Dauerstufe [min]	Summe [mm]	Max. Intensität [mm/10 Min.]
9. August 2015	18.40-20.10	90	25	8.9
9. August 2015	22.30-23.10	40	8	4.1
16. August 2015	14.30-15.50	70	3.2	0.8

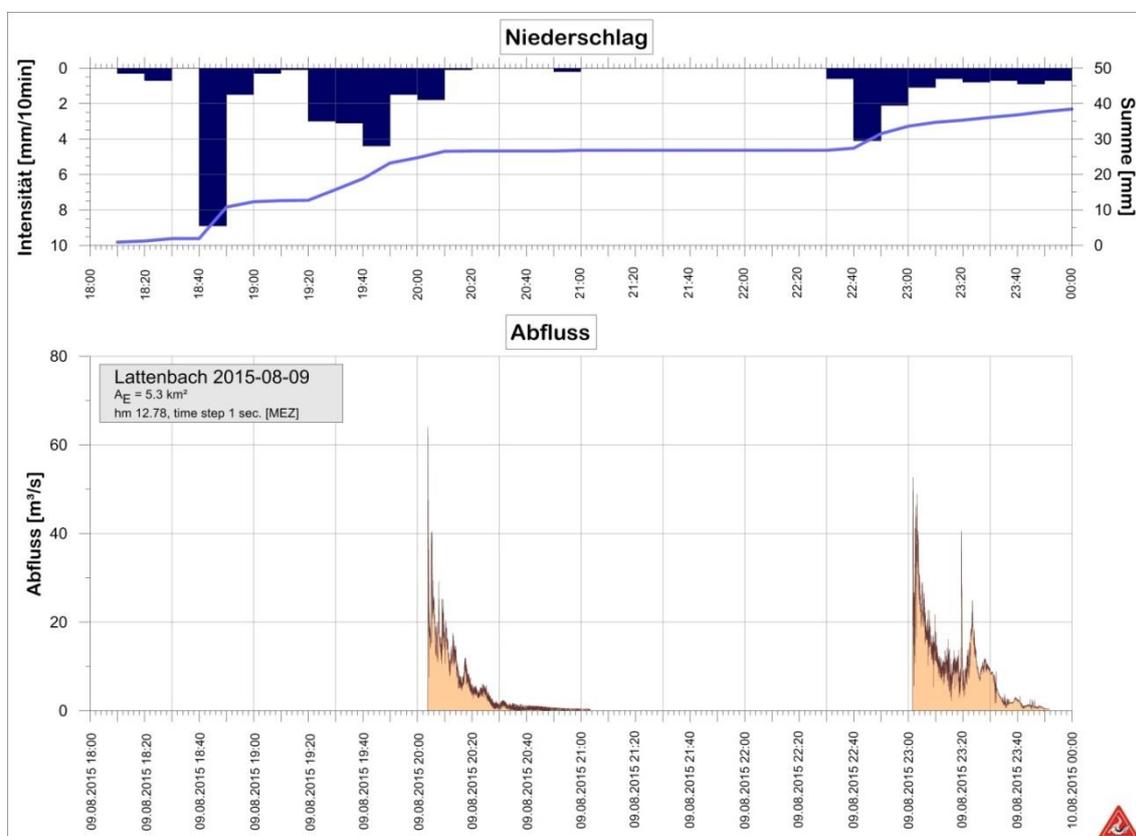


Abbildung 97: Niederschlagssituation vor den Murgängen am 9. August 2015 (MEZ)

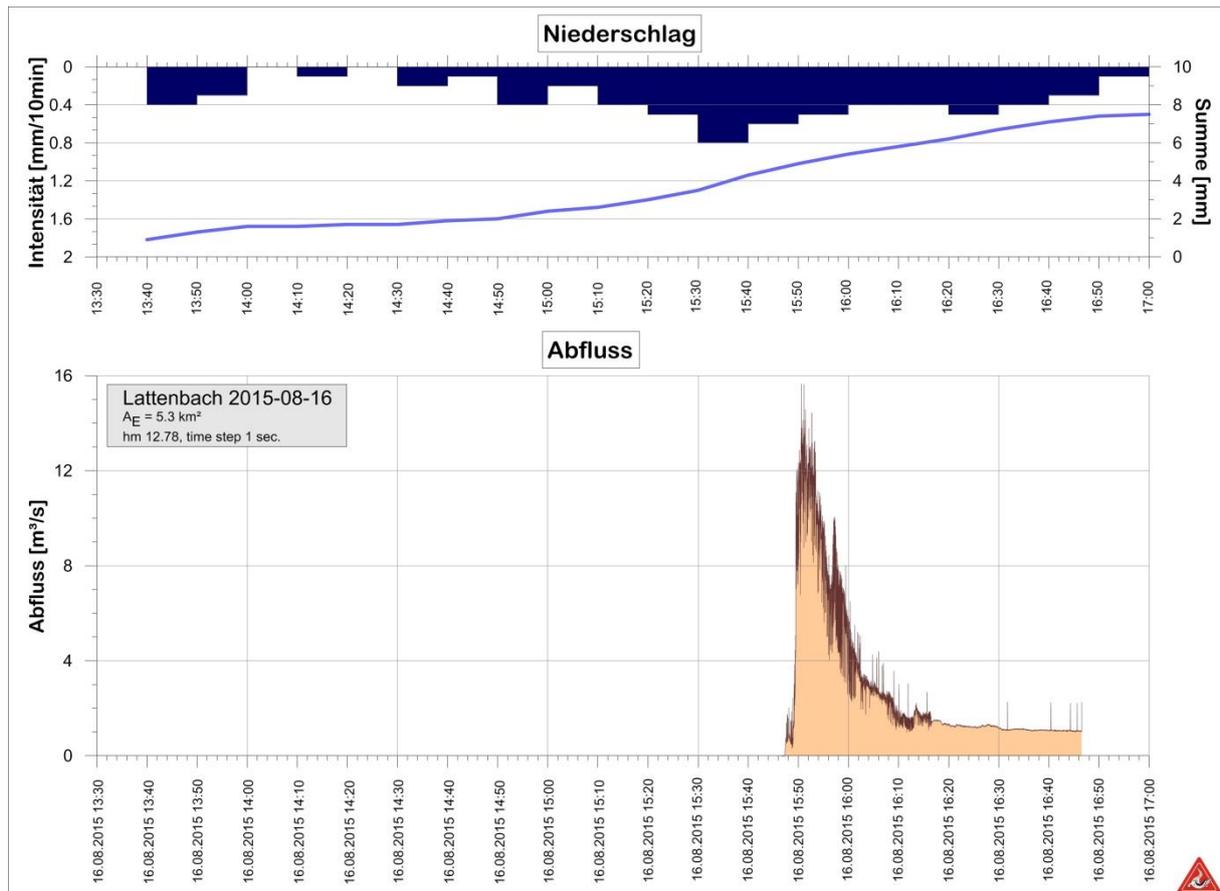


Abbildung 98: Niederschlagssituation vor dem Murgang am 16. August 2015 (MEZ)

#### 4.4.3.3 Seismische und Infraschall Signale (AMM Detection)

Im Rahmen des Projektes AMM Detection wurden Algorithmen zur Erkennung von Muren entwickelt, die auf akustischen und seismischen Signalen beruhen. Durch die Auswertung der Frequenzbänder von 2 - 5, 5 - 15 und 15 - 30 Hz lassen sich unterschiedliche Verlagerungsprozesse detektierenden. Die Erfassung der Signale erfolgt mit einem Mikrophon und einem Geophon, die Verarbeitung durch einen Microcontroller vor Ort. Abbildung 99 zeigt die Signale des ersten Murganges vom 9. August. Trotz einer Bearbeitungszeit für die Prozesserkennung von 20 Sekunden ergibt sich für diesen Murgang eine Früherkennung von 53 Sekunden. Dies entspricht einer Detektion des Murganges von rund 200 m oberhalb des Messquerschnitts bei hm 12,78. In Abbildung 99 bedeuten:

- Infrasound signal (Signalstärke aufgezeichnet vom akustischen Mikrofon)
- Seismisches Signal (Signalstärke aufgezeichnet vom Geophon)
- Verwendete akustische Frequenzbänder für Detektionsalgorithmus
- Verwendetes seismisches Frequenzband für Detektionsalgorithmus



- e) Spektrum akustisches Signal (Infrasound)  
f) Spektrum seismisches Signal

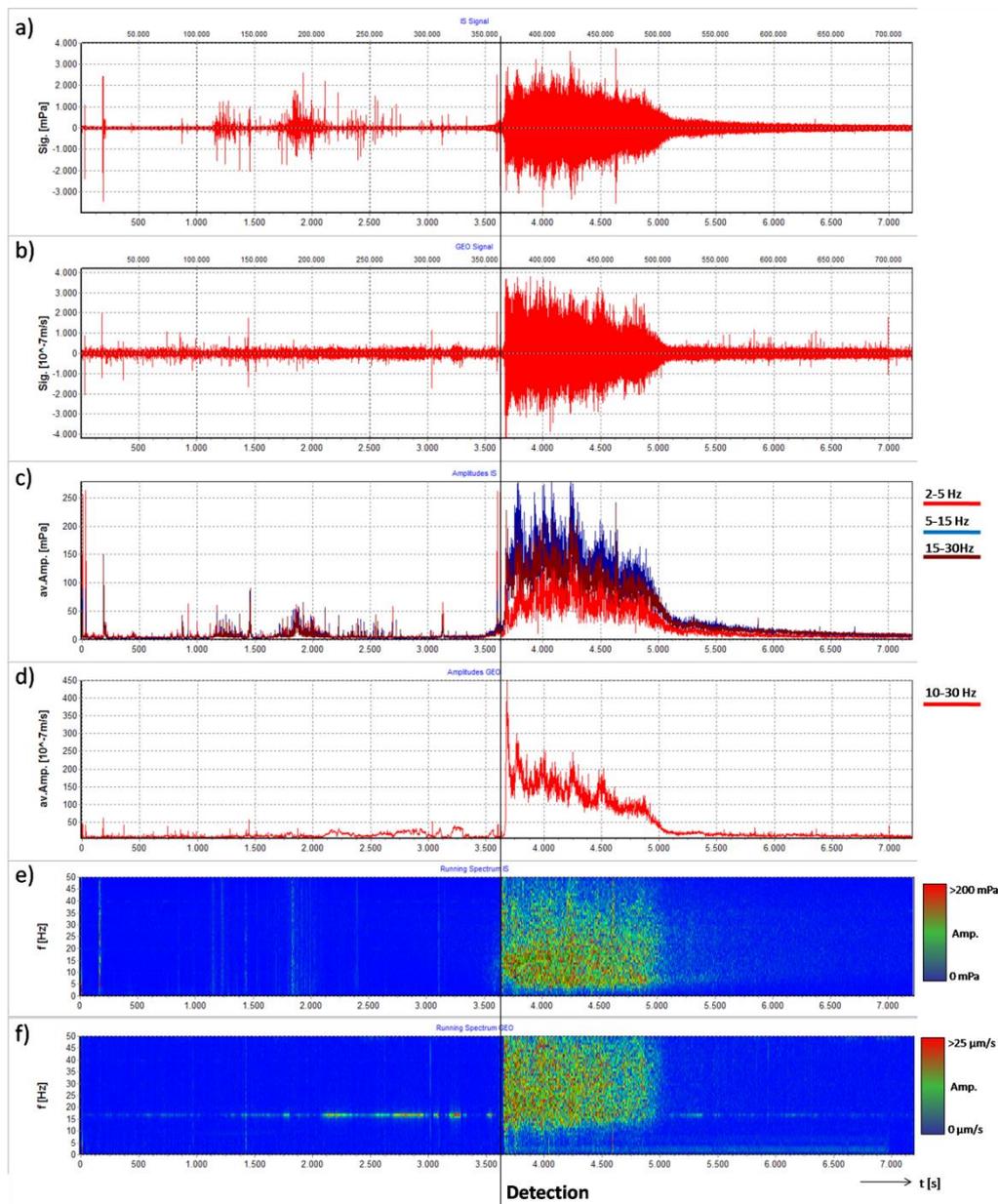


Abbildung 99: Aufgezeichnete und bearbeitete akustische und seismische Signale des ersten Murganges

Für den entwickelten Detektionsalgorithmus wird das Infraschall-Signal (a) und das seismische Signal (b) mittels Fast-Fourier-Transformation (FFT) verarbeitet, um das Spektrum dieser Signale über der Zeit zu erhalten (e, f). Der Detektionsalgorithmus vergleicht die Entwicklung der Signale im Zeitverlauf in charakteristischen Frequenzbänder wobei beim Infraschall-Signal für Muren ein Frequenzband von 5-15 Hz verwendet wird und bei murartige Prozesse ein Frequenzband von 15-30 Hz (c). Bei den seismischen Signalen wird einheitlich ein Frequenzband von 10-30 Hz ausge-



wertet (d). Überschreiten die Amplituden in diesen Frequenzbändern für die Detektionszeit von 20 s einen bestimmten Wert, wird eine Detektion ausgelöst. Hierbei werden zwei unterschiedliche Niveaus der Alarmierung verwendet, um zwischen großen und kleinen Ereignissen zu unterscheiden.

Zur Eliminierung von Fehlalarmen durch künstliche Störgeräusche werden noch weitere Kriterien, wie etwa eine Bestimmung der Varianz des Infraschall- und seismischen Spektrums verwendet.

Die automatische Erkennung eines Ereignisses wird durch eine minimale Größe des Ereignisses, Wetterbedingung, Entfernung und Hintergrundrauschen begrenzt.



## 4.5 Wildbäche der Gemeinde Neustift im Stubaital

### 4.5.1 Allgemeine Beschreibung

Die Gemeinde Neustift im Stubaital liegt im hinteren Stubaital ca. 20 km südwestlich von Innsbruck und erstreckt sich über eine Fläche von rund 249 km<sup>2</sup>, welche von der von Südwest nach Nordost verlaufenden Ruetz in die Sill entwässert wird. Die Gemeinde selbst liegt auf rund 994 m Seehöhe, wobei die Einzugsgebiete der Wildbäche im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes bis auf 3.277 m. ü. A. (Habicht) reichen (Abbildung 100).

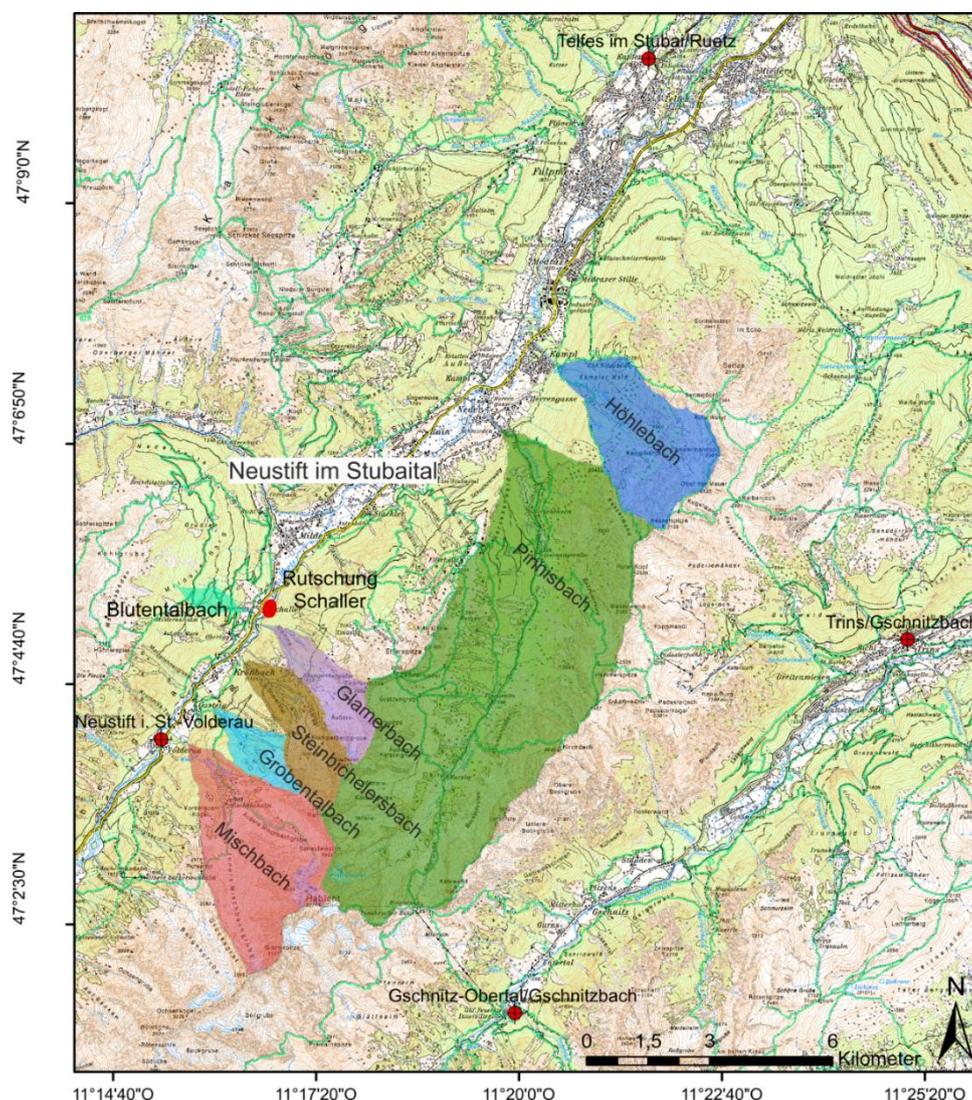


Abbildung 100: Ausschnitt der Gemeinde Neustift im Stubaital mit den Einzugsgebieten der im Sommer 2015 aktiven Wildbäche. Die roten Punkte markieren die Position der Niederschlagsmessstellen

Das nach Südwesten immer schmaler werdende Tal bietet nicht viel Raum für Siedlungen und so befinden sich Ortsteile wie Kampl, Neder, Schmieden, Gasteig,



Krössbach, Schaller, Volderau oder Obereggen im Nahbereich von Mur- bzw. Schwemmkegeln. Auch die Straßen B183 Stubaitalstraße und L232 Ranalter Straße liegen im näheren Gefahrenbereich (Abbildung 101).



Abbildung 101: Räumungsarbeiten an den durch den Mischbach verursachten Ablagerungen an der B183 Stubaitalstraße zwischen den Ortsteilen Volderau und Gasteig (Quelle: WLV)

Das Gemeindegebiet liegt im Ötztal-Stubai Kristallin der Ostalpinen Decke, wobei am östlichen Rand, zwischen dem Ortsteil Kampl und der Gemeinde Trins im Gschnitztal, auch Triaskalke zu finden sind. Diese Kalkeinschiebungen sind nur für den Höhlebach und den südöstlichen Teil des Pinnisbaches relevant. Alle anderen Einzugsgebiete haben entweder Paragneis oder Orthogneis als Grundgestein.

Die Gemeinde Neustift im Stubaital liegt im forstlichen Wuchsgebiet 1.2 Subkontinentale Innenalpen - Westteil wobei sich die Einzugsgebiete der Wildbäche von der tiefmontanen (850 – 1.100 m. ü. A.) bis zur hochsubalpinen Höhenstufe (1.950 – 2.200 m. ü. A.) erstrecken.



### 4.5.1.1 Ereignischronik

Tabelle 14: Ereignischronik des Pinnisbaches (Dipl.-Ing. Ivo Schreiner, persönliche Kommunikation, 16.3.2015)

Datum	Ereignis
<b>1668</b>	Am 14.5.1668 wurde ein Vertrag zwischen den Güterinhabern am Pinnisbach und jener an der Ruetz geschlossen. Ziel war die "Verarchung" und Räumung des ausgetretenen "Pinnisserbaches". Dieser Vertrag wurde am 23.5.1668 von Kaiser Leopold I. genehmigt.
<b>1871</b>	Aus dem "Tiroler Boten": "19.6.1871 [...] Am meisten wütete jedoch der Pinnisserbach, er griff die Silleralpe (heute Pinnisalm) an. Die Milchsüsseln schwammen einher, die Ziegen mußten durch den Bach gerettet werden. In Neder setzte er die Umgebung des Zegger-Wirtshauses unter Wasser und bedeckte 35.000 Quadratklafter (22 ha) guten Grasbodens mit 4 bis 5 Fuß dicken Schutt zu. An Heu gingen mehrere Tausend Zentner verloren. Auch viel Holz wurde vom Bach entführt ..."
<b>1872</b>	Ein Allerheiligenhochwasser. Die obersten Häuser wurden schwer beschädigt und unterspült. Wasser und Schlamm rannen bis zum Zegger-Wirtshaus. Die Ruetz wurde abgesiegelt.
<b>1926</b>	Das Bachbett wurde voll aufgefüllt. Die Kapelle in Neder umgespült.
<b>1946</b>	Ähnliches Ereignis wie 1926.
<b>1960</b>	Kleineres Hochwasser.
<b>1978</b>	6.8. - 12.8. schweres Hochwasser infolge eines einwöchigen Starkregens. Durch den massiven Einsatz von Großgeräten konnte ein Ausbruch des Baches verhindert werden. Der Talweg und die darin befindliche Trinkwasserleitung von Fulpmes und Neustift wurden schwer beschädigt. Die abgeführte Geschiebemenge wurde auf 30.000 m <sup>3</sup> geschätzt.
<b>1983</b>	4.7. - 6.7. Hochwasser infolge eines starken Gewitters. Durch den Einsatz von Großgeräten konnte ein Ausbrechen am Schwemmkegel verhindert werden. Wieder wurden der Talweg und die Trinkwasserleitung beschädigt. Die Geschiebemenge wurde mit 20.000 m <sup>3</sup> angegeben.
<b>1985</b>	Ein schweres Hochwasserereignis.
<b>1987</b>	Leichtes Hochwasser.
<b>1991</b>	Leichtes Hochwasser.
<b>2015</b>	7.6. Murartige Feststofftransporte, Muren und eine Rutschung, insgesamt rund 53.500 m <sup>3</sup> 3.7. Murgang im Grobentalbach mit rund 15.000 m <sup>3</sup> 7.8. Zwei murartige Feststofftransporte und zwei Muren, insgesamt rund 552.000 m <sup>3</sup>

### 4.5.2 Ereignisbeschreibung

Im Untersuchungsgebiet liegen insgesamt 7 Wildbacheinzugsgebiete, welche im Sommer 2015 zu insgesamt 9 Ereignissen führten (Tabelle 15, Tabelle 16 und Tabelle 17). Die Größe dieser Einzugsgebiete reicht von 0,17 bis zu 21,7 km<sup>2</sup>. Die Niederschlagsmessstellen des Hydrographischen Dienstes Tirol liegen rund um die Einzugsgebiete verteilt (Abbildung 100), wobei die Station Neustift im Stubaital – Volderau für die südlichen Einzugsgebiete gute Daten liefert. Zeitlich verteilten sich die



Ereignisse über jeweils einen Tag im Juni, Juli und August, wobei nur der Grobentalbach an allen drei Tagen aktiv war (Tabelle 15, Tabelle 16 und Tabelle 17).

Der Prozesstyp reichte von Rutschung über murartigen Feststofftransport bis hin zum Murgang. Insgesamt wurden rund 619.000 m<sup>3</sup> Geschiebe im Talbereich südöstlich und ca. 1.500 m<sup>3</sup> nordöstlich der Ruetz abgelagert. Hier ist besonders der Mischbach mit rund 50.000 m<sup>2</sup> Ablagerungsfläche und einer Kubatur von rund 500.000 m<sup>3</sup> hervorzuheben.

#### 4.5.3 Die Ereignisse vom 7.6.2015

An diesem Tag wurden um ca. 19.00 Uhr in sechs Einzugsgebieten der Gemeinde Neustift im Stubaital Ereignisse registriert (Tabelle 15). Es waren vor allem kleinere Einzugsgebiete die zu Schäden und Behinderungen führten. Neben zwei Muren und zwei murartigen Feststofftransporten ging auch eine ca. 0,4 ha große Rutschung im Ortsgebiet Schaller ab (Abbildung 103 rechts).

Unter anderen waren im hinteren Teil des Stubaitales die Ortsteile Schaller, Krössbach und Gasteig betroffen. Die Freiwillige Feuerwehr Neustift, die Polizei Neustift sowie die Gemeinde Neustift waren rund um die Uhr im Einsatz. In der Nacht spitzte sich die Lage aufgrund der schweren Unwetter immer weiter zu und die FF Neustift musste bereits vor Mitternacht ausrücken, um die bereits entstandenen Schäden zu beheben. Es wurden Häuser evakuiert, vollgelaufene Keller ausgepumpt und Sandsäcke aufgestapelt, um einen größeren Schaden zu verhindern. Aufgrund einer Mure im Steinbichelersbach, der sich zwischen den Ortsteilen Schaller und Krössbach befindet, wurde die Ruetz in Richtung L232 Ranalter Straße abgedrängt, woraufhin eine Straßensperre eingerichtet wurde. Das abgedrängte Wasser floss entlang der Straße, wodurch erhebliche Schäden an der Brücke entstanden (Abbildung 102 und Abbildung 103 links).

Tabelle 15: Ereignisse am 7.6.2015 (MFT..murartiger Feststofftransport, MG..Murgang)

Name	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Prozesstyp	Datum	Uhrzeit	Kubatur [m <sup>3</sup> ]	Ab-lagerungs-fläche [m <sup>2</sup> ]
<b>Glamerbach</b>	1,53	MFT	7.6.2015	19.00	3.000	3.000
<b>Grobentalbach</b>	0,91	MG	7.6.2015	19.00	15.000	
<b>Steinbichelersbach</b>	1,99	MG	7.6.2015	19.00	30.000	30.000
<b>Blutentalbach</b>	0,17	MFT	7.6.2015	19.00	1.500	1.000
<b>Schaller</b>	0,004	Rutschung	7.6.2015	19.00	4.000	



Abbildung 102: L232 Ranalter Straße zwischen Schaller und Krössbach (Quelle: WLW)



Abbildung 103: Links: Ablagerungen des Steinbichelersbach in die Ruetz; Rechts: Rutschung Ortsteil Schaller (Quelle: WLW)

#### 4.5.4 Das Ereignis vom 3.7.2015

Durch einen Murgang im Grobentalbach auf Höhe Neugasteig musste die L232 Ranalter Straße ab Ende Krössbach für den Verkehr gesperrt werden.



Abbildung 104: Ablagerungen des Grobentalbaches auf der L232 Ranalter Straße (Quelle: WLW)



Tabelle 16: Ereignis am 3.7.2015 (MG..Murgang)

Name	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Prozesstyp	Datum	Uhrzeit	Kubatur [m <sup>3</sup> ]	Ablagerungsfläche [m <sup>2</sup> ]
<b>Grobentalbach</b>	0,91	MG	3.7.2015	12.30	15.000	8.000

#### 4.5.5 Die Ereignisse vom 7.8.2015

Lokaler Starkregen und Hagelschauer führten in den Ortsteilen Krössbach, Gasteig und Volderau zu massiven Behinderungen. Dabei wurde die L232 Ranalter Straße im Bereich Gasteig auf einer Länge von 150 m bis zu sieben Meter hoch verschüttet, woraufhin der hintere Talbereich von Freitag- bis Samstagabend von der Außenwelt abgeschnitten war. Neben der Straßensperre wurde die Situation durch einen Stromausfall und eine Unterbrechung der Trinkwasserversorgung ab dem Ortsteil Gasteig weiter verschärft. Neben der L232 Ranalter Straße war auch die B183 Stubaitalstraße kurzzeitig nicht passierbar, da der Höhlebach in der Parzelle Kampl über die Ufer trat. Eine schwangere Frau sowie drei Urlauber waren bereits am Freitagabend mit der "Libelle" in Sicherheit gebracht worden.



Abbildung 105: Aufräumarbeiten der Ablagerungen des Mischbaches auf der L232 Ranalter Straße

Tabelle 17: Ereignisse am 7.8.2015 (MFT..murartiger Feststofftransport, MG..Murgang)

Name	Fläche EZG [km <sup>2</sup> ]	Prozesstyp	Datum	Uhrzeit	Kubatur [m <sup>3</sup> ]	Ab-lagerungs-fläche [ha]	Rück-halt
<b>Grobentalbach</b>	0,91	MG	7.8.2015	19.00	15.000	10.000	3.000
<b>Pinnisbach</b>	21,69	MFT	7.8.2015	19.00	7.000	10.000	50.000
<b>Mischbach</b>	5,44	MG	7.8.2015	19.00	500.000	50.000	20.000
<b>Höhlebach</b>	4,09	MFT	7.8.2015	19.00	30.000	10.000	30.000



## 4.5.6 Niederschlag

### 4.5.6.1 Vorbelastung

Während der Altschnee vor dem 19. Mai bis in Lagen um 2.300 m bereits weitgehend abgeschmolzen ist, kann sich in der sehr niederschlagsreichen Phase zwischen 19. und 24. Mai oberhalb von ca. 1.400 m erneut eine Schneedecke ausbilden. Abbildung 106 zeigt den enormen Zuwachs des Schneewasseräquivalents in diesem Zeitraum, welcher aus den Daten des ZAMG-Tools Snowgrid (OLEFS et al., 2013) ermittelt wurde. Oberhalb von etwa 2.000 m beträgt das der Schneedecke entsprechende Schneewasseräquivalent 60 bis 100 kg/m<sup>2</sup>. Die maximale Schneedecke wird vom 23. auf den 24. Mai erreicht. Bis zum 6. Juni baut sich die Schneedecke wieder vollkommen ab (Abbildung 107). Zunächst verläuft die Schmelze aber nur langsam, erst mit einer beginnenden Warmphase nach dem 28. Mai kommt es zur Hauptschmelze. In Lagen um 2.200 m verschwindet der Schnee um den 1. Juni, in 2.400 m erst gegen den 6. Juni, also direkt vor dem Schadensereignis (ZAMG, 2015a).

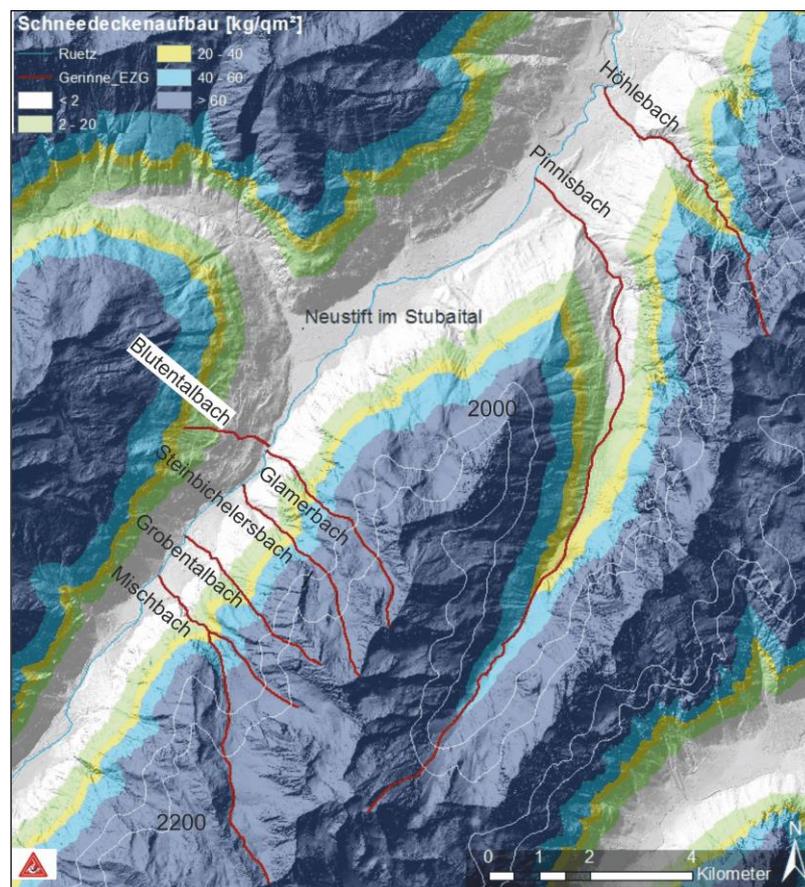


Abbildung 106: Rekonstruierte Zunahme des Schneewasseräquivalents von 19. bis 23. Mai 2015 im Bereich Neustift im Stubaital abgeleitet aus den Daten des ZAMG-Tools Snowgrid (OLEFS et al., 2013)

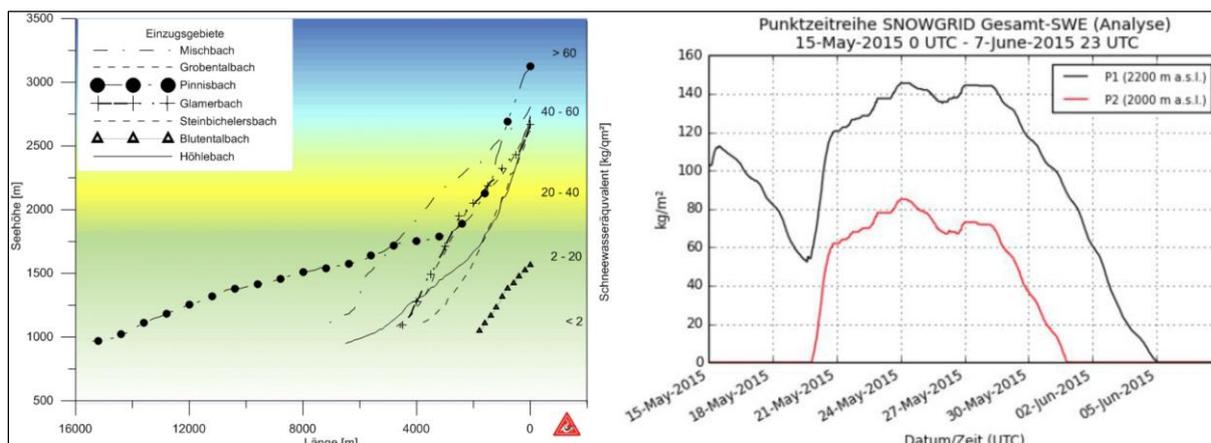


Abbildung 107: Links: Schneedeckenaufbau entlang der Tiefenlinie der Einzugsgebiete; Rechts: Verlauf der Schneeschmelze zwischen dem 15. Mai und 5. Juni 2015 (ZAMG, 2015a)

#### 4.5.6.2 Die Situation am 7.6.2015

Täglicher Niederschlag:

Gschnitz-Obertal:	0 mm,
Trins:	0,7 mm,
Telfes im Stubai:	5,2 mm,
Neustift i. St. Volderau:	36,6 mm

#### 4.5.6.3 Die Situation am 3.7.2015

Täglicher Niederschlag:

Gschnitz-Obertal:	19,6 mm,
Trins:	3,7 mm,
Telfes im Stubai:	3,5 mm,
Neustift i. St. Volderau:	19,2 mm

#### 4.5.6.4 Die Situation am 7.8.2015

Im Umfeld dieser Einzugsgebiete befinden sich insgesamt 4 Messstationen (Abbildung 100), welche aber für die Zeit vor dem Ereignis keine intensiven Niederschläge aufgezeichnet haben:

Gschnitz-Obertal (15 min):

Am 4.8.2015 zwischen 18.15 und 20.45 Uhr insgesamt 6,3 mm Niederschlag. Kein Regen bis zum 7.8.2015. Zwischen 18.15 und 18.45 Uhr 1,1 mm Niederschlag.



Trins (24 h):

Kein Regen am 5. und 6.8.2015. 1,1 mm Niederschlag am 7.8.2015.

Telfes im Stubai (24 h):

Kein Regen am 5. und 6.8.2015. 0,1 mm Niederschlag am 7.8.2015.

Neustift i. St.-Volderau (24 h):

Kein Regen am 5. und 6.8.2015. 44,2 mm Niederschlag am 7.8.2015.

Deshalb muss es sich bei den Ereignissen am 7. August 2015 um eine räumlich sehr begrenzte Schauerzelle im Bereich des Habichts gehandelt haben. Um eine räumlich-zeitliche Aussage über diese Schauerzelle treffen zu können, wurden die INCA-Daten von der ZAMG ausgewertet (Abbildung 108).

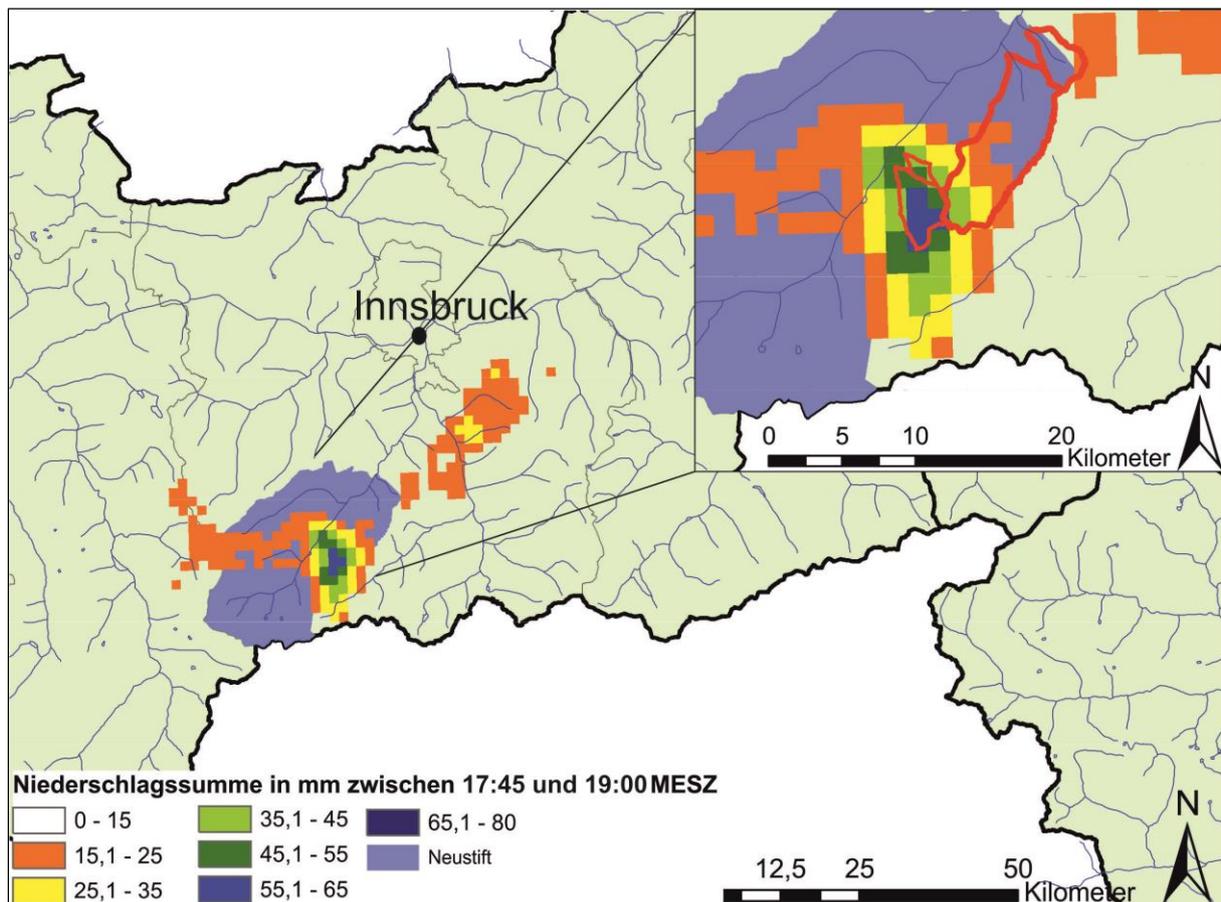


Abbildung 108: Analyse der INCA-Daten zwischen 18.00 und 19.15 MESZ

Wie schon vermutet, handelt es sich um eine kleinräumige Gewitterzelle im Bereich des Habichts. Vor allem die vom Habicht nordwestlich gelegenen Einzugsgebiete, hier im Speziellen der Mischbach, haben in rund 75 Minuten bis zu 55 mm Niederschlag abbekommen. Aber auch im Einzugsgebiet des Grobentalbaches fielen zwi-



schen 17.45 und 19.00 Uhr rund 40 mm Niederschlag. Für den Pinnisbach betrug der Niederschlag laut INCA-Daten jedoch lediglich rund 18 mm (Abbildung 109).

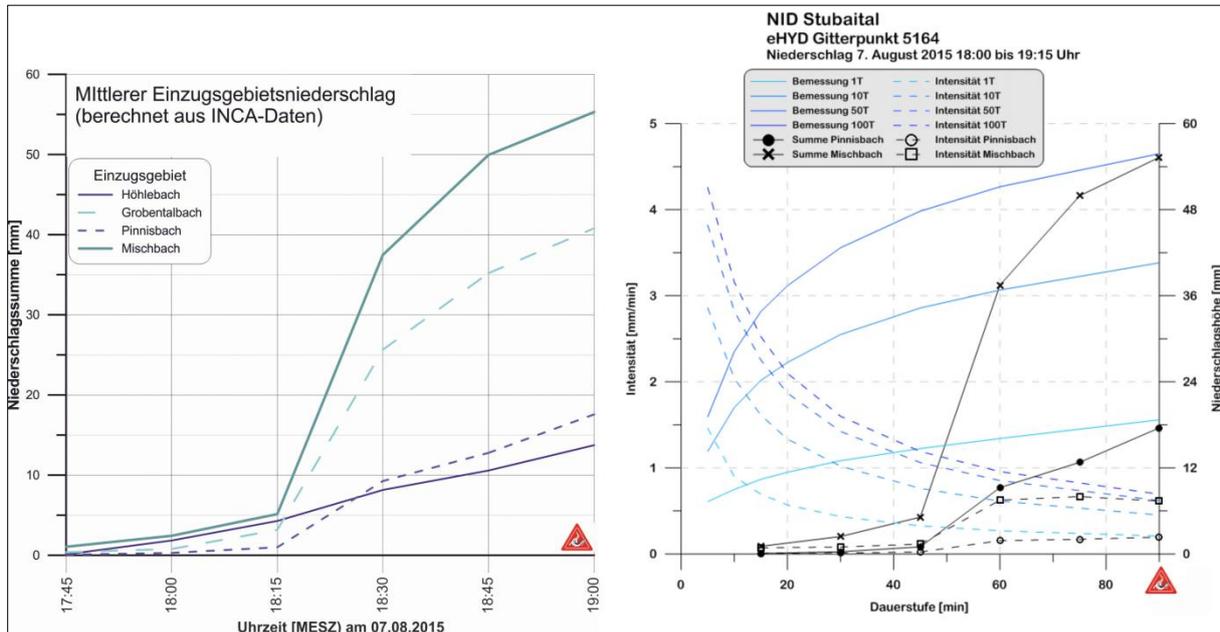


Abbildung 109: Links: INCA-Niederschlagssummen der in den Einzugsgebieten liegenden Gitterpunkte. Rechts: Niederschlagsintensitäts-Dauer-Diagramm (Bemessung) des e-Hyd Gitterpunkts 5164 im Vergleich mit dem ereignisauslösenden Niederschlag am 7. August 2015 (Daten: ZAMG, 2015; BML-FUW, 2016)



## 4.6 Gamperdonatal

(Dipl.-Ing. Terzer Siegbert, Dipl.-Ing. Beck Markus. Zu Grunde liegt die Diplomarbeit von BECK und SEEBERGER aus dem Jahr 2015)

### 4.6.1 Allgemeine Beschreibung

Die Einzugsgebiete der untersuchten Wildbäche liegen im Gamperdonatal, welches mit einer Fläche von rund 68 km<sup>2</sup> einen Großteil der 110,35 km<sup>2</sup> großen Marktgemeinde Nenzing, Vorarlberg, ausmacht und von der Agrargemeinschaft Nenzing bewirtschaftet wird. Auf der Westseite des Fundelkopfes gibt es insgesamt 21 murfähige Einzugsgebiete. Die Größe der Einzugsgebiete reicht von 0,7 ha bei der kleinsten Mure südlich der Jobanrufe bis ca. 76 ha bei der Bärarufe. Sie reichen von rund 1.430 m. ü. A. bis auf maximal 2.401 m. ü. A. und sind, abgesehen von Starkniederschlagsereignissen, nicht stetig wasserführend. Das Gamperdonatal wird umgeben vom Malbuntal, Fürstentum Liechtenstein, im Westen und von der Gemeinde Seewis im Prättigau, Schweiz, im Süden. Östlich grenzt das Brandnertal, ebenfalls dem Bezirk Bludenz zugehörig, an (Abbildung 110).

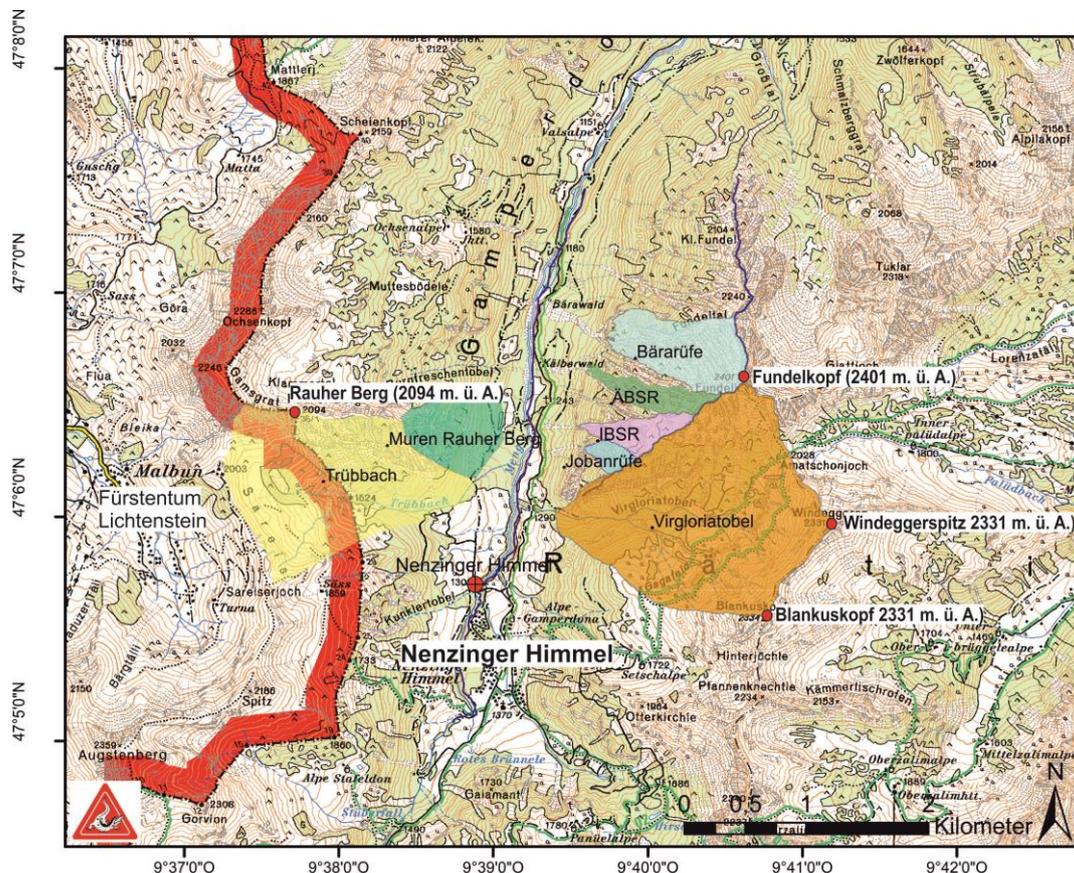


Abbildung 110: Sammelgebiete der im Sommer 2015 abgegangenen Muren im Gamperdonatal.



Entwässert wird das Tal durch die Meng in Richtung Norden in die Ill. Die Einzugsgebiete der Wildbäche, die regelmäßig zu Sperrungen des Gamperdonawegs, welcher von der Agrargemeinschaft Nenzing verwaltet wird, führen, liegen südlich und westlich des 2.401 m hohen Fundelkopfes. In diesem Bereich schneidet der Gamperdonaweg die Ablagerungskegel von insgesamt sechs Einzugsgebieten, welche in der jüngeren Vergangenheit bis zum Gamperdonaweg abgelagerten (Abbildung 111). Aber auch die Einzugsgebiete südlich und östlich des Rauhen Berges (2.094 m. ü. A.) gefährden die Ausweichroute westlich der Meng (Abbildung 110).

Geologisch betrachtet liegt das Gamperdonatal am Westrand der Ostalpen und ist somit dementsprechend tektonisch beansprucht. Mit Türmchen besetzte Grate sowie kleinräumig wechselnde Kluftrichtungen charakterisieren das Fundelkopfmassiv. Die aus Hauptdolomit aufgebauten Flanken sind brüchig und mit tief eingeschnittenen Schluchten durchzogen. Bewuchs reicht bis auf etwa 2.100 m Seehöhe (Bergkiefern).



Abbildung 111: Ablagerungskegel der Bärarüfe mit dem Gamperdonaweg im Vordergrund. Das Untersuchungsgebiet gehört zum forstlichen Wuchsgebiet 4.1 Nördlichen Randalpen - Westteil. Die Einzugsgebiete reichen von der hochmontanen (1.200 – 1.450 m. ü. A.) bis zur hochsubalpinen (1.650 – 1.950 m. ü. A.) Höhenstufe.



#### 4.6.1.1 Ereignischronik

Da der Gamperdonaweg nicht in einen Dauersiedlungsraum führt und bis auf den Aufwand durch Räumungsarbeiten in der Regel keine Schäden durch diese Muren entstehen, werden die Wildbachereignisse nicht detailliert aufgezeichnet.

Daher wurde versucht anhand von Orthofotos der Jahre 1951, 1973, 2001, 2005, 2006, 2009 und 2012 und Geländebegehungen in den Jahren 2013, 2014 und 2015 die Murgangaktivität am Westhang des Fundelkopfes zu rekonstruieren (Abbildung 112). Dabei konnten in Summe 33 Ereignisse identifiziert werden, bis zum Jahr 2013 waren es noch 28. Es ist jedoch anzunehmen, dass zwischen den Aufnahmen der Orthofotos vor dem Jahr 2001 noch mehr Ereignisse stattgefunden haben. Auch in den Jahren 2013 und 2015 fanden Murereignisse statt. Letzteres hat durch mindestens fünf verschiedene Ablagerungen den Gamperdonaweg zur Alpe Gamperdona bis zu zehn Meter hoch verlegt (Abbildung 111).

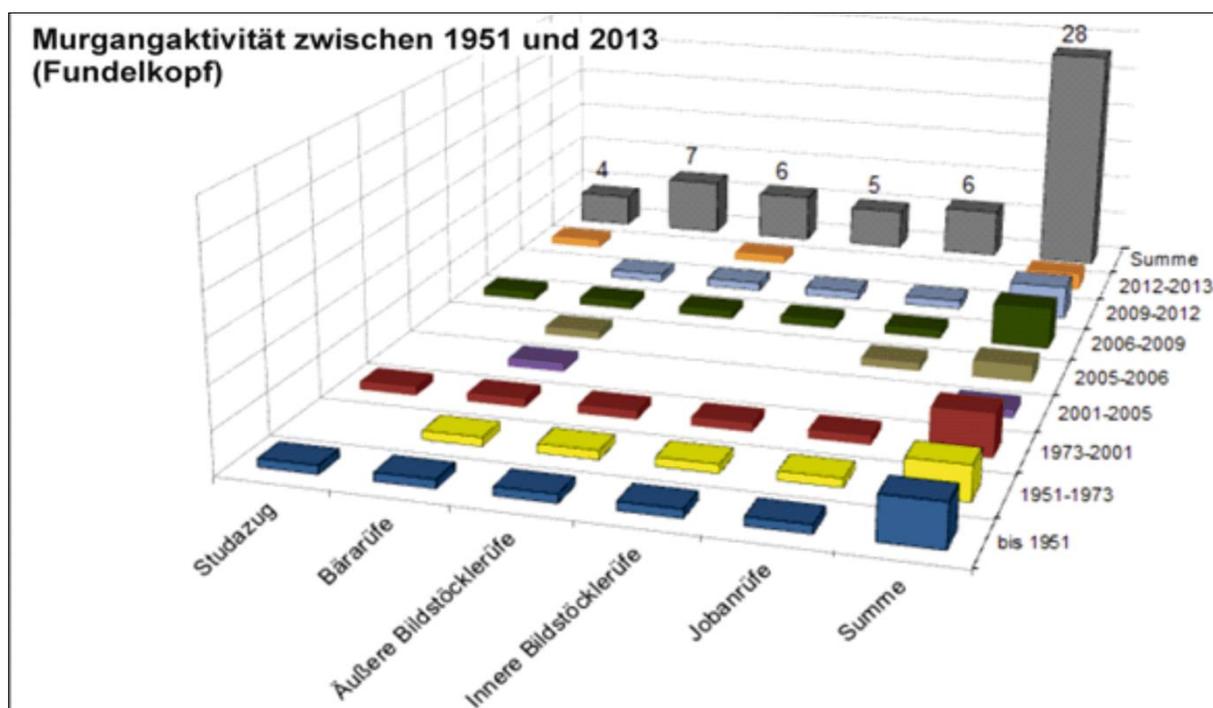


Abbildung 112: Murgangaktivität am Westhang des Fundelkopfes ohne die Jahre 2014 und 2015

#### 4.6.2 Ereignisbeschreibung

Am 9.8.2015 um ca.18.00 Uhr MESZ wurde nach starken Niederschlägen Material aus den Murkegeln der Einzugsgebiete westlich des Fundelkopfes (Abbildung 110) erodiert und in Form von Murgängen über den Gamperdonaweg und teilweise bis zum Vorfluter transportiert. Die Straße wurde dabei stellenweise bis zu zehn Meter



hoch verlegt und musste deshalb für 4 Tage gesperrt werden. Auch die Ausweichroute auf der gegenüberliegenden Talseite zwischen Schofbruck und der Schupfabruck wurde durch Muren bzw. murartige Feststofftransporte an mehreren Stellen verlegt. Sie konnte aber durch Räumungsarbeiten der Agrargemeinschaft Nenzing innerhalb von einem Tag für geländetaugliche Fahrzeuge freigegeben werden. Die Versorgung der rund 700 Urlauber wurde zwischenzeitlich durch einen Puch Pinzgauer gewährleistet.

Zum Ereigniszeitpunkt um ca. 18.00 Uhr wurden auf dem Gamperdonaweg zwischen der Jobanröfe und dem Virgloriatobel drei Fahrzeuge eingeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt war die Straße durch die Jobanröfe schon verlegt worden. Als sie umkehren wollten, ereignete sich ein weiterer Murgang im Virgloriatobel, welcher die Brücke überströmte und das Gelände mit sich riss (Abbildung 113). Die Insassen konnten sich in der Zwischenzeit auf einen Hügel zwischen den beiden Muren retten. Zwei Fahrzeuge wurden dabei leicht beschädigt. Die Augenzeugen berichteten von kräftigem Hagelschlag im Bereich des Fundelkopfes.



Abbildung 113: Brücke über das Virgloriatobel nach der Räumung durch den Bagger

### 4.6.3 Niederschlag

Vorarlberg zählt zu den niederschlagsreichsten Regionen Österreichs. Der Großteil der Niederschläge fällt im Sommer (37,3 %), das Minimum liegt im Winter (18,2 %).



Im Frühling und Herbst fallen 22,2 % bzw. 22,3 % des Jahresniederschlages. Die Häufigkeit der Gewitter in der angrenzenden Gemeinde Bürs liegt im Jahresmittel bei 21,1. Die meisten davon (15,1) fallen in die Monate Juni, Juli und August. Die maximale Anzahl von Gewittern lag in der Messperiode 1961 bis 1990 bei je 11 Gewittern im Juni und August (AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG, 2001).

Für die Muren am Fundelkopf liefert die Messstelle Nenzinger Himmel (Hydrographischer Dienst Vorarlberg), mit einer Entfernung von rund 2 km gute meteorologische Daten im 5-Minuten-Intervall (Abbildung 110).

Um ca. 13.40 Uhr beginnt es im Gamperdonatal für ca. 80 Minuten zu regnen. In dieser Zeit fallen rund 10 mm Niederschlag. Ab ca. 16.00 Uhr, also zwei Stunden vor den Murenabgängen, beginnt es erneut stark zu regnen (Abbildung 114). Die vom Fundelkopf 5,2 km östlich gelegene Messstation Brand zeichnete zwischen 16.35 Uhr und 17.10 Uhr 16,1 mm Niederschlag auf.

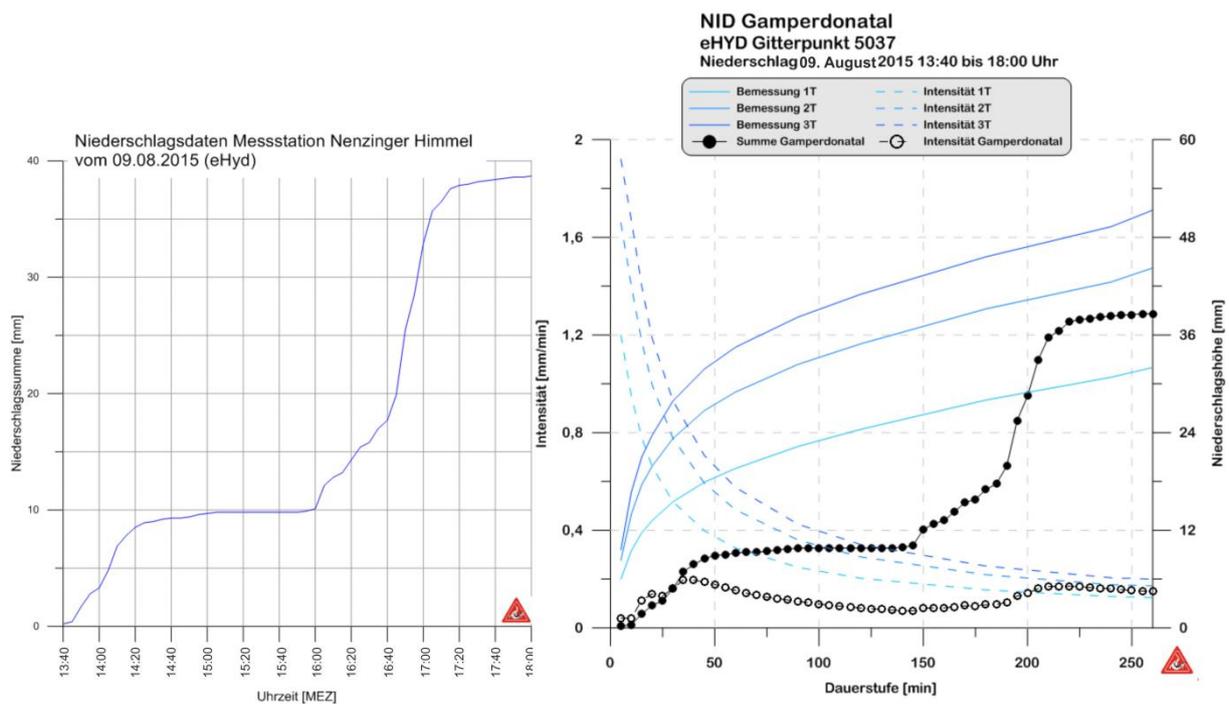


Abbildung 114: Links: Niederschlagssummen der Messstation Nenzinger Himmel (HZB-Nr. 100982); Rechts: Niederschlagsintensitäts-Dauer-Diagramm (Bemessung) des e-Hyd Gitterpunkts 5037 im Vergleich mit dem ereignisauslösenden Niederschlag am 9. August 2015 (Daten: HD Vorarlberg, BMLFUW, 2016)



### 4.6.3.1 Bärarüfe

#### 4.6.3.1.1 Allgemeine Beschreibung

Die Bärarüfe ist mit einer Gesamteinzugsgebietsfläche von rund 76 ha flächenmäßig die größte Mure auf der Westseite des Fundelkopfes. Die Spitze des Fundelkopfes auf 2.401 m bildet gleichzeitig den höchsten Punkt des Einzugsgebietes. Die längste canyonartige Rinne legt auf dem rund 1.932 m langen Weg vom Gipfel des Fundelkopfes bis zum Verschneidungspunkt rund 1.207 Höhenmeter zurück. Das 54,6 ha große Sammelgebiet besteht zum Großteil (36,4 ha) aus sprödem Hauptdolomit, die restlichen 18,2 ha sind mit Bergkiefern bedeckt (Abbildung 117). Die durchschnittliche Neigung beträgt rund 32°. Eine Melton-Zahl von 1,52 und ein Reliefverhältnis von 0,71 sprechen für Murgang als Leitprozess.

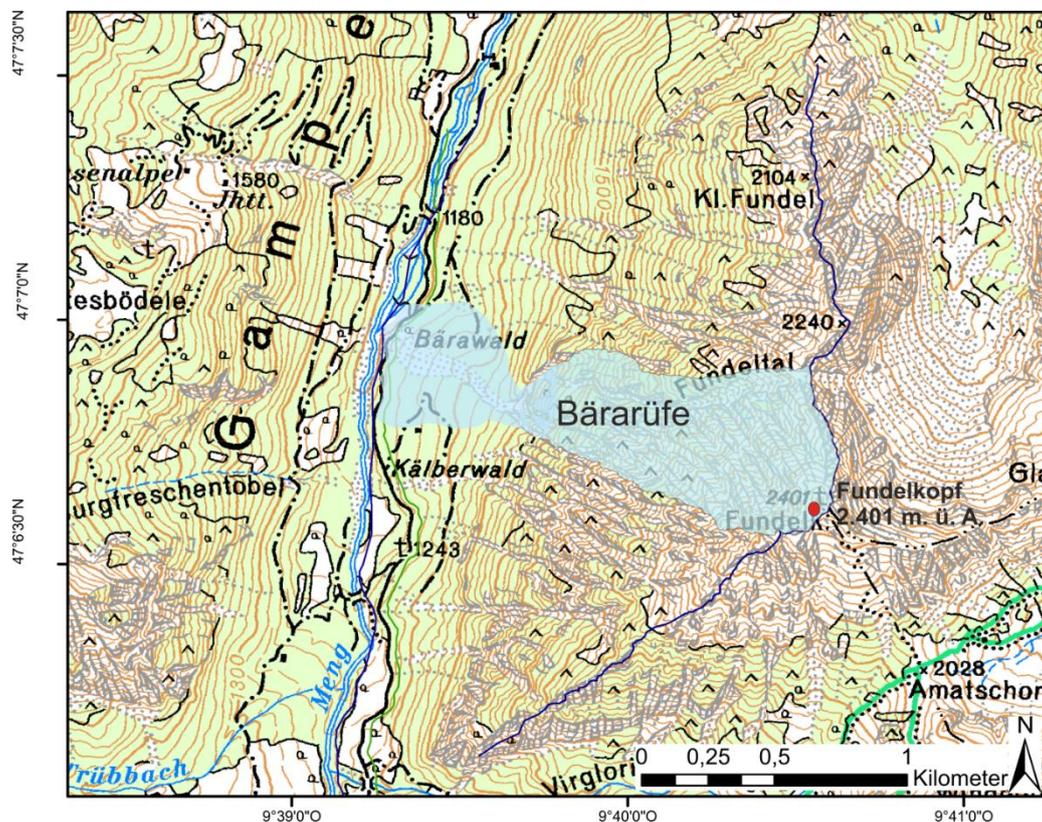


Abbildung 115: Einzugsgebiet der Bärarüfe

Der Name stammt von zahlreichen gesichteten Bären in früheren Jahren. Das Wort Rüfe wird heute noch häufig verwendet und dürfte aus dem Rätoromanischen (ruina oder rovina) stammen und bedeutet so viel wie Erdrutsch oder Geröllhalde.

#### 4.6.3.1.1.1 Ereignischronik

Anhand von dendrogeomorphologischen Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Rekonstruktion der Murgangaktivitäten der Bärarüfe hat NEUMANN (2011) zwi-



schen 1839 und 2007 insgesamt 16 Murgangereignisse identifizieren können. Da der Ablagerungskegel in den kürzlich aktiven Bereichen aber kaum holzigen Bewuchs aufweist (Abbildung 111) ist anzunehmen, dass die Anzahl der Ereignisse weit höher ist.

Durch die Untersuchungen der Orthofotos der Jahre 1951, 1973, 2001, 2005, 2006, 2009 und 2012 konnten insgesamt 7 Ereignisjahre ausgemacht werden (Abbildung 116). Im Jahr 2015 hat ein weiteres Ereignis in der Bärarüfe den Gamperdonaweg bis zu zehn Meter hoch verlegt.

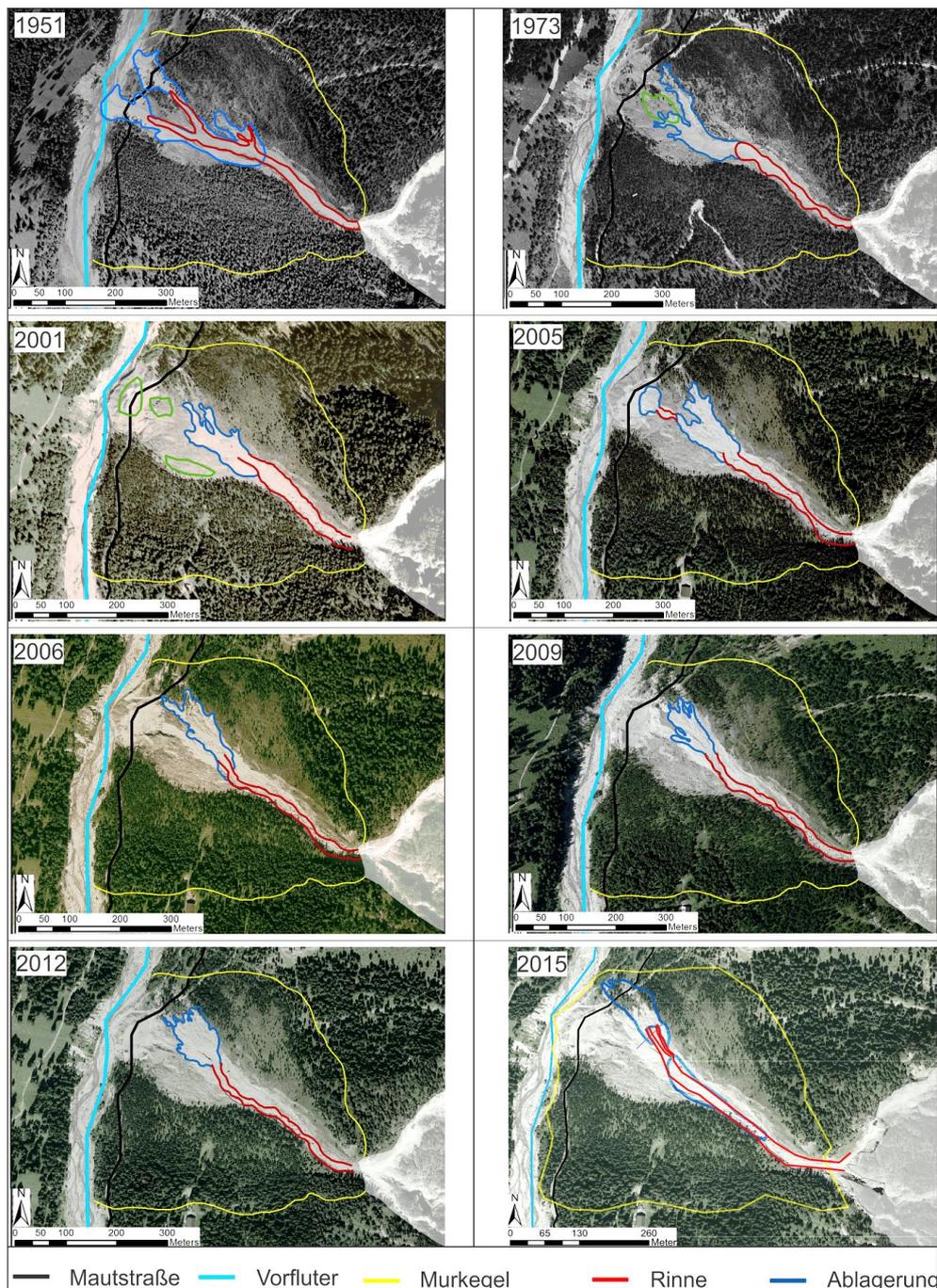


Abbildung 116: Rekonstruktion der Murgangaktivität der Bärarüfe anhand von Orthofotos

#### 4.6.3.1.2 Geschiebemobilisierung

Das Geschiebe wird in der Bärarüfe sowohl im Sammelgebiet (Abbildung 117), als auch direkt am Murkegel mobilisiert. Am nordöstlichen Ende des Sammelgebietes ist eine große, von West nach Ost verlaufende Störung zu erkennen (Abbildung 117 A). Solche Störungszonen sind im kleineren Maßstab auf die ganze Westflanke verteilt und sind hier die Hauptschuttbildner für Muren. Das nach SASS (2006) und HOFFMANN und SCHROTT (2002) berechnete Erosionsvolumen, unter der Annahme einer Erosionsrate von 0,15 mm/Jahr bzw. 1,0 mm/Jahr, beträgt für die Bärarüfe 54,5 m<sup>3</sup> bzw. 364 m<sup>3</sup> jährlich. Der erodierte Hauptdolomit wird oft an flachen Teilabschnitten im Sammelgebiet zwischengelagert (Abbildung 117), bevor das Material durch starke Regenfälle in Form von Murgängen oder fluviatilen Feststofftransporten auf den Ablagerungskegel transportiert wird.

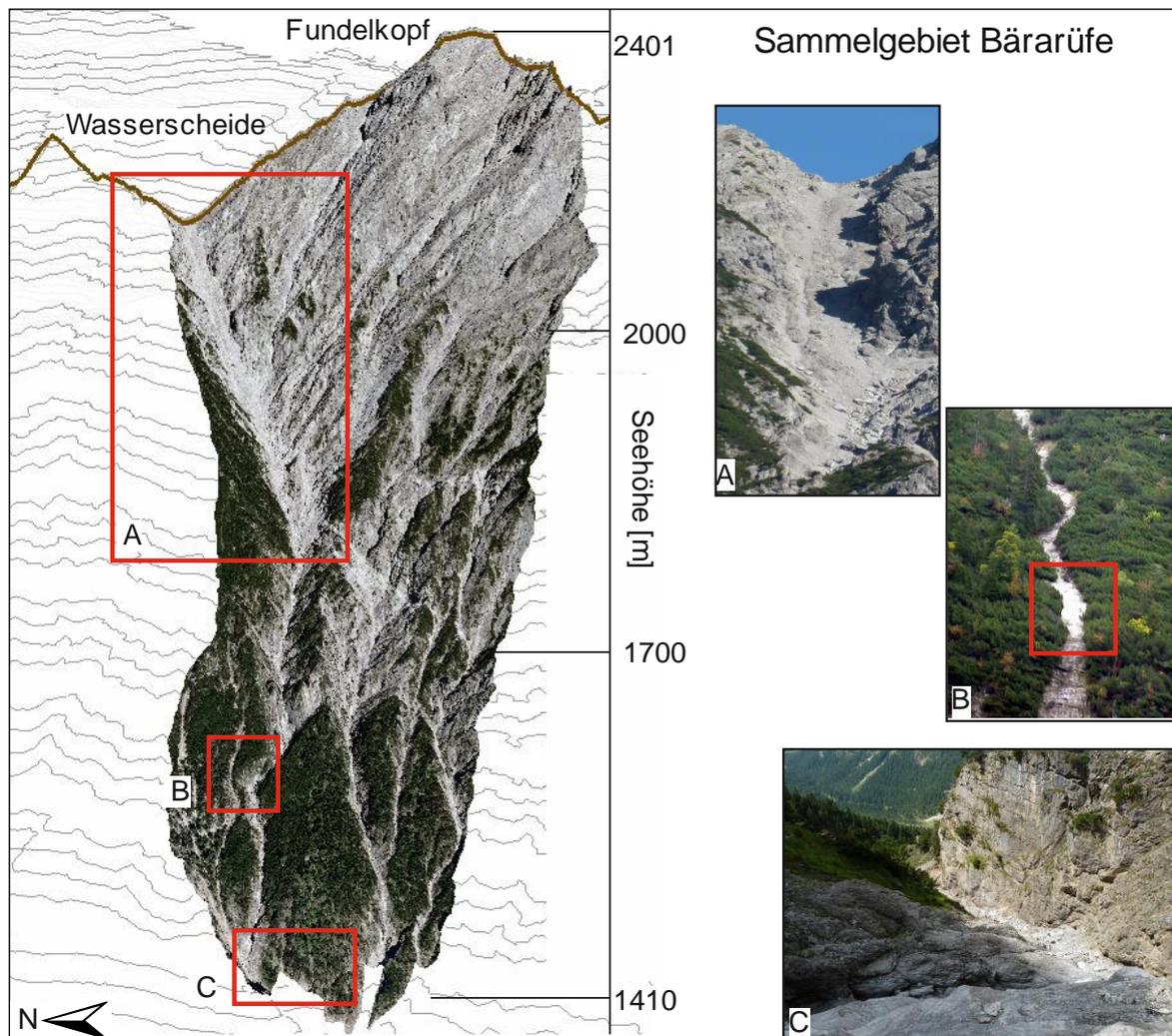


Abbildung 117: Sammelgebiet der Bärarüfe: A: große Störungszone; B: flache Teilstrecke an der der Schutt zwischengespeichert wird; C: einer der drei canyonartigen Rinnen kurz vor dem Übergang in den Murkegel



Die zweite Geschiebequelle stellt der Murkegel selbst dar. Zum einen wird die orografisch linke Seite am Fuß untergraben, was zu kleineren Rutschungen und somit zum Materialeintrag in das Gerinne führt (Abbildung 119 links). Zum anderen ist bei Starkregenfällen die Infiltration in dem Murkegel zu gering und das Wasser erodiert Geschiebe im unteren Bereich des Ablagerungskegels, worauf sich 2 bis zu 4,5 m tiefe Erosionsrinnen ausbilden konnten (Abbildung 119 rechts).

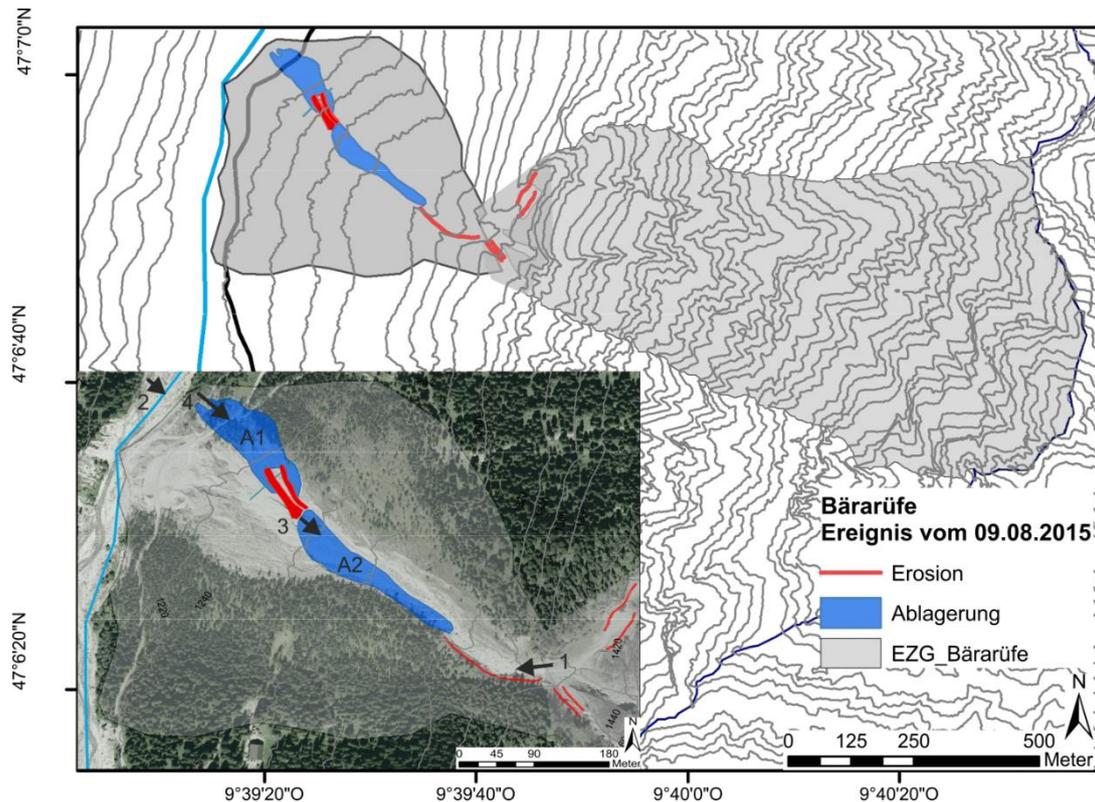


Abbildung 118: Einzugsgebiet der Bärarüfe mit den Erosions- und Ablagerungsbereichen am 9. August 2015. Die Nummerierung im Bild links unten zeigt die Position der folgenden Bilder: 1 (Abbildung 119 links), 2 (Abbildung 119 rechts), 3 (Abbildung 120 links) und 4 (Abbildung 120 rechts)



Abbildung 119: Links: Seitenerosion auf der orografisch linken Seite; Rechts: Erosion im unteren Bereich des Murkegels



#### 4.6.3.1.3 Geschiebeablagerung

Der Murkegel der Bärarüfe beginnt direkt nach der Vereinigung der drei größten Rinnen des Sammelgebietes auf rund 1.387 m Seehöhe und nimmt eine Gesamtfläche von 21 ha ein. Die Straße wurde in der Vergangenheit bereits mehrfach durch die Bärarüfe verschüttet. Auch die Meng wurde durch die Bärarüfe schon des Öfteren aufgestaut.

Durch das Murereignis am 9.8.2015 wurde der Gamperdonaweg bis zu 10 m hoch verlegt (Abbildung 120 rechts). Das Geschiebe für die Ablagerung (Abbildung 118 A1 und Abbildung 120 rechts) stammt zum Großteil aus den zwei erodierten Rinnen im unteren Kegelbereich (Abbildung 119 rechts). Insgesamt wurden hier ca. 10.000 m<sup>3</sup> im Nahbereich des Gamperdonaweges abgelagert. Bei der zweiten Ablagerung (Abbildung 118 A2 und Abbildung 120 links) handelt es sich um ca. 6.000 m<sup>3</sup>, welche im oberen Bereich des Murkegels durch Seitenerosion mobilisiert wurden (Abbildung 119 links) und auf einer flachen Teilstrecke (ca. 13 Grad) in der Kegelmittle abgelagert wurden.



Abbildung 120: Links: Seitenerosion auf der orografisch linken Seite; Rechts: Erosion im unteren Bereich des Murkegels.



#### 4.6.4 Fotodokumentation

##### Virgloriatobel



Abbildung 121: Links: Virgloriatobel vom Gegenhang, Rechts: Brücke über das Virgloriatobel



Abbildung 122: Links: Bärarüfe vom Gegenhang; Rechts: Gamperdonaweg nach Räumung



Abbildung 123: Links: Äußere Bildstöcklerüfe vom Gegenhang; Rechts: Gamperdonaweg nach Räumung



Abbildung 124: Links: Innere Bildstöcklerlüfe; Rechts: Geschälter Baum durch Murgang



Abbildung 125: Links: Jobanröfe; Rechts: Beginn der Tiefen und Seitenerosion in der Jobanröfe



Abbildung 126: Links: Trübbach; Rechts: Ablagerungen Trübbach in angrenzendem Waldstück



Abbildung 127: Links: Zerstörte Brücke durch die Meng; Rechts: Ufererosion Mengbach



Abbildung 128: Links: Mure östlich den Rauhen Berge; Rechts: Mure östlich des Rauhen Berge



## 5 Zusammenfassung

Im Jahr 2015 gab es mit 167 Ereignissen rund ein Fünftel weniger Ereignisse im Zuständigkeitsbereich des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung als im Jahr zuvor. Auslöser waren hauptsächlich extreme Wetterlagen im Juli und August. Das langjährige Mittel des Niederschlags wurde um 11 % unterschritten, was vor allem in Teilen Oberösterreichs, im westlichen Niederösterreich und im Industrieviertel (22 bis zu 40 % weniger Niederschlag) zu spüren war. Aber auch die ereignisreichen Monate von Juni bis August waren mit einem Niederschlagsdefizit von 18 bis 34 % im österreichischen Mittel sehr trocken.

In den Monaten Juni bis August wurden fast 85 % aller Ereignisse verzeichnet. Vor allem der Juni war mit 51 aufgezeichneten Ereignissen, welche rund ein Drittel aller Ereignisse im Jahr 2015 darstellen, sehr ereignisreich. Der Großteil dieser Ereignisse (45) wurde zwischen 4. und 8. Juni 2015 in Tirol verzeichnet. Zurückzuführen sind diese Ereignisse auf lokale Starkniederschläge in Kombination mit ohnehin schon stark durchfeuchteten Böden durch das Abschmelzen der Schneedecke Ende Mai bzw. Anfang Juni, die sich zwischen dem 19. und 24. Mai oberhalb von 1.400 m. ü. A. ausbilden konnte.

Ausgelöst wurden die meisten Wildbachereignisse (rund 64 %) durch Starkregen bzw. Gewitter in Kombination mit Hagelschlag. Der zweithäufigste Auslöser war Starkregen bzw. Gewitter ohne das Phänomen Hagel mit rund 28 %.

Die Intensitätsklasse extrem ist mit ca. einem Drittel aller Ereignisse am stärksten vertreten, wobei rund die Hälfte (47 %) der murartigen Verlagerungsprozesse (murartiger Feststofftransport und Murgang) dieser Klasse zugeordnet wurden. 30 % der Ereignisse des Jahres 2015 fallen in die Intensitätsklasse stark.



## 6 Literatur

- ADAMS, Marc & LECHNER, Veronika (2015): UAV-Befliegung Sellrain/Seigesbach (Endbericht), Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Innsbruck, 27 S.
- AMT DER VORARLBERGER LANDERSREGIERUNG (Hrsg.). (2001): Klima von Vorarlberg: Eine Anwendungsorientierte Klimatographie. Bd. 2, Bregenz.
- BECK, M., SEEBERGER, G. (2015): Geomorphologische Untersuchung zu Muren im Gamperdonatal, Diplomarbeit, Univ. f. Bodenkultur Wien.
- BERGER, Friedel (1968): Das Sellraintal – Bevölkerung, Siedlung und Wirtschaft eines Hochgebirgstales., Dissertation, 334 S., Solbad Hall in Tirol.
- BMLFUW (2016): Auswertung der Bemessungsniederschläge für Österreich. Online im Internet: eHyd.gv.at [Zugriff am 28.3.2016]
- FORSTLECHNER, David (2015): Ereignisdokumentation Schallerbach 8.6.2015, Gemeinde See und Kappl, Bezirk Landeck, Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Oberes Inntal, 18 S.
- HD Tirol (2015): Hydrologische Übersicht Tirol – Juni 2015, Land Tirol, Abteilung Wasserwirtschaft, Sachgebiet Hydrografie und Hydrologie, 19 S.
- HOFFMANN, T.; SCHROTT, L. (2002): Modelling sediment thickness and rockwall retreat in an Alpine valley using 2D-seismic refraction (Reintal, Bavarian Alps). Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 127: S 153-173.
- HÜBL J. (2009): Ereignisdokumentation. Prozesse: Wasser. Universitätskurs Ereignisdokumentation (Hrsg. Institut für alpine Naturgefahren). Wien
- JENNER, Annegret (2015): Ereignisdokumentation Seigesbach nach dem Hochwasserereignis in Sellrain/Tirol am 7.6.2015, Gemeinde Sellrain, Bezirk Innsbruck, Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Oberes Inntal, 18 S.
- KIENBERGER, Christian (2015): Ereignisdokumentation Gallenzenkogelmure nach dem Murereignis am 10.1.2015, Gemeinde Hollenstein an der Ybbs, Bezirk Amstetten, Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Niederösterreich West.
- NEUMANN, M. (2011): Räumliche und zeitliche Rekonstruktion der Murgangaktivität für alpine Einzugsgebiete: Eine dendrogeomorphologische Fallstudie, Diplomarbeit, Univ. f. Bodenkultur Wien.
- OLEFS et al. (2013): SNOWGRID – A New Operational Snow Cover Model in Austria. In International Snow Science Workshop Grenoble, Chamonix Mont Blanc, Grenoble.
- ONR 24800 (2009): Schutzbauwerke der Wildbachverbauung - Begriffe und ihre Definitionen sowie Klassifizierung. ASI Austrian Standards Institute/Österreichische Norm, Wien.



- SASS, O. (2006): Bedrock detection and talus thickness assessment in the European Alps using geophysical methods. *Journal of Applied Geophysics* 62: S 254-269.
- SCHWEIGL, J. (2014): Hollenstein/Ybbs, Gst. Nr. 586, 663, 673, 659/1, 672/1 und 1263/5 (L6180) der KG Großhollenstein, Winkelmayr Karl u. Kordula, Fellner Dietmar, Katastrophenschaden, Erdbeben und Mure, Wiederherstellung der Forststraße, Geologisches Gutachten (BD1-G-212/022-2014), Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, S. 3-4.
- SCHWEIGL, J. (2015): Hollenstein an der Ybbs, Gst. Nr. 586, 663, 673, 659/1, 672/1 und 1263/5 (L6180) der KG Großhollenstein, Winkelmayr Karl u. Kordula, Fellner Dietmar, Katastrophenschaden, Erdbeben und Mure (BD1-G212/022-2014), Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, S. 3
- WIESBAUER, H. (2015): Die Ybbs - Ein Fluss macht Geschichte, Herausgegeben vom Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Wasserbau und Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft in Wien, 108 S.
- ZAMG (2015a): Meteorologisches Gutachten zum Starkniederschlagsereignis in der Nacht vom 7. auf den 8. Juni 2015 in See im Paznaun, Gutachten Nummer 2015/IN/001861, 10 S.
- ZAMG (2015b): Meteorologisches Gutachten zum Starkniederschlagsereignis am 6. und 7. Juni 2015 in Sellrain in Tirol, Gutachten Nummer 2015/IN/001646, 9 S.
- ZAMG (2016): Klima aktuell. Online im Internet: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell> [Zugriff am 21.04.2016].