

DER BERGSTURZ VOM PIZZO CENGALO AM 23.8.2017 –

Ereignisverkettungen und Katastrophenbewältigung in
Bondo, Val Bregaglia, Kanton Graubünden Schweiz

Technische Bereisung am 27. und 28.06.2019 des Vereins der
Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung
Österreichs



Herausgeber:

Verein der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung
Österreichs, A-6900 Bregenz

Gesamtkoordination und Redaktion:

Mag. Dr. Thomas Sausgruber, Dipl.-Ing. Christian Pürstinger

Vorwort

Auf Einladung von Herrn Dr. Christian Wilhelm, Bereichsleiter Schutz vor Naturgefahren, konnte am 27. und 28. Juni 2019 eine zehnköpfige Delegation der Wildbach- und Lawinenverbauung den Bergsturz vom Pizzo Cengalo begutachten.

Ein Dank vorab auch an unseren Abteilungsleiter, Dr. Florian Rudolf-Miklau diese Reise nach Bondo ermöglicht zu haben.

Von den Schweizer Kollegen wurde bereits vorab ein interessantes und spannendes Programm zusammengestellt und mit großer Vorfreude durften wir ins benachbarte Graubünden anreisen.

Sogar das Wetter wurde von unseren Freunden aus der Schweiz perfekt organisiert und wir konnten bei strahlendem Sonnenschein zwei fachlich sehr eindrückliche Tage am Fuße des Massiv des Pizzo Cengalo verbringen.

Im Namen der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs und insbesondere aller Teilnehmer darf ich mich für die großzügige Gastfreundschaft und die hervorragende Exkursionsführung bedanken.

Die Folgen des Bergsturzes und die anschließende Bewältigung der Katastrophe wurden sehr eindrücklich und anschaulich präsentiert und es konnte dadurch ein tiefer Einblick in ein derart extremes Naturereignis gewonnen werden. Die offene Diskussion haben wir mit großem Respekt wahrgenommen und für die Leistung bei der Bewältigung kann nur unsere Hochachtung ausgesprochen werden.

Wie bereits in Bondo angekündigt, wurde die Gegeneinladung für einen Besuch in Österreich ausgesprochen und wir hoffen in naher Zukunft die Kollegen aus der Schweiz bei uns begrüßen zu können.

Der Dank gilt den Mitarbeitern des Amtes für Wald und Naturgefahren für die Mühe der Vorbereitung und Organisation. Des Weiteren dürfen wir uns vor allem bei Frau Anna Giacometti, der Gemeindepräsidentin der Gemeinde Bregaglia bedanken.

Wir wünschen unseren Freunden aus der Schweiz weiterhin viel Erfolg bei ihrer Aufgabe "dem Schutz vor Naturgefahren".

Im Namen der Delegation der WLV - Gebhard Walter

Teilnehmer

Sektion / Abteilung	Name
Abteilung	Kilian Heil
Niederösterreich	Stephan Vollsinger
Oberösterreich	Wolfgang Gasperl
Steiermark	Daniel Hainzer
Kärnten	Josef Brunner
Tirol	Gebhard Walter
	Daniel Kurz
	Thomas Sausgruber
Vorarlberg	Thomas Frandl
	Margarete Wöhrer-Alge



Teilnehmer der Fachexkursion, die Schweizer Kollegen des AWN, die Bürgermeisterin von Bondo und ein Vertreter der Gebäudeversicherung;

im Bildhintergrund: der Pizzo Cengalo mit der hellen Ausbruchsnische der Fels- und Bergstürze seit 2011

Vordere Reihe (von links nach rechts): Daniel Kurz, Thomas Frandl, Margarete Wöhrer-Alge, Kilian Heil, Josef Brunner

Bildmitte - 2. Reihe: Christian Wilhelm, Anna Giacometti, Stephan Vollsinger

Hintere Reihe: Wolfgang Gasperl, Thomas Sausgruber, Sigi Manetsch, Jann Brosi, Gian-Cla Feuerstein, Gebhard Walter, Daniel Hainzer

Gebietsübersicht

Das Dorf Bondo, 823 m.ü.M., im Val Bregaglia, Kanton Graubünden gelegen, hat nach Osten über das Tal der Bondasca Zugang zu den imposanten Berggestalten des Bergells wie Pizzo Badile 3.305 m.ü.M., Pizzo Cengalo 3.369m.ü.M., Ago di Sciora 3.205 m.ü.M u.a. Im Gebiet stehen zwei SAC Hütten, die Capanna Sasc Furä und die Capanna di Sciora. Beide Hütten dienten bis zum Bergsturz im Sommer 2017 als Unterkunft und Ausgangspunkt für Wanderungen und Klettertouren. Auch war das Tal der Bondasca bis zum Bergsturzereignis 2017 mit einer für PKW befahrbaren Mautstraße bis Laret, 1.247 m.ü.M. erschlossen (Abbildung 1).

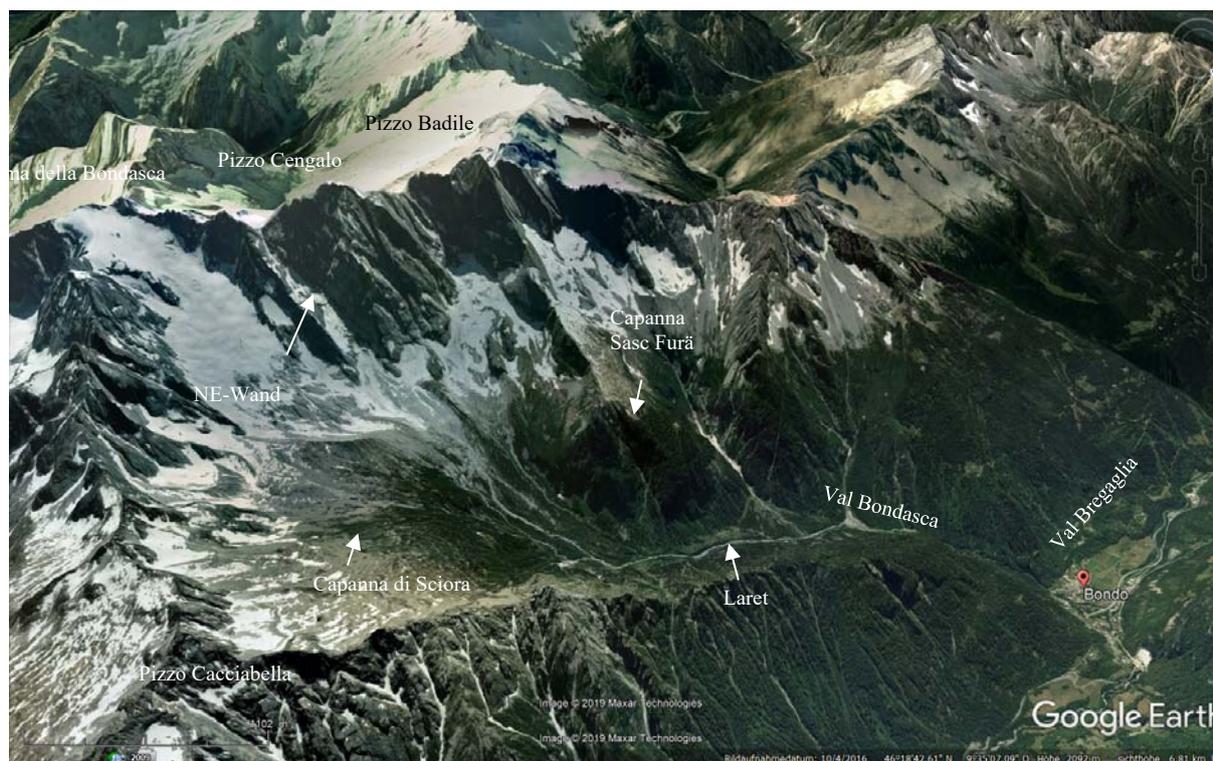


Abbildung 1: Gebietsübersicht – Luftbilder aus der Zeit vor den großen Sturzereignissen ins Val Bondasca. Seit 2011 lösen sich Fels- und Bergstürze aus der Nordostflanke am Pizzo Cengalo (Quelle: Google Earth).

Ereignisse und Prozessbeschreibung

Die aus den Medien bekannt gewordene Naturkatastrophe des Bergsturzes am Pizzo Cengalo im Sommer 2017 stellt kein Einzelereignis dar. Seit Sommer 2011 wurden aus seiner Nordostwand wiederholt mehr oder weniger große Felsstürze und zwei Bergstürze registriert (Abbildung 2). Nach mehreren Vorstürzen bis zu einigen 100.000 m³ löste sich am 27.12.2011 ein Volumen von 1,5 Mio. m³. Auch beim größten Ereignis mit 3 Mio. m³, am 23. August 2017 gab es zwei Tage zuvor einen größeren Absturz mit etwa 100.000 m³. Interessant dabei war, dass sich bei bestem Wetter und ohne zusätzliche Niederschläge kurz nach der Ablagerung der Bergsturzmasse ein Schuttstrom und etliche Murschübe, die bis ins Val Bregaglia vordrangen und die sich über Randbereiche des Ortes Bondo und die Kantonsstraße ergossen haben, bilden konnten. Ausgelöst durch intensive Gewitterregen wurden am 9. September desselben Jahres weitere Ablagerungen aus der Bergsturzmasse als Murschübe mobilisiert. Diese führten zu weiteren schweren Vermurungen im Val Bregaglia. Insgesamt gelangten 0,5 Mio. m³ an Material in Form von Muren nach Bondo. Die beschriebene Prozesskette war beim Ereignis von 2011 derart nicht zu beobachten und wurde so auch nicht erwartet. Zu Murschüben beim

Ereignis vom Dezember 2011 kam es erst im Sommer 2012 danach, durch Starkniederschläge. Aus der Historie geht hervor, dass die Bondasca kein typischer Murbach ist. Jedoch wurden die Murereignisse von 2012 zum Anlass genommen, ein Warnsystem zu installieren und ein Murauffangbecken in Bondo mit einem Volumen von 50.000 m³, welches im Überlastfall noch bis zu 200.000 m³ aufnehmen kann, zu bauen (Wilhelm et al. 2019).

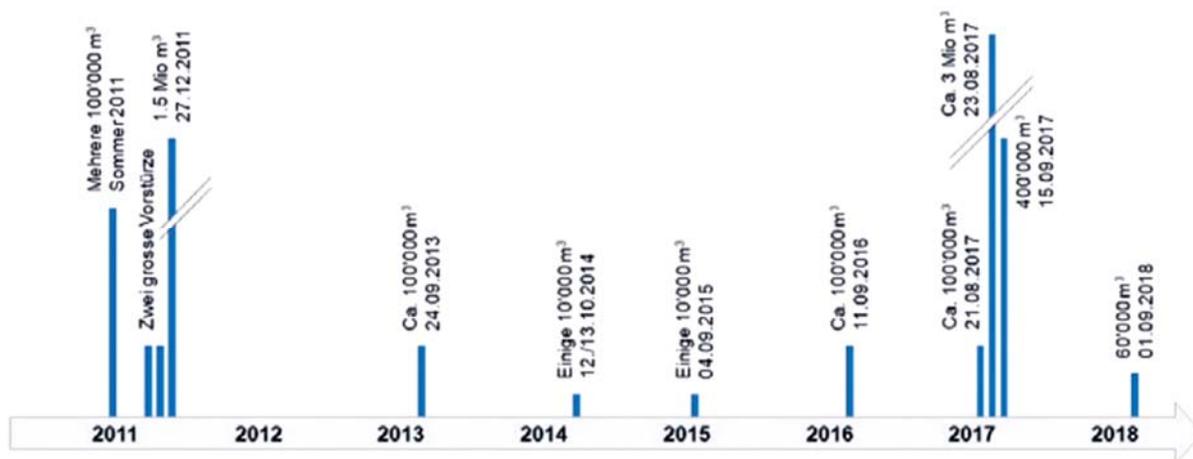


Abbildung 2: Fels- und Bergstürze am Pizzo Cenaglo 2011 bis 2018 (Wilhelm et al. 2019)



Abbildung 3: Hauptbergsturzereignis des Jahres 2017 (Quelle AWN 2017, Badrutt)

Geologie

Der Gebirgskessel des Val Bondasca mit den bekannten Gipfeln Badile und Cengalo besteht in den Gipfelregionen aus Granodioriten / Graniten und Tonaliten. Sie stellen junge Intrusionen der alpidischen Gebirgsbildung mit einem Alter von 30 Mio. Jahren dar. In den tieferen Talabschnitten sind ältere Gesteine wie Migmatite und Gneise aufgeschlossen (Abbildung 4). Junge Ablagerungen stellen Lockergesteinsauflagen

glazialen Ursprungs wie Moränen, weiteres Hang-, Schutt- und Murfächer sowie Fels- und Bergsturzablagerungen dar.

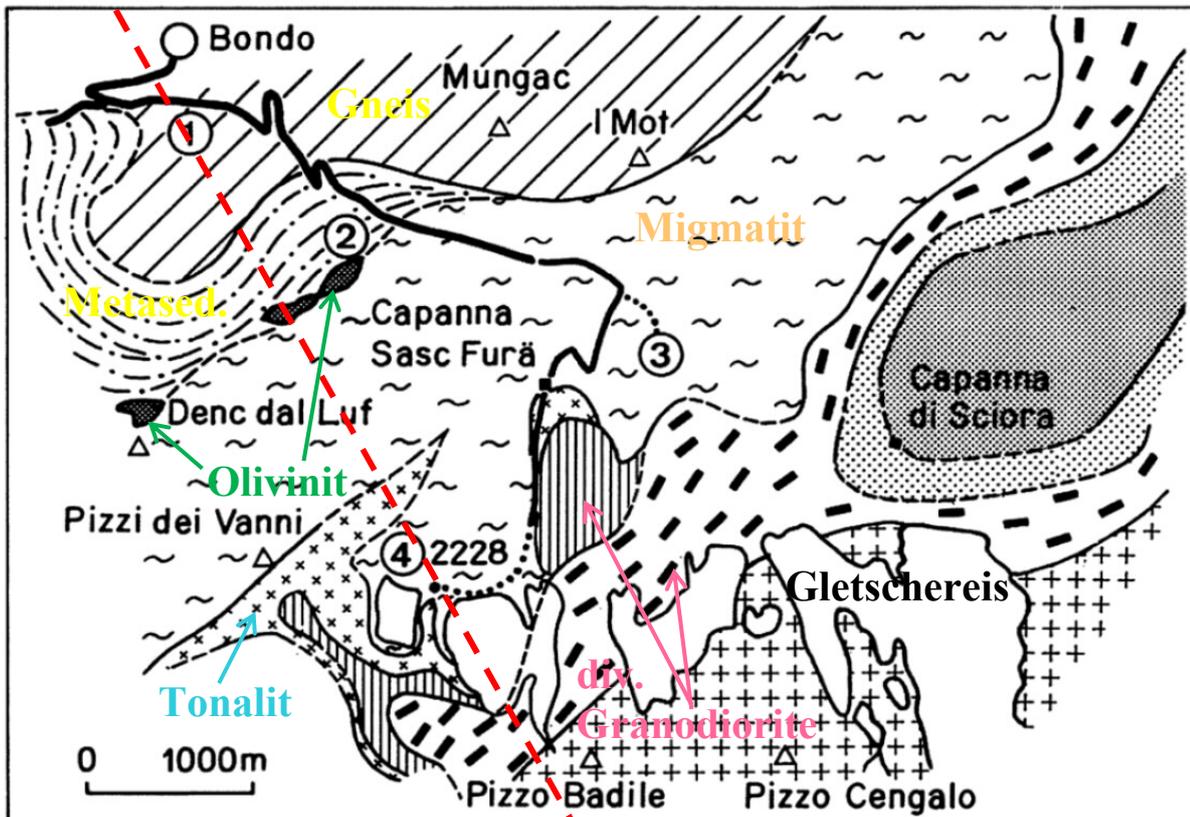


Abbildung 4: Geologische Karte der Festgesteine im Val Bondasca (Quelle: Wenk 2012; ergänzt); Verlauf des geologischen Profilschnitts (Abbildung 5) rot strichliert.

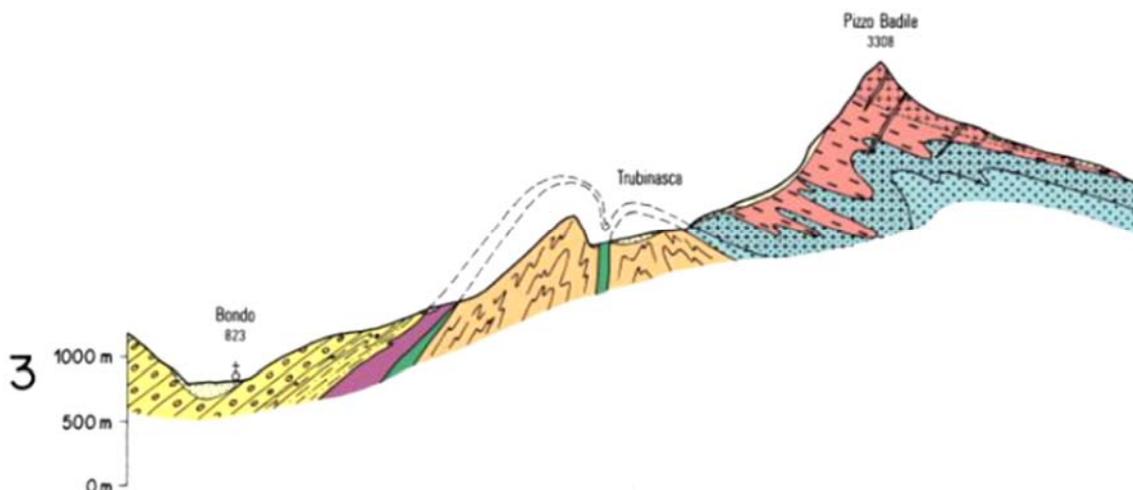


Abbildung 5: Geologischer Profilschnitt vom Pizzo Badile bis zur Talortschaft Bondo; stellvertretend auch für die Geologie am Pizzo Cengalo (Quelle Wenk 2012); hellrot –Granodiorit / Granit; türkis – Tonalit; orange – Migmatit; grün – Amphibolit; violett – ultramafische Gesteine / Olivinit; gelb – Gneis und Metasedimente; hellgelb – Lockergesteine / Talverfüllung Bondo

Ablösemechanismus und mögliche Ursachen der Fels- und Bergstürze

Die Granodiorite stellen geomechanisch betrachtet harte und feste Gesteine dar. Sie zeichnen sich durch ein sprödes Bruchverhalten aus. Die beim Bergsturzereignis von 2017 aus dem GBSAR errechneten Verschiebungen betragen lediglich 6 cm. Für die Ablösung der Massenstürze an der Nordostflanke ist die räumliche Orientierung der Trennflächen essentiell. Nach Untersuchungen und Auswertungen von Preux 2014 sind drei Klufscharen mit hohem Durchtrennungsgrad bedeutend:

- K1 - steil nach Norden einfallende Klüfte (005/70)
- K2 – steil nach Nordosten einfallende Klüfte (065/65)
- K3 – nach WSW einfallende mittelsteile bis steile Klüfte (245/50 bis 70)

Durch die beschriebene räumliche Stellung der Klüfte können Blöcke und Felsteile aus der Wand kippen und gleiten. Für den Bergsturz am 23.8.2017 wurde eine Kombination aus Blockkippen und Gleiten rekonstruiert (Preux 2014). Das Gleiten wird an steil nach Nordosten einfallenden Pultflächen begünstigt (Abbildung 6).



Abbildung 6: Ungefäher Verlauf der Ausbruchsnischen der Stürze in der Nordostflanke des Pizzo Cengalo im Zeitraum 2011 bis 2017(rot umgrenzt); k1...orange – seitliche Begrenzungsflächen der Kluftkörper; k2... grün und türkis - steile stehende Klüfte und steile Pultflächen; k3...blau - nach SW einfallende Flächen

Hingegen sind die Ursachen zur Auslösung für die Fels- und Bergstürze noch unzureichend erforscht. Beim Bergsturz vom Dezember 2011 zeigen aufgenommene Luftbilder Eis an der Abbruchsnische (Abbildung 7). Möglicherweise handelte es sich hierbei um Eis des Permafrosts und der erste Absturz am Pizzo Cengalo steht in Zusammenhang mit dem verstärkten Aufgehen des Permafrosts durch die zunehmend wärmeren Sommer seit den 2.000er Jahren. Beim zweiten Abbruch im Sommer 2017 waren die steilstehenden Ablöseflächen auffällig nass. Daher wird angenommen, dass in den Klüften ein für das Versagen bedeutsamer Klüftwasserdruck

vorhanden war (Wilhelm et al. 2019). Aufgrund der Exponiertheit und der Gefährlichkeit an der Ausbruchsnische durch häufige Nachbrüche waren bislang keine Untersuchungen, die mehr Licht in die Sache bringen hätten können, möglich gewesen (freundliche mündliche Mitteilung Wilhelm).

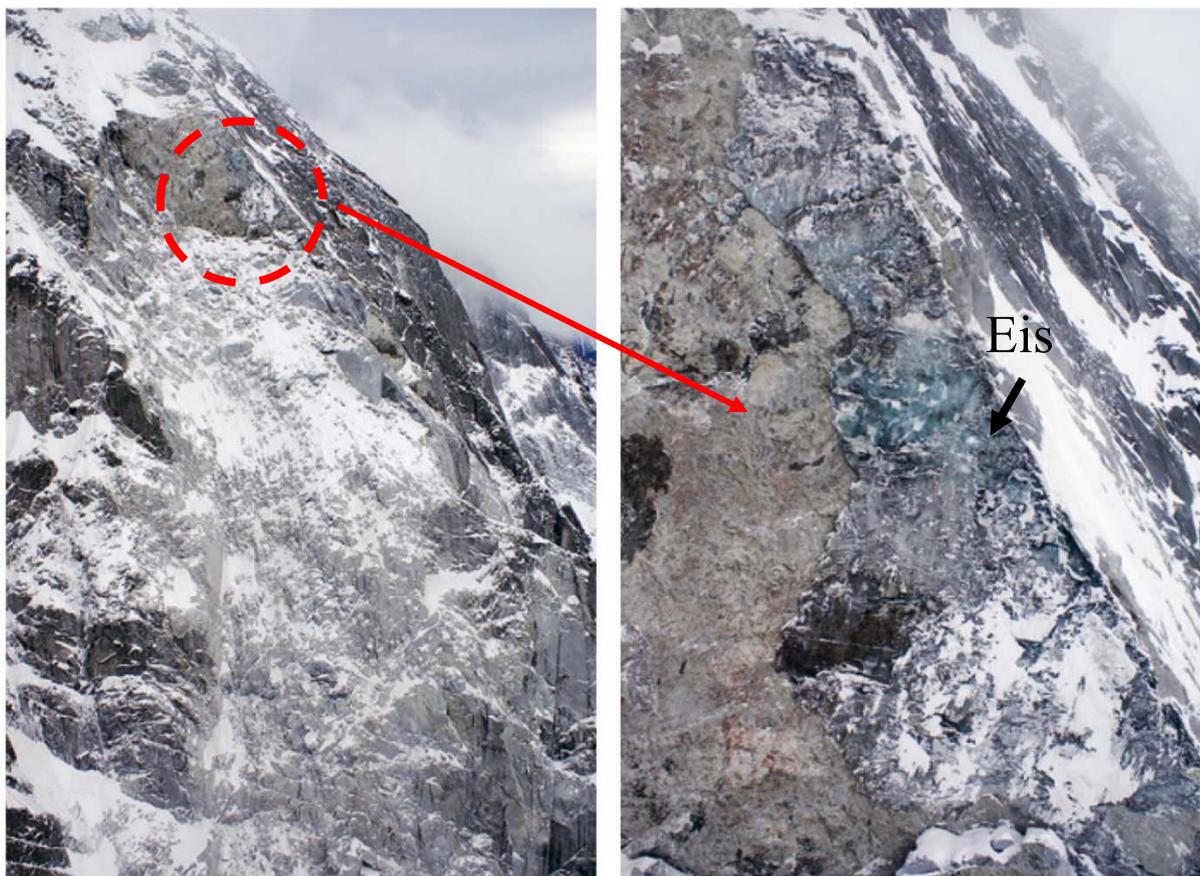


Abbildung 7: Eis an der Abrissfläche beim Bergsturz vom 27.12.2011 (Quelle AWN 2017, ergänzt)

Auslösemechanismus und Ursache für den Schuttstrom und die Murschübe

Bereits 30 Sekunden nach der Ablagerung der Bergsturzmasse löste sich aus dieser ein zähflüssiger Murgang / Schuttstrom, der mit 8 m/s das Val Bondasca hinunterfloss. Von anfänglich rund 0,5 Mio. m³ erreichten ca. 30.000 m³ den Ort Bondo. Am gleichen Tag und an den darauffolgenden zwei Tagen kam es ohne Niederschläge zu mehr als 10 Murgängen (Wilhelm et al. 2019). Ein Bergsteiger am Badile beobachtete, dass nach der Ablagerung der Bergsturzmasse Wasser aus dessen Front fontänenartig austrat (freundliche mündliche Mitteilung Wilhelm). Diese Beobachtung spricht für Porenwasserüberdrücke in der Sturzmasse und erklärt die nachfolgende rasche Mobilisierung von Teilen der abgelagerten Bergsturzmasse als Schuttstrom /Murschübe. Die Herkunft des Wassers beim Bergsturz Pizzo Cengalo stammt von 600.000 m³ Gletschereis, welches beim Abgang der Sturzmasse erodiert und anzunehmend durch die Wärmebildung des Sturzprozesses zu Wasser geschmolzen wurde. Zudem infiltrierte Wasser aus den seitlichen Flanken des Einzugsgebietes in die Sturzmasse.

IRM – Integrales Risikomanagement

Mit integralem Risikomanagement kann ein systematisches Managementkonzept zum Umgang mit Risiken umschrieben werden.

Risikomanagement besteht im Wesentlichen aus einem Kreislauf aus Beurteilung - Vorbeugung – Bewältigung – Regeneration.



Abbildung 8: Kreislauf des integralen Risikomanagements in Bondo (Quelle Wilhelm et al. 2019)

Im Fall von Bondo wurde diese Spirale des Integralen Risikomanagements zweimal durchlaufen.

Risikomanagement in Bondo

Nachdem sich bereit 2012 Mureneignisse in Bondo als Folge des Bergsturzes von 2011 ergeben hatten, wurde daraufhin eine neue Beurteilung der Murganggefährdung in Bondo durchgeführt. Bei diesen Ereignissen waren im Siedlungsraum noch keine Schäden zu verzeichnen, jedoch wurde die geänderte Gefahrenlage erkannt und daher eine neue Bearbeitung der Gefahrenkarten gestartet.

Aufgrund der Erfahrungen aus den Murgängen im Sommer 2012 wurden 3 Phänomene als maßgeblich angesehen:

1. Granulare Murgänge
2. Hochwasser mit Geschiebetrieb
3. Kombination von Murgängen mit Hochwasser

Nach der Festlegung verschiedener Szenarien für alle drei Phänomene wurden die Szenarien für Hochwasser mit einem Niederschlags-Abfluss-Modell berechnet. Die Geschiebefrachten bis zum Kegelhals wurden mit einem 1-dimensionalen Modell berechnet.

Als maßgebender Prozess für die Gefährdung am Kegel wurde eine Kombination aus intensivem Geschiebetrieb und einem Murgang beschrieben. Als maßgebliche Murgangsszenarien wurden jene in Tabelle 1 für die verschiedenen Wiederkehrperioden definiert und nach den Ereignissen 2017 erneut angepasst.

Wiederkehrperiode	Szenarien 2012/13		Szenarien 2017/18	
	Abfluss	Kubatur	Abfluss	Kubatur
100 Jahre	650 m ³ /s	140'000 m ³	200-1'200 m ³ /s	250'000 m ³
300 Jahre	950 m ³ /s	200'000 m ³	300-1'200 m ³ /s	300'000 m ³
Extremereignis	1'100 m ³ /s	265-330'000 m ³	500-1'450 m ³ /s	475-575'000 m ³

Tabelle 1: Kubaturen und Abflüsse der verschiedenen Murgangsszenarien 2012/13 und 2017/18 (Quelle Gabbi et al. 2019)

Die Simulationen für den gesamten Schwemmkegel erfolgten dann mit 2D-Modellen, wobei für die Szenarien mit Geschiebetrieb ebenfalls Reinwassersimulationen durchgeführt und Bereiche mit starken Auflandungen, die aus den 1D-Simulationen ermittelt wurden, durch Anpassung der Höhenkoten verändert wurden. Die Murgangssimulationen wurden mit demselben 2D-Modell durchgeführt, wobei hier ein turbulentes Modell mit Grenzschubspannung verwendet wurde. Die rheologischen Parameter wurden anhand der beobachteten Murgänge validiert.

Gefahrenkarte 2013

Auf Basis der Simulationen wurde dann eine neue Gefahrenkarte für den Ortsteil Bondo erstellt. In der Gefahrenkarte sind jene Bereiche mit erheblicher Gefährdung rot dargestellt, jene mit mittlerer Gefährdung blau und solche mit geringer Gefährdung gelb. Zusätzlich werden noch Bereiche mit einer Restgefährdung schraffiert dargestellt.

Durch die Verschneidung bzw. Überlagerung der Gefahrenkarte mit einer Karte, auf der Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen abgebildet sind, können jene Bereiche abgeleitet werden, welche die größten Schutzdefizite aufweisen. Im konkreten Fall waren dies das Gewerbegebiet am linken Ufer, ein großer Teil des Campingplatzes am rechten Ufer, das Wohngebiet am linken Ufer oberhalb der Kantonsstraße sowie die Kantonsstraße selbst. Auch am Kegelhals wurden im Bereich der alten Brücke Gebäude innerhalb der Zone mit erheblicher Gefährdung ausgewiesen.

Als weiterer Schritt im integralen Risikomanagement folgte nun basierend auf der neu ausgearbeiteten Gefahrenkarte die Ausarbeitung eines Schutzkonzeptes, das sowohl die Installierung eines Frühwarnsystems vorsah, als auch die klassische Errichtung von Schutzbauten zur Sicherung der aufgezeigten Schutzdefizite. Im Wesentlichen wurden ein Geschiebeauffangbecken für ca. 170.000 m³ sowie Flussaufweitungen vorgesehen, drei, orographisch links der Bondasca situierte Dämme umgesetzt und der Campingplatz an der orographisch rechten Seite geschlossen. Die Maßnahmen wurden dann in den Jahren 2013 – 2016 umgesetzt und anschließend eine neue Gefahrenkarte unter Berücksichtigung der neuen Schutzmaßnahmen erstellt. Die wesentlichen Schutzdefizite mit Ausnahme der Kantonsstraße, aufgrund eines zu geringen Freibordes, konnten in der Zone mit erheblicher Gefährdung behoben werden.

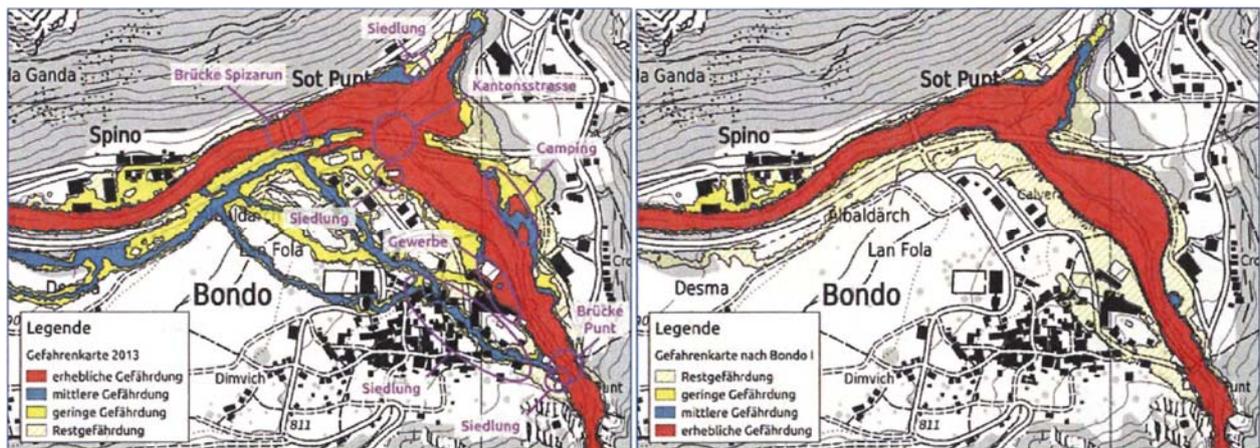


Abbildung 9: Gefahrenkarte Wasser 2012/13 und Schutzdefizite (links) und Gefahrenkarte Wasser 2016 nach Umsetzung der Schutzmaßnahmen Bondo I (rechts) (Quelle Gabbi et al. 2019)

Gefahrenkarte 2017/18

Im Sommer 2017 folgte dann das Extremereignis, welches die bisher definierten Szenarien deutlich überstieg und daher auch Bereiche betroffen waren, die in der Gefahrenkarte 2016 nicht zuletzt aufgrund der Verbauungen als gefahrenfrei bzw. nur als Restgefährdung ausgewiesen wurden. Aufgrund der Prognose, dass sich weiterhin Bergstürze ähnlicher Größenordnungen am Pizzo Cengalo ereignen können, wurden die Szenarien für die Gefahrenkarte neu analysiert und auf Basis der Erkenntnisse aus dem Ereignis 2017 neu bearbeitet.

So wurden die Kubaturen und Spitzenabflüsse neu bewertet und auch die Szenarienbildung um drei Prozessformen erweitert.

1. Granulare Murgänge
2. Entstehung eines Schuttstromes während und nach dem Bergsturzereignis
3. Entstehung von Murgängen in Folge progressiver Verflüssigung

Aus allen neu gebildeten Szenarien sowie aus jenen, die bereits für die Gefahrenkarte 2013 generiert wurden, wurde das maßgebende Szenario für jede Wiederkehrrperiode definiert.

Für die Simulation wurden dieselben Modelle wie 2012/2013 herangezogen, jedoch wurden die Grundlagendaten wesentlich verbessert. So wurde ein Geländemodell auf Basis der Vermessungen für die Schutzbauten mit einer räumlichen Auflösung von 3 m² verwendet. Zusätzlich wurden die neu errichteten Schutzbauten in das Modell eingearbeitet. Auch die Murrheologie wurde aus den Erfahrungen des Sommers 2017 angepasst.

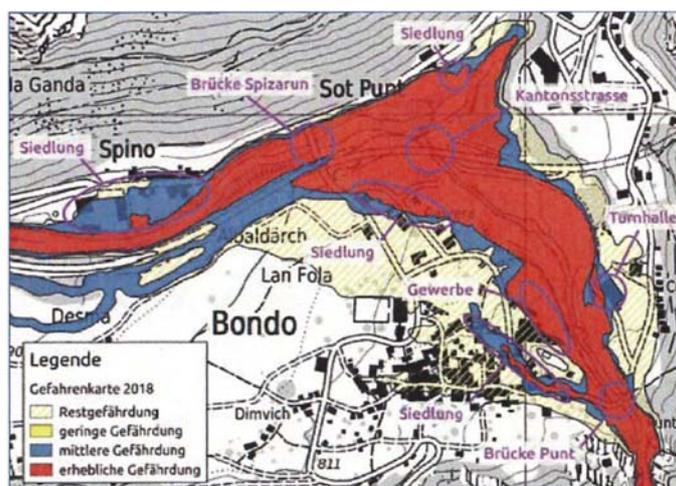


Abbildung 10: Gefahrenkarte Wasser 2017/18 und Schutzdefizite basierend auf den neu definierten Szenarien (siehe auch Tabelle 1). (Quelle Gabbi et al. 2019)

Aus der neu generierten Gefahrenkarte können nun wiederum die aktuellen Schutzdefizite abgeleitet werden. Zu den bereits bekannten neuralgischen Punkten, wie der alten Brücke am Kegelhal, dem Gewerbegebiet und der Siedlung am orographisch linken Ufer sowie der Kantonsstraßenbrücke zeigte die neue Gefahrenkarte nun auch Gefährdungen für weitere Siedlungsteile. So bestand nun eine mittlere Gefährdung für die orographisch rechts befindliche Turnhalle, die Siedlungen Sot Punt und Spino.

Wie schon nach den Ereignissen 2011 wurde auf Basis dieser neuen Gefahrenkarte und unter Berücksichtigung des Schutzkonzeptes Bondo I, ein weiteres Schutzkonzept Bondo II ausgearbeitet. Dieses Schutzkonzept umfasste nun auch Maßnahmen im Vorfluter der Bondasca, da ja die Gefahrenkarte den Schutzbedarf für die beiden dort gelegenen Siedlungen aufgezeigt hat.

Unter Berücksichtigung der geplanten Schutzmaßnahmen Bondo II wurde letztlich auch eine voraussichtliche Gefahrenkarte für Bondo nach Umsetzung der gesamten Maßnahmen erstellt. Dabei sind die wesentlichen Schutzgüter nur mehr einer Restgefährdung ausgesetzt.

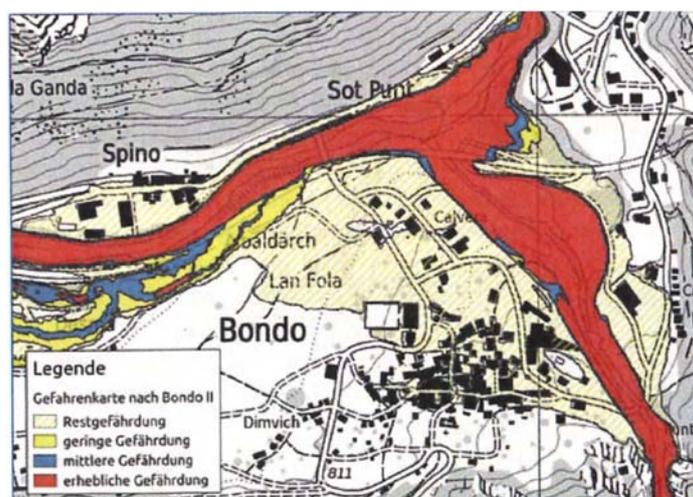


Abbildung 11: Voraussichtliche Gefahrenkarte Wasser nach den Schutzmaßnahmen Bondo II (Quelle Gabbi et al. 2019)

Bei der Betrachtung der Gefahrenkarte 2013 und jener nach Umsetzung der Maßnahmen Bondo II fällt auf, dass sich diese kaum unterscheiden, obwohl zwischen diesen beiden Betrachtungsräumen umfangreiche Verbauungen getätigt wurden bzw. werden. Dies ist Maß dafür, wie aufwendig und kostenintensiv es ist, den Schutzgrad für einen Siedlungsraum zu erhalten, wenn sich massive Veränderungen der natürlichen Prozesse im Einzugsgebiet ergeben. Im Hinblick auf die sich ändernden Voraussetzungen und Prozesse aufgrund des Klimawandels, ist Bondo ein sehr gutes Beispiel, wie aufwändig die Erhaltung des Schutzes unseres Siedlungsraumes in Zukunft sein kann.

Anschrift der Verfasser

DI Daniel Kurz
FTD für WLW, GBL Oberes Inntal
Langgasse 88, 6460 Imst
daniel.kurz@die-wildbach.at

Mag. Dr. Thomas Sausgruber
FTD für WLW, Stabstelle Geologie
Wilhelm-Greil-Straße 9, 6020 Innsbruck
thomas.sausgruber@die-wildbach.at

DI Gebhard Walter
FTD für WLW, Sektion Tirol
Wilhelm-Greil-Straße 9, 6020 Innsbruck
gebhard.walter@die-wildbach.at

Monitoring- und Warnsysteme Bergsturz Pizzo Cengalo

Geologie und Bewegungsformen

Der Pizzo Cengalo ist geologisch dem Bergeler Granit zuzuordnen, welcher sich hauptsächlich aus Tonalit und Grandorit zusammensetzt und Spuren von Gabbro, Hornblende und Dioriten enthält (Schmid et al 1996). Die hauptsächlichsten Bewegungsformen in der Nordostflanke sind planares Gleiten und das Kippen von ganzen Blöcken entlang von Kluftsystemen.

Monitoring durch Beobachtungen des Hüttenpersonals

Bis zum Bergsturzereignis am 27.12.2011 wurde am Pizzo Cengalo kein Monitoringprogramm betrieben. Jedoch war der Pizzo Cengalo unter Bergsteigern schon länger aufgrund seiner erhöhten Steinschlagaktivität als gefährlich bekannt. Nach dem Ereignis von 2011 wurde der unter der Nordostwand verlaufende Wanderweg *Viale* gesperrt. Dieser alpine Wanderweg verband die Hütten Sasc Furä und Sciora. Das Monitoring wurde damals vorwiegend durch Beobachtungen des Hüttenpersonals der zwei umliegenden Schutzhütten betrieben. Eine systematische Erfassung der Bewegungsraten oder eine Vermessung des Pizzo Cengalo blieb vorerst noch aus. Obwohl das Personal der SAC Hütten keinen geologischen Hintergrund hat, konnten sie doch genaue Aufzeichnungen über Sturzaktivität, Anbruchstellen und Bewegungsverhalten dokumentieren.

Technisches Monitoring mittels Radar

Erst nach dem Ereignis Ende 2011 wurde im darauffolgenden Jahr ein Arge-Alp-Projekt gestartet, welches die monetären Mittel und die notwendige Koordination bereitstellte, um den Pizzo Cengalo mittels GB-InSAR (Ground-Based Interferometric Synthetic Aperture Radar) periodisch zu vermessen. Die Schwierigkeit bestand anfänglich darin, den Transport der Messgeräte wirtschaftlich zu gestalten und trotzdem so oft wie möglich die abbruchgefährdete Nordflanke zu beobachten. Dazu wurde mit der SAC-Hütte Capanna di Sciora eine Logistik abgestimmt. Die hohen Aufwendungen wie auch der längere Planungszeitraum für den Einsatz des GB-SARs vor Ort bedeuteten, dass die Voraussetzung optimaler Messbedingungen nicht immer gegeben war. Die Messungen wurden daher teilweise auch bei widrigen atmosphärischen Konditionen durchgeführt. Eine permanente automatisierte Überwachung der Nordwand mittels Radarinterferometrie wurde erst nach dem Katastrophenereignis 2017 installiert, weil davor die Kosten-Nutzen-Rechnung nicht rentabel war. Durch die ständigen Weiterentwicklungen der InSAR-Geräte wie auch der Auswertesoftware kann heute das GB-SAR vor Ort betrieben werden.

Ausblick

Das permanent messende Radar hat seit der Installation schon mehrere große Bewegungen, welche in Felsstürzen resultiert haben, detektiert. Unklar ist bislang welche Ursache die Ereignisse am Pizzo Cengalo haben. Einerseits gibt es die Theorie, dass auftauender Permafrost zum Abbruch der Felsmassen führt, andererseits konnten mit dem permanenten Radar ruckartige Bewegungen im Sommer festgestellt werden. Eine eindeutige Antwort vermag auch das gezielte Monitoring noch nicht zu geben, auch wenn die Zuverlässigkeit der verfügbaren Daten sehr gut ist.

Frühwarnsysteme 2013-2017

Die Ereignisse 2011 und 2012 sowie die Murgänge im Sommer 2012 erhöhten den Druck zur Installation eines Frühwarnsystems. Ende Mai 2013 wurde die Baubewilligung für das Frühwarnsystem erteilt; im Juni 2013 konnte es bereits in Betrieb genommen werden. Das Alarmsystem 2013 besteht aus einer Detektionsanlage in Prä, Lichtsignalen in Bondo sowie dafür notwendigen Schaltzentralen.

Die Murgänge in Prä werden durch drei Reissleinen und einen Pegelradar detektiert. Zusätzlich wurden in Prä zwei Kameras und eine Wetterstation errichtet.

Der Voralarm wird durch eine gerissene Reissleine oder durch Überschreiten eines gewissen Niederschlagschwellenwertes ausgelöst. Wenn zwei oder drei Reissleinen durch einen Murgang reissen, wird direkt ein Alarm ausgelöst. Voralarm und Alarm werden einer ausgewählten Personengruppe auf das Mobiltelefon übertragen. Bei einem Alarm werden gleichzeitig die sieben Rotlichter in der Gemeinde- und an der Kantonsstrasse automatisch auf Rot gesetzt, sodass der gefährdete Bereich nicht mehr befahren werden kann.

Die Alarmanlage in Prä bringt für Bondo eine Vorwarnzeit von ca. 2 Minuten. Zusammen mit der Gemeinde wurde ein Sicherheitskonzept für den Ereignisfall erarbeitet. Neben der gemeindeinternen Organisation (Sicherheitskommission und Gemeindeführungsstab) wurden auch Schnittstellen zu den diversen Partnern festgelegt. Das Sicherheitskonzept beinhaltet eine Checkliste und die Einsatzkarten mit vorsorglich definierten Maßnahmen. Zusätzlich zur Beurteilung der Gefahrensituation wurden im Sicherheitskonzept auch Beobachtungs- und Informationsposten, Absperrungen und Wasserableitungen festgelegt.

Frühwarnsystem unmittelbar nach den Ereignissen 2017

Die im Jahr 2013 installierte Warnanlage in Prä schlug beim Ereignis am 23. 08. 2017 erwartungsgemäß Alarm, wurde aber teilweise zerstört und war nicht mehr funktionstüchtig. Ein provisorisches Warnsystem wurde unmittelbar nach den Ereignissen des 23. 08. 2017 und 31. 08. 2017 eingerichtet und diente zunächst der Betriebssicherheit für die Sofortmaßnahmen.

Zur Evakuierung der tätigen Maschinisten aus dem Ablagerungsbereich wurde eine Vorwarnzeit von 4 Minuten als erforderlich erachtet.

Um dies zu erzielen, wurden Wachposten auf der Sciora Hütte und im Val Bondasca aufgestellt, die die Ereignisse visuell beobachteten und per Funk nach Bondo meldeten. Dieses System war naturgemäß nur bei Tageslicht und ausreichender Sicht aufrecht zu halten, weshalb sich das Zeitfenster der Sofortmaßnahmen anfänglich auf Tagarbeit beschränken musste.

Nach der Wiederherstellung der automatisierten Warnanlage in Prä konnte eine Vorwarnzeit von 4 Minuten erzielt werden und die Sofortmaßnahmen im 2-Schichtbetrieb (Tag und Nacht) fortgeführt werden. Damit war es möglich, eine deutliche Erhöhung des geräumten Murschuttmaterials zu erzielen. Im Mittel wurden 7.000 m³/d an Material aus dem Ablagerungsraum entfernt und deponiert (Wilhelm et al. 2019).

Dauerhaftes Frühwarnsystem

Bewegungsmessungen und geotechnische Untersuchungen lassen am Pizzo Cengalo (3369 m) ein weiteres Bergsturzereignis im Ausmaß mehrerer Millionen Kubikmeter innerhalb der nächsten Jahrzehnte wahrscheinlich erscheinen. Je nach Wassersättigung der Bergsturzmasse ist ein daraus folgender Schuttstrom/Murgang zu erwarten, der den Vorfluter Maira erreichen kann und somit das Siedlungsgebiet von Bondo (Gemeinde Bregaglia) gefährdet. Ein dauerhaftes, robustes, redundantes Frühwarnsystem ist daher zur rechtzeitigen Evakuierung von Personen und zur Sperrung der Kantonsstrasse unabdingbar.

Das Frühwarnsystem besteht heute aus den folgenden technischen und organisatorischen Komponenten:

Signalgeber (Abbildung 12):

- Sciorahütte (2117 m): Georadar (permanent ab 04. 09. 2017)
- Lera (1290 m; 2,73 km ab Bondo): Kamera, Radarpegel, Seismometer
- Prä (1102 m; 1,28 km ab Bondo): Kamera, Radarpegel

Signalnehmer:

- Bondo (823 m): Ampelanlagen, Sirenen, Mobilfunk-Adressaten via SwissCom eAlarm

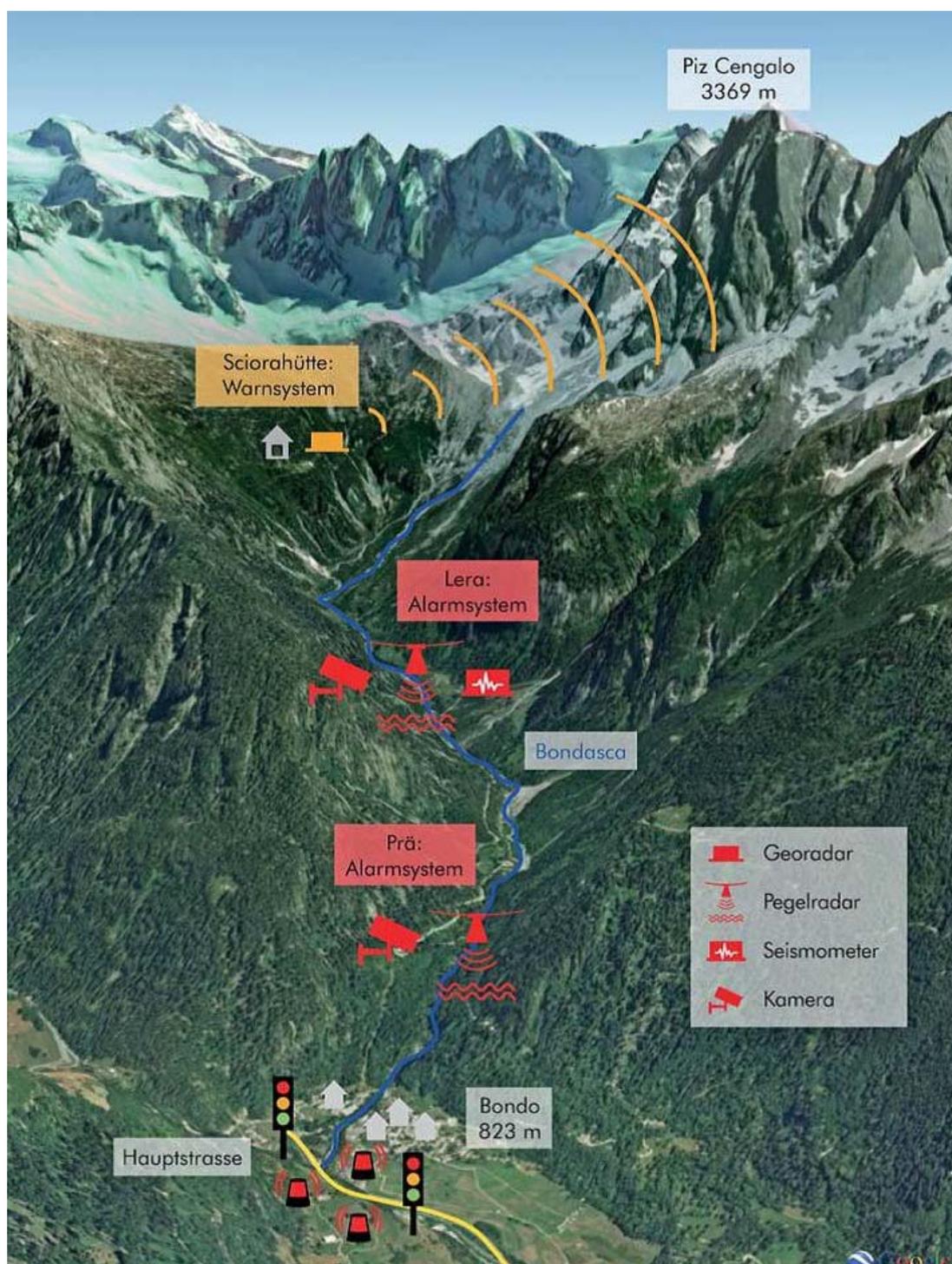


Abbildung 12: Frühwarnsystem Val Bondasca (Quelle Gabbi et al. 2019)

Die Signalübertragung erfolgt redundant. Die Vorwarnzeit für Bondo beträgt 4 Minuten ab der Signalgebung in Lera. Im Alarmfall erfolgt die Sperre der Kantonsstraße, der Gemeindestraße sowie der Fußgänger-Hängebrücke (zunächst automatisch, danach manuell durch die Polizei), sowie die Warnung/Evakuierung der Bevölkerung gem. Evakuierungsplan.

Es werden regelmäßige Informationsveranstaltungen über das Warnsystem abgehalten, Verhaltensanweisungen im Alarmfall behördlich verfügt und periodische Probealarme durchgeführt, zuletzt am 09. 05. 2019.



Abbildung 13: Georadar bei der Sciorahütte

Anschrift der Verfasser

DI Thomas Frandl
FTD für WLVB, GBL Bregenz
Rheinstraße 32/4, 6900 Bregenz
thomas.frandl@die-wildbach.at

DI Kilian Heil
BMNT, Abteilung III/5
Marxergasse 2, 1030 Wien
kilian.heil@die-wildbach.at

DI Stephan Vollsinger
FTD für WLVB, GBL Niederösterreich West
Josef Adlmanseder-Straße 4, 3390 Melk
stephan.vollsinger@die-wildbach.at

Bondo 2017 - Organisatorische Abwicklung der Katastrophe

Der Bergsturz vom Pizzo Cengalo am 23. August 2017 und die darauffolgenden Schuttströme waren kein überraschendes Ereignis. Sehr wohl überraschend waren aber die Ausmaße des Sturzereignisses selbst sowie die vorher selten beobachtete Abfolge von Bergsturz und schuttstromartigen Murgängen ohne sichtbare Niederschlagswasseranreicherung.

In Vorbereitung auf ein Ereignis waren sowohl Ablagerungsbecken für Muren als auch ein Muren-Warnsystem im Val Bondasca installiert worden. Typisch und auch andernorts zu beobachten bei derartigen Vorbereitungen war, dass die Bewohner des Ortes die schiere Größe des Ablagerungsbeckens als überdimensioniert kritisierten, obwohl es sich mit seinen 200.000 m³ Fassungsvermögen am Schluss trotzdem als zu klein für die in Summe abgehenden 500.000 m³ an Gesteinsmaterial erwies.

Als Vorteil für die Katastrophenbewältigung und die organisatorische Abwicklung ergab sich ein ebenfalls heftig kritizierter vorhergehender Vorgang: es waren mehrere Gemeinden zur Gemeinde Bregaglia zusammengelegt worden, welche nun von der Staatsgrenze bis auf den Malojapass reicht. Der Nachteil war: die Gemeindepräsidentin war in der betroffenen Ortschaft Bondo noch nicht sehr bekannt, was während der Evakuierung zu vielen Rückfragen, Missverständnissen und Verzögerungen führte.

Aufgrund der Vorhersehbarkeit war nicht nur die Murgang-Alarmanlage installiert, sondern gemäß dem integralen Risikomanagement (IRM) eine ausführliche Notfallplanung vorbereitet, deren zentraler Punkt die sogenannte Interventionskarte, basierend auf der wasserwirtschaftlichen Gefahrenkarte, war.

Die wesentlichsten Bestandteile dieser Interventionskarte waren die Evakuierungspläne und die Verkehrswegeplanung für den Einsatzfall. Ein weiterer, besonders während des Einsatzes wichtiger und hilfreicher Bestandteil war darüber hinaus die Kartierung der kleinräumigen Alarmierungssysteme mit Sirenen und Ampelregelung sowie die notwendige Ausrüstung der beschäftigten Einsatzkräfte und Arbeiter mit Ohrhörern, Sichtsignalen und Funkverbindung.

Im Kanton Graubünden ist für den Katastrophenfall und für das Naturgefahrenmanagement an sich ein sogenannter Naturgefahrenberater auf Kantonsebene durch das Amt für Wald und Naturgefahren (AWN) sowie ein lokaler Naturgefahrenberater auf Gemeindeebene installiert. Dieser unterstützte die Gemeindepräsidentin ab der ersten Phase der Evakuierung bis zur Installierung des Krisenstabes.

Gemäß kantonaler Regelung leitet zu Beginn einer Katastrophe die Kantonspolizei (KaPo) den Gesamteinsatz der Ereignisbewältigung, bis der Gemeindeführungsstab installiert ist und die Leitung übernimmt bzw. je nach Größe, wie im vorliegenden Fall, auch ein kantonaler Führungsstab.

Die Gemeindepräsidentin ist ab der Installierung des Führungsstabes Einsatzleiterin, unterstützt durch das AWN und insbesondere durch einen mediengeschulften Pressesprecher von der Kantonspolizei.

Die Hauptaufgabe des Führungsstabes nach der Evakuierung und den ersten Verkehrswegs-Räumungen war das Aufbringen einer ausreichenden Anzahl an Maschinen und Transportmittel sowie einer geeigneten Deponiemöglichkeit der außerordentlichen Gesteinsmassen (ausführlich beschrieben in "WSL-Berichte", Heft 78, 2019 von Christian Wilhelm et al.).

Sehr hilfreich in dieser Phase war, dass, wie im gesamten Kanton Graubünden, die Gemeinde selbst der größte Grundbesitzer im Gemeindegebiet ist.

Technische Abwicklung der Katastrophe

5 Minuten nach dem Bergsturz am 23. August 2017 wurde von der Murgangalarmanlage in Prä (ca. 1 km oberhalb von Bondo) eine Warnung ausgelöst und gleichzeitig die Kantons- und Gemeindestraßen via Ampeln automatisch gesperrt. Als erste Maßnahme bezogen Einsatzkräfte Beobachtungsposten und evakuierten das Dorf Bondo. Durch einen Schuttstrom unmittelbar anschließend an den Bergsturz und zahlreiche weitere Murgangereignisse am 23. und 25. August 2017 (in Summe ca. 250.000 m³ Murmaterial), welche zum Teil im Auffangbecken zurückgehalten werden konnten, wurden 8 Bergsteiger verschüttet, 12 Ställe und Maiensäße im Val Bondasca und 4 Gebäude in Bondo zerstört oder beschädigt und die Kantonstraße verschüttet und verschoben.

Unmittelbar nach der Katastrophe wurde von der Kantonspolizei die Suche nach den vermissten Bergsteigern aufgenommen, die Suche aufgrund der anhaltenden Gefahrensituation 4 Tage später aber ergebnislos eingestellt. Als Sofortmaßnahme wurde mit der Räumung des Auffangbeckens begonnen. Das teilweise geräumte Geschiebeauffangbecken konnte das Murmaterial des größten Murgangs vom 31.08.2017 mit ca. 220.000 m³ Murmaterial aber bei weitem nicht fassen, sodass es zu Vermurungen von Verkehrswegen und Siedlungsteilen in Bondo, Promontogno, Sottoponte und Spino, zur Zerstörung der Verbindungsbrücke zwischen Bondo und Promontogno an der Bondasca, zur Verschüttung der Bondascabrücke an der Malojastraße und zur Verklauung der Mairabrücke Bondo mit einem Rückstau der Maira und zu Überschwemmungen bis Mulin kam. Insgesamt wurden fast 150 Personen evakuiert und konnten mehrere Wochen nicht in ihren Häusern wohnen. Die Räumung des Geschiebeauffangbeckens, der Straßen sowie die Grobräumung der betroffenen Liegenschaften als Sofortmaßnahmen stellte die Gemeinde vor große Herausforderungen. Bis Ende Oktober wurden 490.000 m³ Murmaterial mit einem Kostenaufwand von ca. 10 Mio. Schweizer Franken auf eine nahegelegene Deponie umgelagert und 1 Jahr später rekultiviert (Details dazu siehe Kapitel Aufräumarbeiten und Materialdeponie). Im Oktober 2017 wurde eine provisorische Brücke über die Maira erstellt und im April 2018 eine Hängebrücke am Schwemmkegelhals der Bondasco gebaut.

Gleichzeitig wurde die Situation am Pizzo Cengalo durch tägliche Rekoflüge und Sicherheits-, Wach- und Beobachtungsposten laufend beurteilt. Am 4. September 2017 wurden die bisher periodischen Radarmessungen am Pizzo Cengalo auf permanent umgestellt. Gleichzeitig dokumentierte ein dort stationierter Beobachtungsposten sämtliche Sturzereignisse.

Um die Gefahr eines Murganges abschätzen zu können, wurden von der MeteoSchweiz durchgehende Spezialprognosen von zu erwartenden Niederschlägen im Tal erstellt, eine laufende Beurteilung des mobilisierbaren Materials in der Val Bondasca vorgenommen und darauf aufbauende Murgangsimulationen durchgeführt. Zur Verbesserung der Prognosegenauigkeit wurden weitere Meteo- und Abflussstationen installiert.

Am 23.9.2017 wurde schließlich durch das Amt für Wald und Naturgefahren ein zusätzliches Alarmsystem installiert. Dieses befindet sich bei Lera, rund 2,5 km oberhalb von Bondo, und besteht aus verschiedenen Sensoren wie Pegelradar, Geophonen und automatischer Kamera. Bei einem Anschwellen des Flusses oder einem neuen Murgang stellt die Anlage auch nachts und bei schlechter Sicht einen Alarm sicher, der im Rückhaltebecken bei Bondo und auf der alten Kantonsstrasse eine Evakuierungszeit von vier Minuten ermöglicht.

Die verbesserte Alarmierung erlaubte die Aufhebung der Nachtsperre der Durchgangsstraße und ermöglichte die Nacharbeit zur Leerung des Rückhaltebeckens in Bondo.

Auf Antrag der Gemeinde Bondo setzte das Amt für Wald und Naturgefahren während der Hauptphase einen Gesamtprojektleiter für die Sofortmaßnahmen und die Wiederherstellungsmaßnahmen ein. Zur Entlastung des Krisenstabes übernahm ein externer Medienprofi über einen Zeitraum von 4 Monaten das Management und die Koordination der Kommunikation mit den Betroffenen und der Öffentlichkeit (Beratung Betroffener, SMS-Dienste für Evakuierte, 7 Informationsveranstaltungen, klassische Medienarbeit), da das nationale und internationale Medienecho und der Informationsbedarf der Öffentlichkeit extrem groß waren.

(http://www.gartmann.biz/fileadmin/user_upload/180720_Award-CC_Info_Bondo_final.pdf)

Die Gesamtkostenschätzung für die Wiederinstandstellungsarbeiten liegt derzeit bei **41 Millionen Schweizer Franken**. Nicht enthalten sind Personalkosten von Gemeinde und Kanton, Feuerwehr (>300 Diensttage), Heer (1953 Diensttage) und Zivilschutzorganisationen (2500 Diensttage).

Die Kosten verteilen sich wie folgt: (<https://www.raonline.ch/pages/edu/st4/geom01c1MB1701b.html#a3>)

Gemeinde Bregaglia	20.400.000
▪ Ereigniskosten	300.000
▪ Sofortmaßnahmen und Räumung	10.000.000
▪ Gemeinde Infrastruktur	10.100.000
Kanton Graubünden	4.900.000
▪ Gefahrenbeurteilung	600.000
▪ Kantonspolizei	20.000
▪ Tiefbauamt (alte und neue Kantonsstraße)	4.030.000
▪ Zivilschutz	250.000
Ewz (Wasserfassung bei Prä)	3.000.000
Versicherte Schäden	12.700.000
▪ Gebäudeversicherung GVG	11.500.000
▪ Elementarschadenkasse	1.200.000
▪ Schadenpool der Privatversicherer	noch ausstehend

Aufteilung der Kosten im Überblick

▪ Gemeinde Bregaglia	7.850.000
▪ Kanton Graubünden und Bund	16.100.000
▪ Zivilschutz	250.000
▪ Versicherer	13.800.000
▪ ewz	3.000.000

Am 21. Dezember 2018 wurde ein Projektwettbewerb für den Wiederaufbau und den Schutz von Bondo ausgeschrieben.

(https://espazium.s3.eu-central-1.amazonaws.com/files/2019-01/_a_pwb_bondo_wettbewerbsprogramm_ausschreibung_20.12.2018.pdf)

Es wird mit Kosten von ca. 24 Millionen Schweizer Franken gerechnet. Baubeginn ist voraussichtlich 2020.

Anschrift der Verfasser

DI Wolfgang Gasperl
FTD für WLW, Sektion Oberösterreich
Schmidtorstraße 2/II, 4020 Linz
wolfgang.gasperl@die-wildbach.at

DI Daniel Hainzer
FTD für WLW, GBL Steiermark West
Murauer Straße 8, 8811 Scheifling
daniel.hainzer@die-wildbach.at

DI Margarete Wöhrer-Alge
FTD für WLW, Sektion Vorarlberg
Rheinstraße 32/5, 6900 Bregenz
margarete.woehrer-alge@die-wildbach.at

Versicherung und Ablöse durch die Kantonale Gebäudeversicherung

In der Schweiz nahmen die kantonalen Gebäudeversicherer ab dem Jahr 1926 Elementarschäden in ihren Deckungsbereich auf. Mit der obligatorischen (gesetzlichen) Versicherung der Gebäude soll der Grundbedarf und die Existenz gesichert werden. Die privaten Versicherungen folgten diesen Beispielen und haben sich 1936 zu einem Elementarschadenpool zusammengeschlossen. Das Zusammenspiel und die Haftungsmitel sind durch Vereinbarungen geregelt. Im Jahr 1993 wurde die Elementarversicherung im Bundesgesetz über die Direktversicherung erstmals geregelt.

Die obligatorische Elementarschaden-Versicherung kennt neun versicherte Gefahren: Hochwasser, Überschwemmung, Sturm, Hagel, Lawinen, Schneedruck, Felssturz, Steinschlag und Erdbeben.

Zudem gibt es den Schweizerischen Elementarschädenfond (seit 2016 fondssuisse). Dieser wurde 1901 gegründet und ist heute eine Stiftung, die finanzielle Beiträge für Private und Körperschaften an Schäden, die nicht versicherbar sind, leistet.

In Bondo führte uns der Bereichsleiter der Elementarschadenskasse Graubünden (ESK) und Schadeninspektor der Gebäudeversicherung (GVG), Sigi Manetsch durch die Schadensbewältigung. Eine bemerkenswerte Information war, dass in der Schweiz nicht alle Kantone die gleichen Versicherungsstrukturen haben. Versicherungsvertreter der Privatversicherungen waren von Anfang an bei den Bürgerinformationen mit dabei. So konnten bereits frühzeitig die Geschädigten, was die Versicherungsleistungen angeht, beruhigt und Emotionen im Rahmen gehalten werden.



Abbildung 14: Sigi Manetsch zeigt die Karte mit den Versicherungsstrukturen

Die Schäden wurden wie folgt abgearbeitet:

Die **Räumungskosten** im Siedlungsgebiet im Ausmaß von CHF 550'417,55 wurden mit **70%** von der ESK **15%** vom Schweizer Elementarschädenfond **15%** von der GVG (Gebäudeversicherung Graubünden) getragen.

Die **Feinräumungskosten und Wiederherstellungskosten** der 90 betroffenen Grundstücke im Ausmaß von CHF 670'000,- wurden zu **70%** von der ESK und ca. **10%** vom Schweizer Elementarschädenfond (45'000,-) mitgetragen.

Bei der GVG wurden 103 Schadensmeldungen eingebracht. Die Muren verursachten in Bondo an 30 Gebäuden einen Totalschaden. Von den 57 Teilschäden in Bondo sind 29 von der GVG erledigt. Es wurden mehrere Häuser nicht mehr errichtet bzw. abgetragen, da die Standorte zum einen für die Wasserbauschutzmaßnahmen benötigt wurden und zum anderen eine freiwillige Aussiedlung erfolgte. Die Aussiedlungsmöglichkeit wurde von vielen Zweitwohnungsbesitzern in Anspruch genommen. Jene die wegen des Totalschadens aussiedeln müssen und an einem anderen Ort wiederaufbauen, erhalten von der GVG den Neuwert/Versicherungswert des versicherten Gebäudes.

Der Versicherungswert der betroffenen Gebäude bei der GVG betrug CHF 47,233 Mio. Die Schadenssumme incl. der Nebenkosten (externe Prüfungen, Schadstoffuntersuchungen, Räumung der Häuser und Anteil der

Räumungskosten im Siedlungsgebiet) betrug CHF 12,927 Mio. Davon werden nach der Fertigstellung aus dem Wasserbauprojekt ca. CHF 1,896 Mio. rückvergütet.

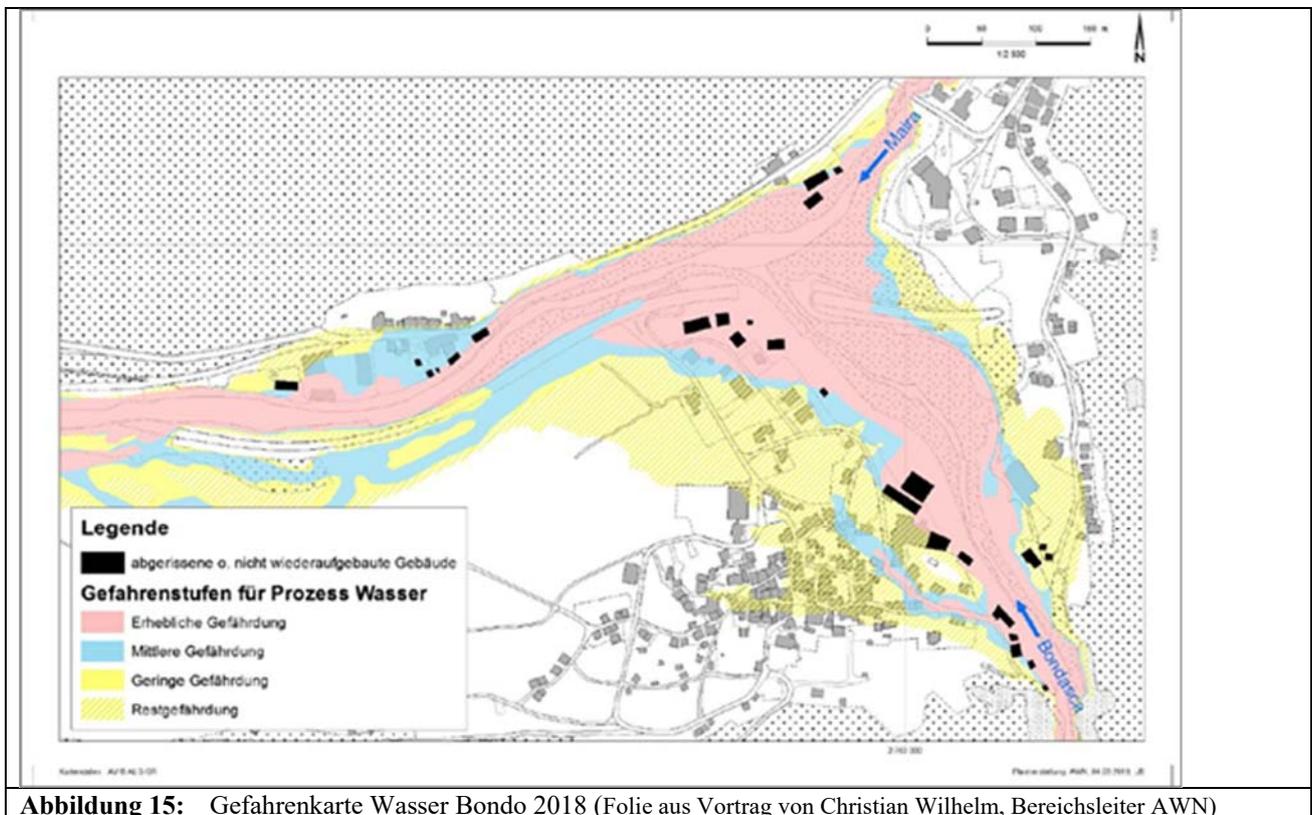


Abbildung 15: Gefahrenkarte Wasser Bondo 2018 (Folie aus Vortrag von Christian Wilhelm, Bereichsleiter AWN)

Aufräumarbeiten und Materialdeponie

Durch die mehrmaligen Murgänge wurden innerhalb von 9 Tagen insgesamt rund 0,5 Mio. m³ Feststoffe im Rückhalteraum des Auffangbeckens mit einem Fassungsvermögen von 170.000 m³ und rund um das Becken im Ortsbereich von Bondo abgelagert.

Die Räumung und Deponie des Murgangmaterials stellte die Einsatzkräfte vor eine große Herausforderung. Einerseits musste so rasch als möglich mit der Räumung des Auffangbeckens und der Wiederinstandstellung von Infrastruktureinrichtungen, insbesondere der Kantonalstraße, begonnen werden, andererseits musste die Sicherheit der Einsatzkräfte durch das Risiko von weiteren Murgängen gewährleistet werden. Dazu bedurfte es einer Koordination zwischen den einzelnen Organisationen in Form einer rollenden Planung, wodurch die Vorgehensweise immer wieder auf die sich ändernde Gesamtsituation angepasst wurde. Mit dem Einsatz des Gesamtprojektleiters der Wiederinstandstellung und dem Vorsteher des Bauamtes im Führungsstab war in Bondo diese Koordination gewährleistet.

Eine nicht alltägliche Aufgabe beinhaltete die Beschaffung von speziellen leistungsfähigen Maschinen für die Räumungsarbeiten und die Deponierung des Murgangmaterials. So kamen Bagger mit Tonnage größer 50 t, spezielle Langarmbagger, ferngesteuerte Maschinen und große Dumper respektive Muldenkipper zum Einsatz. Für das Personal und die Gerätschaften sind entsprechende Sicherheitsvorkehrungen, durch die Ausstattung der Bagger- und Dumperfahrer mit Funk und Ohrhörer und der Gerätschaften mit GPS, getroffen worden. Nach der Wiederinstandstellung und dem Ausbau des automatisierten Frühwarn- und Alarmsystems konnte bei jeder Wetterlage über 24 Stunden zuverlässig eine vierminütige Vorwarnzeit garantiert werden. Dieses Sicherheitssystem bewährte sich bereits bei einem neuerlichen großen Murgang am 31.08.2019. Dort sind zwar Schäden an Gerätschaften entstanden, das Maschinenpersonal konnte sich aber rechtzeitig in Sicherheit bringen.

Eine große Anzahl an eingesetzten Maschinen bedeutet aber nicht gleichzeitig eine hohe Leistungsfähigkeit. Vielmehr muss durch logistische Planung der Transportwege zwischen Abbauorte und Deponie und unter Berücksichtigung der Unfallvermeidung eine optimale Ausstattung an Gerätschaften bestimmt werden. So waren in Spitzenzeiten 12 Bagger größer 30 t und 15 Dumper mit Kapazitäten von 16 bis 24 m³ im Einsatz.



Abbildung 16: Räumungsarbeiten im und rund um das Auffangbecken von Bondo (Foto: AWN)

Die Räumarbeiten erfolgten bis Anfang Oktober im Einschichtbetrieb mit einer Tagesleistung von 8.000 m³, danach im Zweischichtbetrieb über 20 Stunden, wobei die restlichen vier Stunden für die Instandhaltung des Maschinenparks verwendet wurden. Im Zweischichtbetrieb konnten täglich etwas mehr als 15.000 m³ Murgangmaterial abgetragen, transportiert und deponiert werden. Somit konnten die Räumungsarbeiten im und rund um das Auffangbecken bis Mitte November 2017 zum Großteil abgeschlossen werden. Erst danach begannen die Aufräumarbeiten des Geschiebematerials aus den privaten Häusern und Gärten.

Die Deponierung der Feststoffe erfolgte ein paar hundert Meter westlich der Ortschaft Bondo. Dabei wurde das Murgangmaterial etagenweise zum Hangfuß aufgebracht und abgebösch. Aufgrund der Vielzahl von Kleinparzellen am Deponiestandort mussten Gespräche und Verhandlungen mit vielen Grundeigentümern geführt werden. Durch die große Hilfsbereitschaft der Eigentümer konnte trotz der wenig verfügbaren ebenen Flächen im Gemeindegebiet rasch eine Einigung erzielt werden, wobei die Grundflächen der Deponie bei den jeweiligen Grundeigentümern verbleiben. Vor Beginn der Deponierung wurde die Humusaufgabe bei jedem Grundstück gemessen und danach ein Mittelwert bestimmt, dessen Maß nach erfolgter Materialaufschüttung für alle Grundstücke gleichmäßig aufgebracht wird. Zusätzlich erstellte man für die Deponiefläche einen mehrjährigen Rekultivierungsplan, dessen Maßnahmen ebenso mit den finanziellen Mitteln aus der Katastrophe beglichen werden. Abschließend zur Deponierung sei noch erwähnt, dass der Standort und die Anlage der Deponie so ausgeführt wurden, dass in Zukunft nochmal die Größe desselben Ereignisses und etwas darüber hinaus hier deponiert werden kann.



Abbildung 17: Deponiefläche westlich der Ortschaft Bondo.

Anschrift des Verfassers

DI Josef Brunner
 FTD für WLW, Sektion Kärnten
 Meister Friedrich-Straße 2, 9500 Villach
 josef.brunner@die-wildbach.at

Literatur/References

- AWN (Hrsg.) 2017: Kurzbericht der Expertengruppe zu den Ereignissen Cengalo/Bondo für die Medienkonferenz vom 15.12.2017. Amt für Wald und Naturschutz AWN, 7 S. unter:
https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/awn/dokumentenliste_afw/20170828_Kurzbericht_Expertengruppe_20171215_dt.pdf,
 abgerufen am 15.02.2019.
- De Preux A. (2014): Characterization of a large rock slope instability at Pizzo Cengalo (Switzerland): roles of structural predisposition and permafrost on stability. Master Thesis, Department of Earth Sciences. ETH Zürich.
- Elementarschadenversicherung in der Schweiz (ES-Versicherung): Historie und Anwendungsbereich, finma, (Folder, 2017)
- Gabbi J.; Tognacca C., Keiser M. 2019 Gravitative Prozesse in der Bondasca -Von der Gefahrenbeurteilung zur Umsetzung der Schutzmassnahmen; Wasser Energie Luft, 111. Jahrgang, Heft 2, 65-72.
<https://www.svv.ch/de/branche/elementarschadenversicherung>
https://www.bevoelkerungsschutz.sites.be.ch/bevoelkerungsschutz_sites/de/index/finanzierung/finanzierung/elementarschaedenfonds.html
<https://esk.gr.ch/ESK-Startseite>
http://www.gartmann.biz/fileadmin/user_upload/180720_Award-CC_Info_Bondo_final.pdf
https://espazium.s3.eu-central-1.amazonaws.com/files/2019-01/_a_pwb_bondo_wettbewerbsprogramm_ausschreibung_20_12_2018.pdf
<https://www.raonline.ch/pages/edu/st4/geom01c1MB1701b.html#a3>
- Schweizerischer Wasserversorgungsverband, 2019: Gravitative Prozesse in der Bondasca – Von der Gefahrenbeurteilung zur Umsetzung der Schutzmassnahmen. „Wasser Energie Luft“, Heft 2, 65-72.
- Schweizerischer Versicherungsverband SVV: Die Elementarschaden-Versicherung (Folder)
- Schmid S.M., Berger A., Davidson C., Gier R., Hermann J., Nievergelt P., Puschnig A.R., Rosenberg C. (1996): The Bergell pluton (Southern Switzerland, Northern Italy): overview accompanying a geological-tectonic map of the intrusion and surrounding country rocks. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 76, 329–355.
- Wilhelm C., Feuerstein G. C., Huwiler A., Kühne R. (2019): Lernen aus Extremereignissen. Bergsturz Cengalo und Murgänge Bondo: Erfahrungen der kantonalen Fachstelle (Red. Bründl. M. & Schweizer M.) WSL Berichte, 78.
- Wenk H.-R.: Geologische Exkursionen im Bergell. Wenk & Società Culturale Bregaglia

