

Geschiebetransportmodellierung auf Basis einer Ereignisanalyse am Beispiel Leoganger Ache Hochwasserereignis vom 2. Juni 2013 in Salzburg

Markus Moser
Susanne Mehlhorn

Eine hohe Vorbefeuchtung seit Anfang Mai 2013 und die intensiven Niederschläge gegen Ende Mai sowie am 1. und 2. Juni 2013 führten zu zahlreichen Murgang-, Geschiebe- und Hangrutschereignissen in den Wildbacheinzugsgebieten in Salzburg. Eine Analyse der Wettersituation zeigte einerseits die enormen Niederschlagsmengen im Zeitraum zwischen Ende Mai und Anfang Juni (Station Lofer mit dem höchsten Wert seit Beobachtungsbeginn), aber auch den Einfluss der Schneefallgrenze auf das Abflussgeschehen (die Nullgradgrenze lag während des Ereignisses relativ tief). In den geologisch instabilen Gebieten der Grauwackenzone kam es zu intensiven Murgängen und Hangrutschungen, während in den Gebieten in den Kalkalpen mit intensiveren Niederschlägen eher Geschiebe- und Hochwasserprozesse dominierten. Die Schutzbauten der Wildbachverbauung konnten viele Wildbachprozesse entschärfen, in jenen Bächen ohne Schutzbauten kam es zu enormen Schäden. Aufgrund der langanhaltenden Niederschläge wurden bei diesem Ereignis auch die Wildbachunterläufe wie die Leoganger Ache massiv mit Geschiebeeinträgen aus den Zubringern belastet. Diese Geschiebeeinträge konnte die Leoganger Ache nicht schadlos in den Vorfluter Saalach abtransportieren. Die Anlandungen führten zu Überflutungen der Vorländer und Schäden im Bereich der Siedlungsgebiete. Eine detaillierte Ereignisanalyse ermöglichte die Rückrechnung der Niederschlags-Abflussbeziehung sowie eine Berechnung des Geschiebetransportes mit dem 1D Modell Tom^{SED} im Unterlauf. Die Ergebnisse dienen als wichtige Grundlage für die Erstellung eines Schutzkonzeptes für die Leoganger Ache.

Stichworte: Geschiebetransportmodellierung, Ereignisanalyse, 1D Simulation

1 Einleitung

Um künftige Gefahren besser abschätzen und die ablaufenden Prozesse besser erklären zu können, ist eine Analyse von tatsächlich eingetretenen Ereignissen unverzichtbar. Aufgrund fehlender Daten ist oft die Möglichkeit einer gründlichen Ereignisanalyse nicht gegeben.

Mit Hilfe der Weiterentwicklung der Wetteranalyse, durch eine Verdichtung der Niederschlagsstationen und der Verfügbarkeit von Wetterradardaten sowie kon-

tinuierlichen Ereignisdokumentationen ist inzwischen eine Darstellung der Entstehung und Auswirkung von Naturgefahrenprozessen mit einer viel höheren Genauigkeit möglich. Diese Aussagen und Ergebnisse sind für das Arbeitsfeld „Schutz vor Naturgefahren“ von höchstem Interesse, um in der Entwicklung und Umsetzung maßgeschneiderter Schutzkonzepte auf Basis neuester Technologien und Instrumente dem steigenden Siedlungsdruck im alpinen Lebensraum und dem erhöhtem Sicherheitsanspruch der Öffentlichkeit gerecht zu werden.

2 Problemstellung

Die Leoganger Ache mit einem Einzugsgebiet (EZG) von 111 km² hat zahlreiche stark geschiebeführende Zubringer welche in den letzten Jahrhunderten mehrmals den Talboden verwüsteten. Besonders betroffen sind die im Talboden situierten Ortsteile Hütten, Leogang, Ecking und Lenzing.

Große Ereignisse mit Verwüstungen des ganzen Talbodens mit Geschiebe und Wildholz sind aus den Jahren 1898 und 1899 dokumentiert. In der Schulchronik sind diese Ereignisse spärlich beschrieben: Im Monat Juli 1898 gab es ein gewaltiges Hochwasser „wie es die ältesten Leute nicht wissen“; im September 1899 war „alles vom Hochwasser jämmerlich hergenommen“ und „weit ärger als im Jahr 1898...“. Da detaillierte Aufzeichnungen in den meisten Fällen fehlen können nur einzelne Fotos Zeugnis über das Ausmaß der Verwüstungen geben.



Abbildung 1: Fotodokumentationen des Hochwassers 1899

3 Zielsetzung und Methode

Die Rückrechnung des Geschiebetransportes im Talboden der Leoganger Ache basiert auf einer detaillierten Ereignisdokumentation und –analyse sowie einer Rekonstruktion des Niederschlags-Abflussgeschehens. Hierfür wurde einerseits auf Wetterraddardaten mit Niederschlagsintensitäten und Schneefallgrenzen und andererseits auf Daten eines Abflusspegels am Talausgang zurückgegriffen. Zur Plausibilitätsprüfung dienten dokumentierte Anschlagmarken sowie Fotos unmittelbar nach dem Ereignis. Mithilfe dieser hydrologischen Daten und den erhobenen maßgebenden Korngrößen und Geschiebemengen erfolgte die Simulation des Geschiebetransportes im Unterlauf.

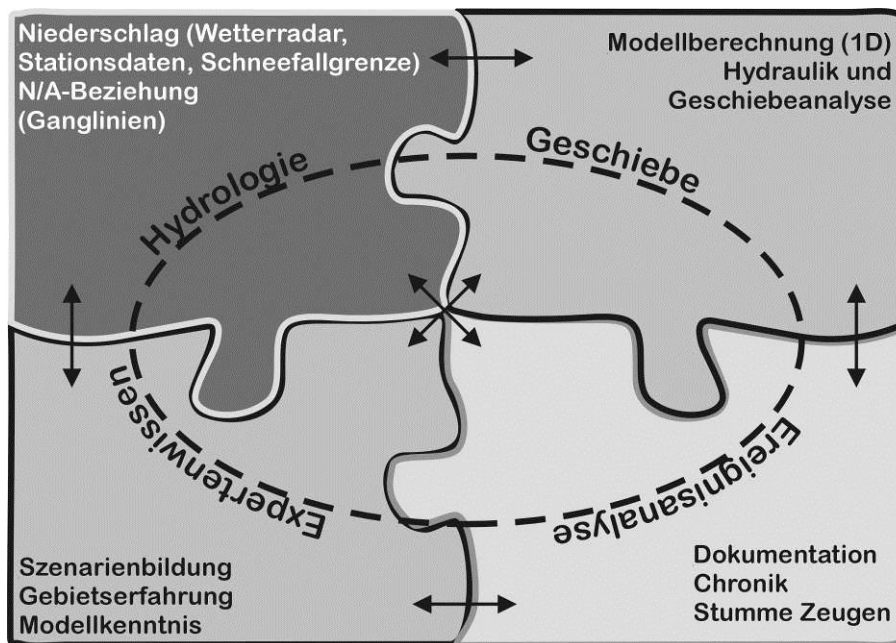


Abbildung 2: Ablaufschema/Methode der Ereignisanalyse zur Geschiebemodellierung

Kenndaten der verwendeten Modelle

Hydrologie HEC-HMS	SCS Verfahren, CN- Werte von 55 - 85, A _v 5 - 20; Niederschlag Wetterraddardaten und Station Saalfelden (Wetterraddardaten mit Berücksichtigung der Schneefallgrenze); Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse mit Abflusspegel Uttenhofen
Geschiebe Tom ^{SED}	1D Geschiebetransportprogramm, Formelansatz nach <i>Rickenmann</i> (2001) $q_{b[m^3/s.m]} = 3,1 * \left(\frac{d_{90}}{d_{30}}\right)^{0,2} * (q - q_c) * I^{1,5} \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1\right)^{-1,5}$, Geschiebekenngrößen aus Linienzahlanalyse [LZA] nach dem Ereignis mit d ₃₀ = 0,9 cm und d ₉₀ = 6,5 cm, Reinwasserganglinie aus hydrologischer Rückrechnung mit 10% Geschiebeanteil

4 Analyse des Niederschlagsgeschehens – Hydrologie/Schneefall

Das Niederschlagsereignis begann mit intensiven Niederschlägen bereits am 30. Mai. Am 1. Juni 2013 folgten jedoch höhere Niederschläge, die am Mittag bzw. Nachmittag sehr intensiv wurden. Ca. um Mitternacht erreichten die Niederschläge im Zentralraum Salzburg (Hochkönigmassiv, Taxenbach) den Höhepunkt. Zu diesem Zeitpunkt lag die Schneefallgrenze im Raum Pinzgau zwischen 1900 und 2100 m, im Bereich Pongau und weiter in Richtung Süd-Osten schon auf bis zu 1200 m (EZG Kleinarler Ache). In den Morgenstunden verlagerte sich der Niederschlag nach Nord-Westen (im hinteren EZG der Leoganger Ache und nördlich davon), die Schneefallgrenze sank auf 1700 m im Raum Pinzgau. Um 08:00 Uhr [UTC] lag der Niederschlagsschwerpunkt im Raum Weißbach bei Lofer, die Schneefallgrenze sank auf 1400 bis 1600 m ab.

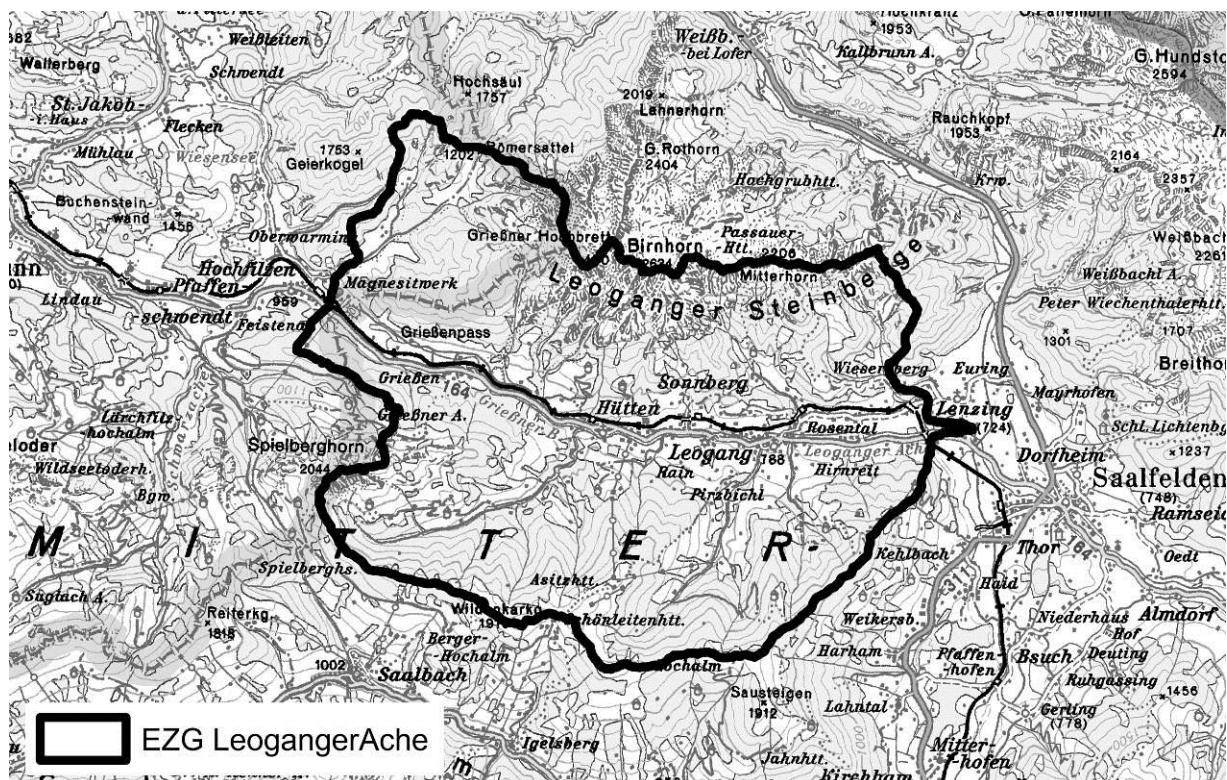


Abbildung 3: Übersichtskarte des Einzugsgebietes

Die Niederschlagsstationen lieferten vom 30. Mai bis 2. Juni Niederschlagssummen von bis zu 210 mm. Die der Leoganger Ache naheliegende Station Saalfelden ca. 125 mm. Die einzelnen Intensitäten lagen zwischen 1 und 2.5 mm/10 min. Die Schneefallgrenze hatte einen entscheidenden Einfluss auf den Direktabfluss in den Einzugsgebieten. Das EZG der Leoganger Ache war je nach Schneefallgrenze zwischen 4 und 54% schneebedeckt (Abbildung 4). Diese

Flächen wurden im Niederschlags-Abfluss-Modell als nicht direkt abflusswirksam berücksichtigt.

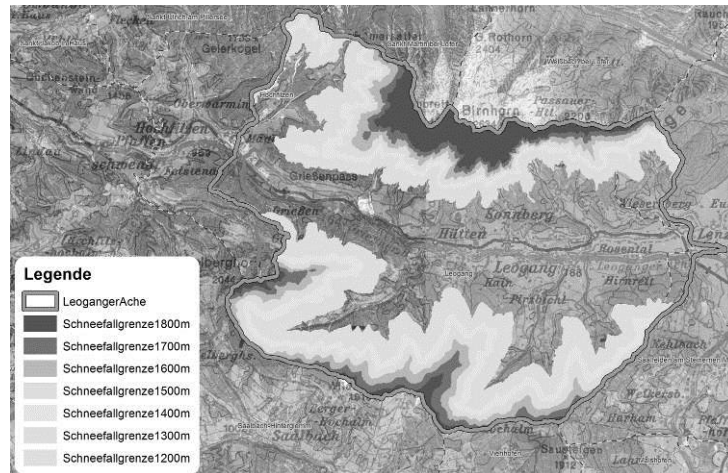


Abbildung 4: Schneebedeckte Flächen im Einzugsgebiet

5 Räumliche und zeitliche Verteilung des Niederschlags

Zur Berechnung der Niederschlags-Abfluss Beziehung ist die Kenntnis der flächigen Verteilung des Niederschlags wichtig. Mit Hilfe von Wetterradar Daten wurden die 15 min Werte der Niederschläge je Gridzelle den Teileinzugsgebieten zugeordnet. Je nach Schneefallgrenze in der Zeiteinheit ergibt sich aus den ermittelten Werten der maßgebliche (abflusswirksame) Niederschlag.

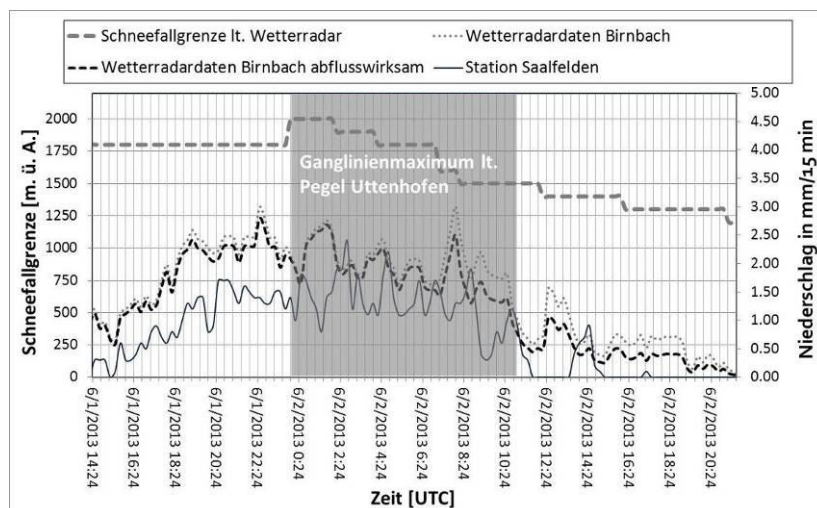


Abbildung 5: Niederschlagsintensitäten am Beispiel des Teileinzugsgebiets Birnbach mit abgeminderten Werten aufgrund des Schneefalls sowie Schneefallgrenzen [m. ü. A.]

Abbildung 5 zeigt den Verlauf der Schneefallgrenze für den Zeitraum 1. bis 2. Juni. Bis 2 Uhr [UTC] lag die Schneefallgrenze zwischen 1800 und 2000m – in diesem Zeitfenster liegt auch die Abflussspitze des Pegels Uttenhofen. Dieser Pegel wurde umflossen – unterhalb der ÖBB-Eisenbahnbrücke [hm 13,50] kam es zu einem orographisch linksufrigen „Überborden“, unterhalb des Sägewerkes auch rechtsufrig. Um die Ergebnisse der Niederschlags-Abflussberechnung auf Plausibilität prüfen zu können, wurde ein Profil oberhalb dieser Ausbruchsstellen gewählt. Die Anschlaglinie des Profils im Bereich der ÖBB-Eisenbahnbrücke im hm 13,50 ist nicht durch Vorlandabflüsse verfälscht, sodass man hier eine Rückrechnung des möglichen Spitzenabflusses durchführen konnte. Unter Berücksichtigung eines ca. 10 % Geschiebeanteils ergab die Rückrechnung eine Bandbreite zwischen 75 und 80 m³/s, die Rückrechnungen mit Hilfe des N/A-Modells (HEC-HMS, SCS Verfahren) ergeben Werte zwischen 80 m³/s (mit Wetterradardaten abgemindert aufgrund Schneefall) und 73 m³/s (mit Niederschlagsdaten der Station Saalfelden). Die Differenz zum rückgerechneten Abfluss wird als jene Menge angenommen, die zw. hm 13,50 und 3,40 (Standort Pegel Uttenhofen) links- und rechtsufrig ins Vorland abgeflossen ist. Als Ergebnis der N/A-Modellierung liegt nun ein hydrologischer Längenschnitt vor, welcher als Grundlage für die weitere Geschiebetransportberechnung für den Unterlauf der Leoganger Ache dient.

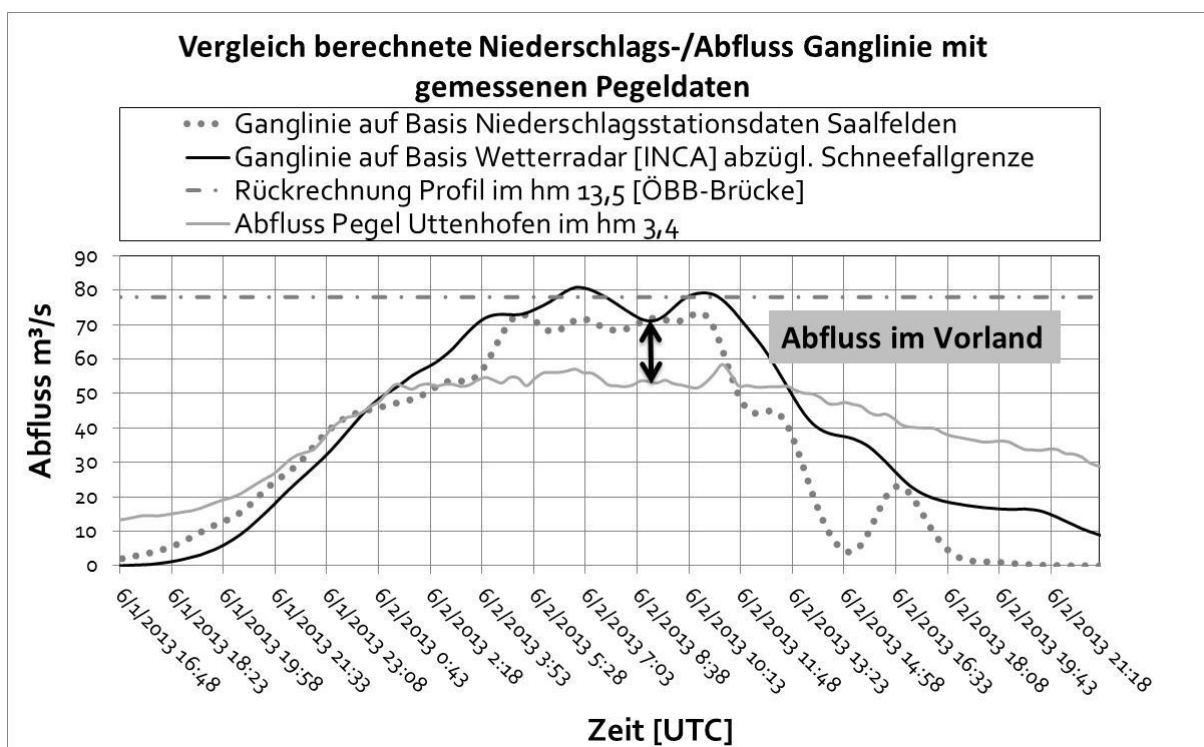


Abbildung 6: Vergleich berechnete Abflussganglinien mit der Pegelganglinie

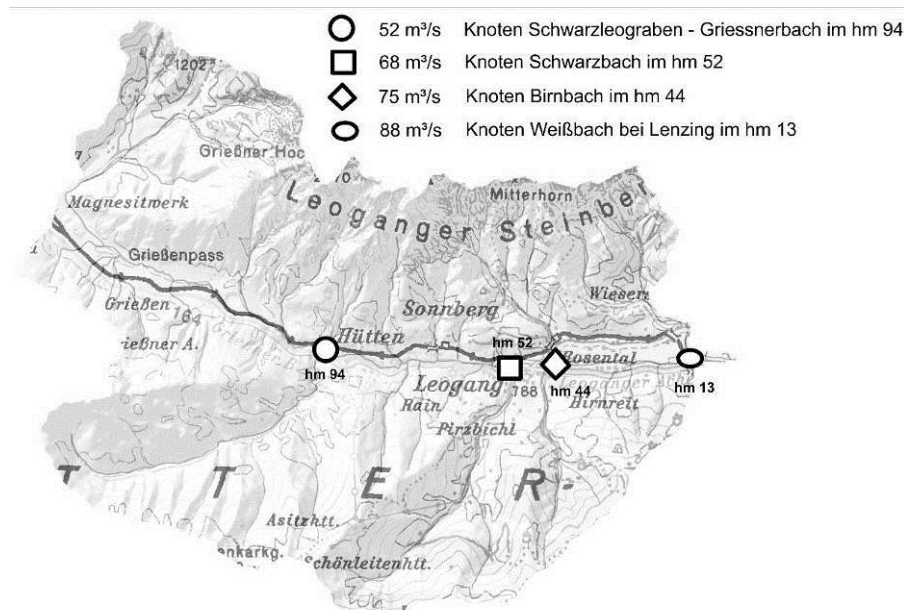


Abbildung 7: Hydrologischer Längenschnitt mit Abflussspitzen an wichtigen Knoten

6 Geschiebetransportberechnungen

Zur Berechnung der Geschiebeanlandungen im Zuge des Ereignisses wurden nun die berechneten Eingangsganglinien je Knoten im Modell Tom^{SED} angesetzt und eine Variante mit 10% Geschiebe gerechnet. Die Korngrößen stammen aus Linienzahlanalysen je Bachabschnitt. Im Abschnitt zwischen hm 55 und 57 liegen die berechneten Anlandungshöhen in der Größenordnung von bis zu 0,8 m, die dokumentierten Anlandungen zwischen 0,6 und 0,9 m. Im hm 68 liegen die berechneten Ablagerungshöhen mit bis zu 2 m ebenfalls in einem realistischen Bereich. Im hm 71 wurde eine Ablagerungshöhe zwischen 0,6 und 0,8 m dokumentiert, die Berechnung ergab in diesem Abschnitt einen Wert von ca. 0,6 m.



Abbildung 8: Dokumentierte Geschiebeablagerungen im hm 71

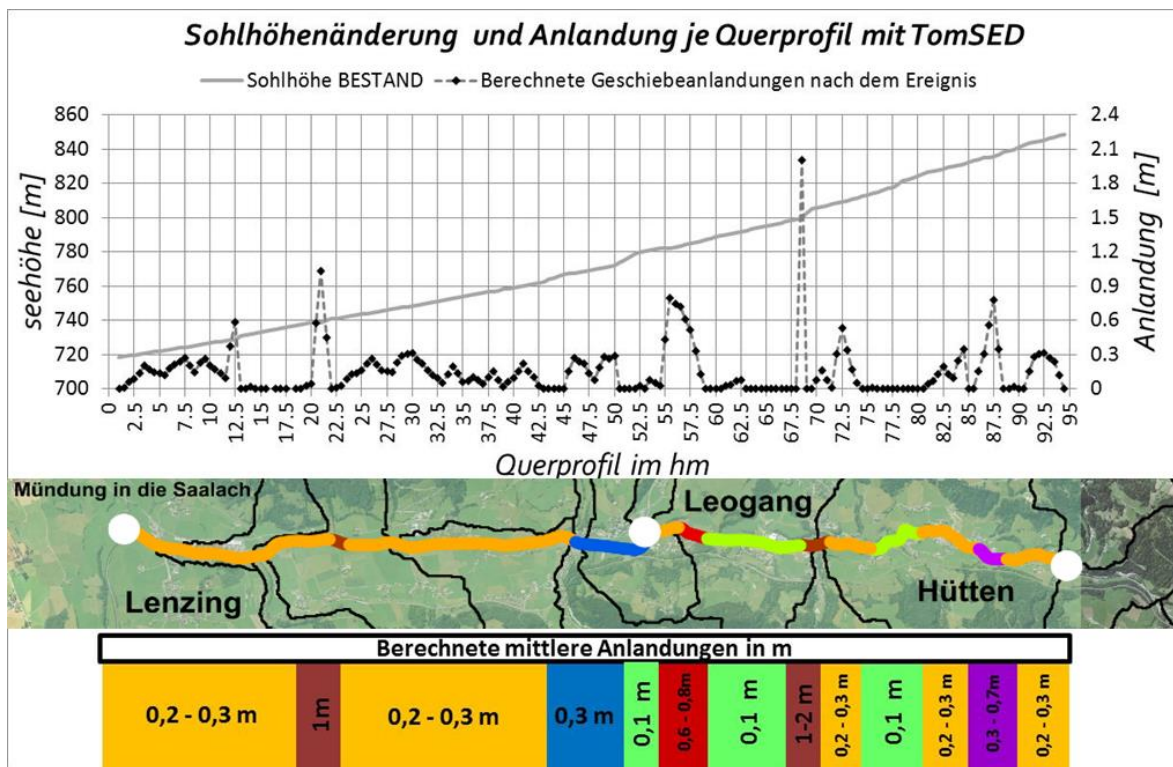


Abbildung 9: Berechnete Geschiebeanlandungen vom hm 95,00 bis 0,00

7 Diskussion der Ergebnisse

Die Berechnung des Niederschlags-Abflussgeschehens stützte sich auf die Analyse der Wetterradardaten und dokumentierten Schneefallgrenzen. Die Wettersituation des Juniereignisses 2013 mit seinem langanhaltenden Charakter und den vorangegangenen hohen Regenmengen im Mai konnte durch die Analyse der Radardaten gut analysiert und interpretiert werden. Besonders wertvoll erwiesen sich dabei die stündlichen Schneefallgrenzen, wodurch der direkt abflusswirksame Niederschlag ermittelt und als Input im Niederschlags-Abflussmodell eingegangen ist. Ohne diese Abminderung wäre eine Berechnung der gemessenen Abflussmengen nicht möglich gewesen. Da – beginnend von Mitternacht des 01./02.06.13 – die Schneefallgrenze kontinuierlich gesunken ist, wurden keine Schneeschmelzszenarien berücksichtigt.

Für die Berechnung des Geschiebetransportes der Leoganger Ache konnten die rückgerechneten Abflussganglinien je Abschnitt und Knoten herangezogen werden. Als weitere Eingangsdaten für die Geschiebesimulation wurden die maßgeblichen Korngrößen aus den Linienzahlanalysen (LZA) je Bachabschnitt verwendet und die Geschiebemengen mit 10% des Reinwasserabflusses angesetzt. Die berechneten Ergebnisse je Bachabschnitt ergeben durchaus brauchbare Wer-

te. Zwar konnten nicht in jedem Bachabschnitt die dokumentierten Anlandungen berechnet werden, doch liegen die Anlandungshöhen grundsätzlich in einer akzeptablen Bandbreite und stellen für die Planung von Schutzmaßnahmen eine wertvolle Grundlage dar.

8 Literatur

- Brenner, F.; Schartner, P. (2013): Ereignisdokumentationen für Pinzgau und Pongau, Ereignismeldungen 5W-Standard im digitalen Wildbachkataster (unveröffentlicht)
- Chiari, M. und D. Rickenmann (2010). Back-calculation of bedload transport in steep channels with a numerical model. Earth Surface Processes and Landforms. Bezugsquelle: www.bedload.at; Freeware
- Neumayr, G. (2013): Ereignisdokumentation der Ereignisse im Pinzgau, KAT-Einsatz Regionalverband Pinzgau – Präsentation, Gebietsbauleitung Pinzgau (unveröffentlicht)
- Moser, M.; Brenner, F.; Mehlhorn, S.; Neumayr, G.; Schartner, P. (2013). Abfluss-; Geschiebe- und Murganganalyse der Ereignisse vom 2. Juni 2013 in Salzburg, Zeitschrift für Wildbach -, Lawinen- Erosions- und Steinschlagschutz: Management von Naturkatastrophen, 77. Jhg., Dezember 2013, Heft Nr. 172

Autoren:

DI Markus Moser

Forsttechnischer Dienst für Wildbach-
und Lawinenverbauung,
Sektion Salzburg,
Gebietsbauleitung Tamsweg
Fachbereich Wildbachprozesse
Johann Löcker-Str. 3
Raiffeisenstraße 258
A 5580 Tamsweg

Tel.: ++43 – 6474 – 2256/16
Tel.: ++43 – 6474 – 2256/16
Fax: ++43 – 6474 – 2256/17
Fax: ++43 – 6474 – 2256/17
E-Mail: markus.moser@die-wildbach.at

Dipl. Geogr. Susanne Mehlhorn

Fachbereich Wildbachprozesse
Institut für alpine Naturgefahren
Universität für Bodenkultur
Peter-Jordan-Str. 82, 1990 Wien;
BMLFUW; Abt. IV/5
Marxergasse 2
1030 Wien

Tel.: +43 1 533 06 94 7057
E-Mail: susanne.mehlhorn@die-wildbach.at

Technische Hydromechanik

Beuth Wissen **Technische Hydromechanik 1** Grundlagen

Aus dem Inhalt:

- // Hydrostatik
- // Grundlagen der Hydrodynamik
- // Rohr- und Gerinnehydraulik
- // Abfluss aus Öffnungen, unter Schützen und an Überfällen
- // ausgewählte instationäre Strömungsvorgänge

von Gerhard Bollrich
7., überarbeitete Auflage 2013.
450 S. mit Faltafel. A5. Gebunden.
58,00 EUR | ISBN 978-3-410-23481-4
Lieferbar!

Beuth Wissen **Technische Hydromechanik 2** Spezialfälle

Aus dem Inhalt:

- // Plötzlich veränderliche Strömungen in offenen Gerinnen
- // Theorie der Wellenbewegung
- // Dichteströmungen
- // Geschiebe
- // Flüssigkeitsstrahlen
- // Druckrohrnetzrechnungen
- // Feststofftransport
- // Eis im Wasserbau

Herausgeber:
Detlef Aigner, Dirk Carstensen
2., vollständig überarbeitete
Auflage 2014. ca. 384 S. A5. Gebunden.
ca. 59,00 EUR | ISBN 978-3-410-22209-5
Erscheint Mai 2014

Beuth Wissen **Technische Hydromechanik 3** Aufgabensammlung

Aus dem Inhalt:

- // über 80 Aufgaben und Lösungen
- // hydraulische Modellbildung
- // Anwendung von Berechnungsalgorithmen
- // analytische und grafische Lösungsverfahren

von Helmut Martin, Reinhard Pohl
4., überarbeitete und erweiterte Auflage 2014.
ca. 250 S. A5. Gebunden.
ca. 28,00 EUR | ISBN 978-3-410-24130-0
Erscheint April 2014

Beuth Wissen **Technische Hydromechanik 4** Hydraulische und numerische Modelle

Aus dem Inhalt:

- // Hydraulisches Versuchswesen
- // Gerinneströmung
- // Hydraulik der Wasserbehandlungsanlagen
- // Hydraulische Probleme
- // Rohrnetze

von Helmut Martin, Reinhard Pohl u. a.
3., überarbeitete Auflage 2014.
ca. 416 S. A5. Gebunden.
ca. 68,00 EUR | ISBN 978-3-410-24172-0
Erscheint Juni 2014



Bestellen Sie unter:

Telefon +49 30 2601-2260

Telefax +49 30 2601-1260

kundenservice@beuth.de

www.beuth.de/sc/hydromechanik-1