

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Moser, Markus; Jäger, Gerald; Anker, Frank; Hasenauer, Michael
Welche Wassermenge kann eine Wasserhaltung schadlos abführen? Informations- und Warnkonzept zur Baustellensicherung mit Hilfe von Simulationen und direkten Geschwindigkeits- und Abflussmessungen

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103373>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Moser, Markus; Jäger, Gerald; Anker, Frank; Hasenauer, Michael (2015): Welche Wassermenge kann eine Wasserhaltung schadlos abführen? Informations- und Warnkonzept zur Baustellensicherung mit Hilfe von Simulationen und direkten Geschwindigkeits- und Abflussmessungen. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Messen und Überwachen im Wasserbau und am Gewässer. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 53. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 131-140.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Welche Wassermenge kann eine Wasserhaltung schadlos abführen? Informations- und Warnkon- zept zur Baustellensicherung mit Hilfe von Simula- tionen und direkten Geschwindigkeits- und Ab- flussmessungen

Markus Moser
Gerald Jäger
Franz Anker
Michael Hasenauer

Im Zuge der Realisierung von Hochwasserschutzbauten sind umfangreiche Wasserhaltungsmaßnahmen mittels Verrohrungen oder Stahlrinnen erforderlich. Bei größeren Gebirgsflüssen reichen diese oft nicht aus, sodass eine Teilausleitung im Gerinne selbst notwendig ist. Diese Gewässerabschnitte sind auch durch einen sehr hohen Basisabfluss in Verbindung mit kurzen Niederschlagsereignissen geprägt und stellen daher für die Baustelle eine besondere Herausforderung dar. Im Ortszentrum von Saalfelden wurde im Zuge des Verbauungsprojektes „Urslau“ der Gerinnequerschnitt vergrößert, die notwendige Wasserhaltung war aufgrund der engen Platzverhältnisse eine schwierige Aufgabe. Realisiert wurde eine Teilausleitung im Gerinne selbst, sodass abwechselnd an der linken und rechten Ufermauer „im Trocken“ gearbeitet werden konnte. Die Wasserhaltung selbst konnte keineswegs einen Bemessungsabfluss schadlos abführen, bereits bei kleineren und mittleren Abflussereignissen kam es zu kritischen Situationen. Zur Baustellensicherung war deshalb ein Informations- und Warnkonzept mit Hilfe von numerischen Simulationen, direkten Geschwindigkeits- und Abflussmessungen und einem Notfallplan zum kontrollierten Fluten notwendig. Die Frage für die arbeitenden Personen war, ab welchem Abfluss die „Schleuse“ zu öffnen sei? Als Lösung wurde eine Kombination von Abflusspegel in Maria Alm zur Onlineüberwachung des Wasserstandes mit SMS Meldung bzw. Abfragemöglichkeit auf der Baustelle hinsichtlich zu erwartender Wassermenge sowie die Festlegung des kritischen Abflusses und die Wirkungsweise des Einlauftrichters, Rampe (Sinuidalschwelle), Verengungen und Wechselsprungeffekte für die Schleusenöffnung mittels numerischer 1D Simulation umgesetzt. Die Berechnungen wurden durch Geschwindigkeits- und Abflussmessungen im Bereich der Wasserhaltung auf Plausibilität geprüft.

Stichwörter

Direkte Geschwindigkeits- und Abflussmessung, Baustellensicherheit, Informations- und Warnsystem

Einleitung

Das Schutzprojekt Ursrau umfasst im Gewässerabschnitt durch das Ortsgebiet Saalfelden eine Verbesserung der Abflusskapazität des Gerinnes mit Berücksichtigung des Geschiebetransportes. Es sind Verbesserungen der Gerinnequerschnitte im Gewässerabschnitt zwischen hm 24,4 und 35,5 geplant. Die dichte Bebauung entlang des bestehenden Gerinnes lässt nicht allzu viel Spielraum für umfangreiche Maßnahmen zu. Als Maßnahmenpaket wurde eine Absenkung der Sohle und dadurch Erhöhung des Gesamtabflussquerschnittes mit einer Geschiebekonzentration im Hauptgerinne, eine Verbesserung der Ufersicherungen sowie eine Vergrößerung des Gesamtabflussquerschnittes durch überströmbare Geh-/Radwege sowie Parkflächen projektiert.

Die Umsetzung der geplanten Maßnahmen ist für die Techniker nicht nur hinsichtlich Spezialtiefbau eine besondere Herausforderung sondern auch hinsichtlich der notwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen. Aufgrund der Bachcharakteristik der Ursrau ist eine Teilausleitung mittels Verrohrungen oder Stahlrinnen nicht möglich, ein Gebirgsfluss dieser Größenordnung bedingt eine Teilausleitung im Gerinne selbst. Die engen Platzverhältnisse führten dazu, dass die Teilausleitung (Wasserhaltung) keineswegs einen Bemessungsabfluss schadlos abführen kann und bereits bei kleineren und mittleren Abflussereignissen – Sommergewitter – mit einer Überlastung gerechnet werden muss.

Zielsetzung und Methode

Zur Erreichung der Baustellensicherheit bzw. zur Vermeidung größerer Schäden im Baustellenbereich selbst war die Ausarbeitung eines Informations- und Warnkonzeptes mit einem Notfallplan zum kontrollierten Fluten der Baustelle notwendig.

Information: Die Wasserhaltung wurde mittels Spundwände, einer Einlauframpe (aufgrund der Eintiefung der Sohle notwendig) und einem Einlauftrichter umgesetzt. Hier musste die Frage geklärt werden, ab welchem Wasserdargebot ein kontrolliertes Fluten des zweiten Teiles notwendig wird? Die Ermittlung dieses Schwellenwertes erfolgte mittels einer numerischen 1-D Simulation. Die Ergebnisse der Berechnungen – im Besonderen die Annahmen der Rauigkeitsbeiwerte - wurden durch Geschwindigkeits- und Abflussmessungen im Bereich der Wasserhaltung auf Plausibilität geprüft.

Warnung: Die Kenntnis, welche Wassermengen im Ereignisfall im Bereich der Wasserhaltung zu erwarten sind, wurde durch die Errichtung eines Abflussspegels in Maria Alm (ca. 4,5 km von der Baustelle entfernt) und einer Onlineüberwachung mit SMS-Meldung sowie Abfragemöglichkeit auf der Baustelle realisiert.

Notfallplan: Im Falle einer Schwellenwertüberschreitung wird als Sofortmaßnahme die Räumung der trockenen Gerinnehälfte veranlasst (Geräte und Baustellenarbeiter) und anschließend der Einlauftrichter (Stahlblechplatte) entfernt, sodass eine Überbordung mit einhergehenden Überflutungen im Ortszentrum möglichst verhindert wird.

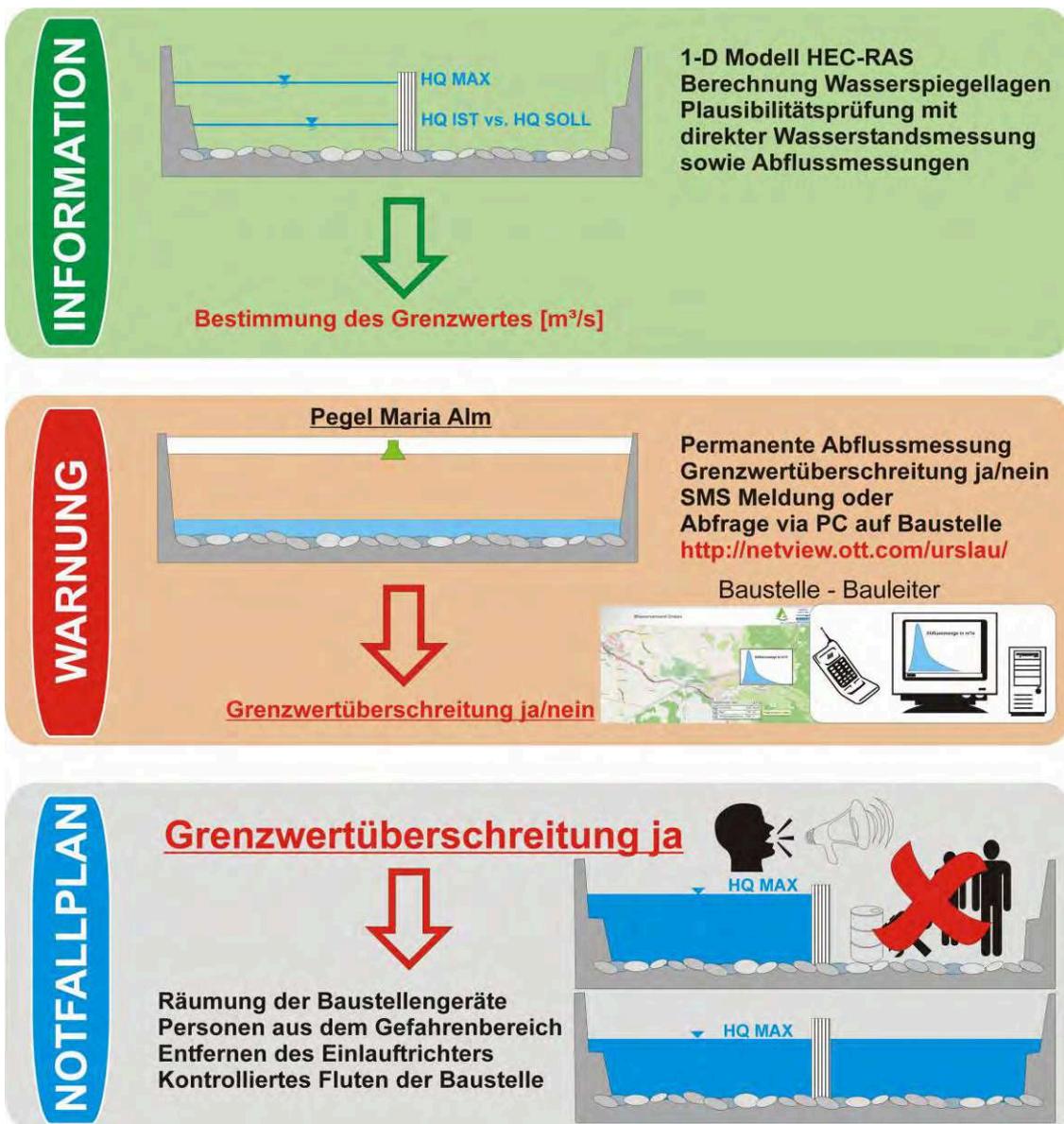


Abbildung 1: Konzept zur Herstellung der Baustellensicherheit

Information – Berechnung des Transportvermögens

Modellgrundlagen und Berechnung

Die errichtete Wasserhaltung wurde mittels terrestrischer Vermessung aufgenommen, Referenzpunkte im Bereich des Einlauftrichters, der Sinuidalschwelle sowie im Auslaufbereich im Felde markiert, die Fließrauigkeiten auf Basis von Literaturtabellenwerken gutachterlich ermittelt. Die Vermessungsdaten wurden im AUTOCAD Civil-3D zu einem digitalen Geländemodell weiterverarbeitet und ein Längenschnitt sowie an hydraulisch relevanten Abschnitten Querprofile erzeugt. Diese Grundlagendaten mit Längen- und Querprofilen können als 1D Modell exportiert und im Modell HEC-Ras importiert werden. Dem Modell wurden in weiterer Folge die Fließrauigkeiten und Randbedingungen hinzugefügt und die Wasserspiegellagen mit verschiedenen Abflüssen (sowohl stationär als auch instationär) berechnet.



Abbildung 2: 3D Modell des Einlauftrichters (links), Spundwand mit Wasserhaltung (rechts)

Plausibilitätsprüfung der Rauigkeitsbeiwerte

Ob das Modell bzw. die Simulation die Wasserspiegellagen auch mit ausreichender Genauigkeit berechnet, kann nur durch eine Plausibilitätsprüfung von tatsächlich beobachteten Wasserspiegellagen und direkten Fließgeschwindigkeitsmessungen festgestellt werden. Zu diesem Zwecke wurden einerseits die Wassermengen des Pegels Maria Alm als Eingangswerte ins Modell eingebaut und die berechneten Wasserspiegellagen den in der Natur gemessenen Werten gegenübergestellt und andererseits auch die Fließgeschwindigkeiten in der Wasserhaltung profilweise gemessen und ebenfalls mit den berechneten Werten verglichen. Die berechneten Wasserspiegellagen mit gutachterlich (lt. Tabellen-

werken) bestimmten Rauigkeitsbeiwerten (unregelmäßiges Steinpflaster mit k_{St} 40, Spundwand mit k_{St} 25, Sohle mit k_{St} 35) liegen im Vergleich zu den gemessenen Werten zwischen 5 und 39 cm zu hoch. Dies bedeutet, dass die – auf der sicheren Seite - angesetzten - Rauigkeitswerte durchaus modifiziert werden können. Im Zuge der Modellanpassung erfolgte eine Veränderung der k_{St} -Werte an die oberen Tabellenwerte nach PREIßLER und BOLLRICH [1980] oder LANGE und LECHER [1986], BRETSCHNEIDER [1993].

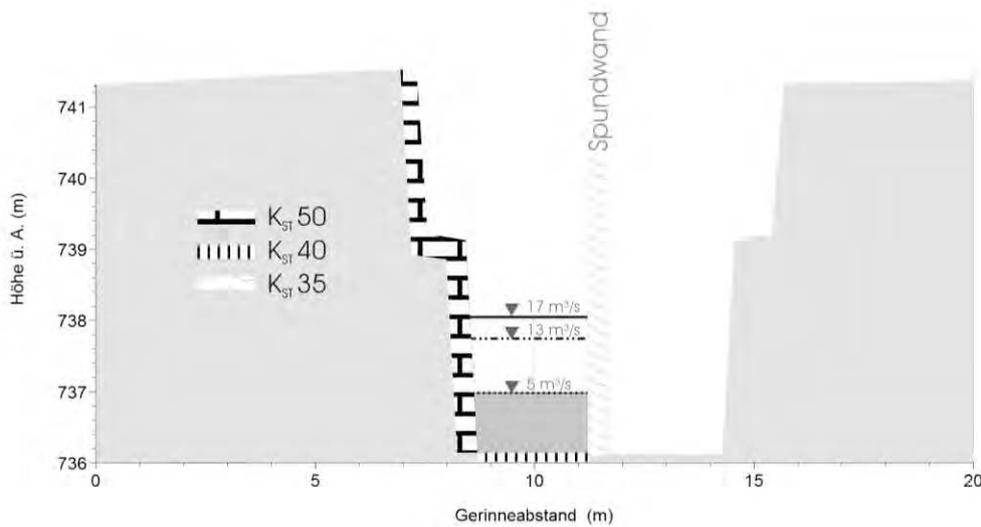


Abbildung 3: Wasserspiegellagen für die Abflüsse 5, 13 und 17 m³/s für die Wasserhaltung

Gutachterlich angesetzt k_{St} 40	Modifizierter Wert k_{St} 50	Gutachterlich angesetzt k_{St} 25	Modifizierter Wert k_{St} 35
Literatur/Tabellenangabe für Bruchsteinmauerwerk: k_{St} 40 -50		Literatur/Tabellenangabe für Spundwand: k_{St} 30 -35	



Abbildung 4: Fertiggestellte Pflasterung mit glatten Steinen(links), Spundwände (rechts)

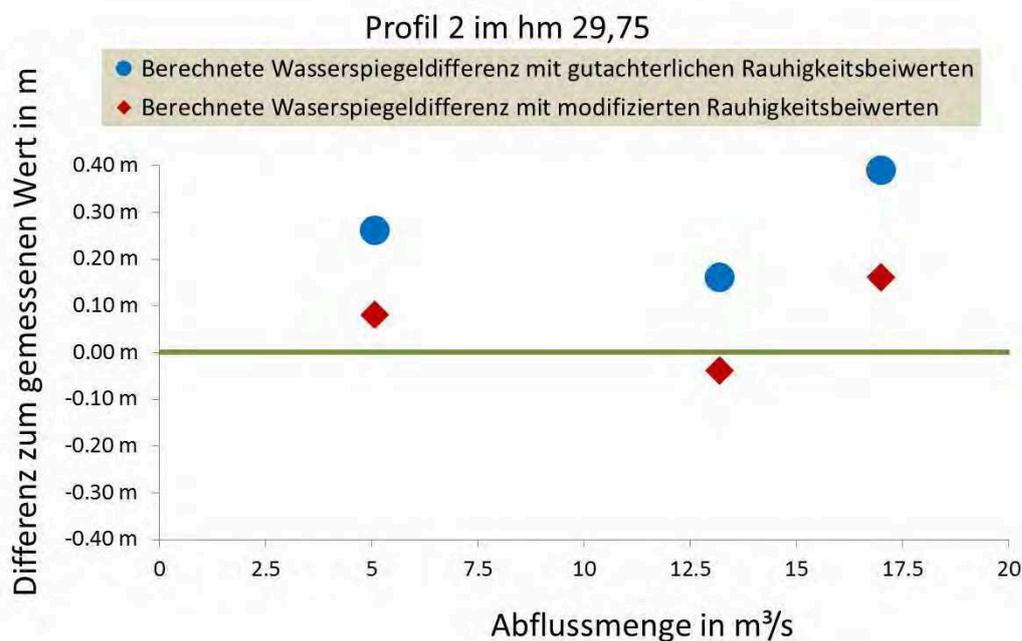


Abbildung 5: Wasserspiegellagendifferenz für verschiedene Abflüsse berechnet mit gutachterlichen und modifizierten Rauigkeitsbeiwerten

Abbildung 5 zeigt, dass eine Änderung der Rauigkeitsbeiwerte nach Strickler an die obere Grenze lt. Tabellenwerke in der Literatur für die im Falle der Wasserhaltung Ursrau vorhandenen Abflussmengen eine wesentliche Verbesserung bringt. Die somit berechneten Wasserspiegellagendifferenzen liegen zwischen +/- 4 bzw. 16 cm.

Plausibilitätsprüfung der Fließgeschwindigkeit

Im Zuge der Messung der Wasserspiegellagen erfolgte auch für jedes Querprofil eine Messung der Fließgeschwindigkeiten. Zur Anwendung gelangte dabei ein magnetisch-induktiver Strömungsmesser für die Durchflussmessung, der für offene Gerinne, Kanäle und für den Schmutzwasserbereich entwickelt wurde. Die automatische Messung und ein sofort ablesbares Messergebnis reduzieren dabei den Zeitaufwand an der Messstelle. Das System besteht aus einem kompakten und leichten Sensor sowie einem robusten Bediengerät. Beide Systemkomponenten sind für die Befestigung an konventionellen Messstangen vorgesehen und eignen sich ideal für kleinste Fließgeschwindigkeiten, können aber bis zu Geschwindigkeiten von ca. 6,0 m/s eingesetzt werden.



Abbildung 6: Fließgeschwindigkeits- und Abflussmessung mit dem MF-PRO [Ott]

Die Messergebnisse zeigen den klaren Einfluss der Wandrauigkeit. Während im Bereich der Spundwand eine Oberflächengeschwindigkeit von 0,7 m/s bei einer Abflusstiefe von 0,8 m gemessen wurde, so lag die Geschwindigkeit am gepflasterten Bruchsteinmauerwerk (sh. Abb. 4, linkes Foto) bei 2,4 m/s. Der Durchschnitt mit 2,1 m/s liegt über der berechneten Geschwindigkeit von 1,9 m/s (bereits mit den modifizierten Rauigkeitsbeiwerten).

Bestimmung des Grenzwertes

Da mit Hilfe der Plausibilitätsprüfungen das erstellte Modell als geeignet eingestuft wurde, konnte in einem weiteren Schritt im Konzept „Information“ jener Wert (Grenzwert) berechnet werden, ab dem die Stufe 2 mit der „Warnung“ beginnt. Dieser Wert wurde nicht nur auf die schadlos abführbare Wassermenge ausgelegt, sondern auch auf eine technisch noch mögliche Druckhöhe zur Entfernung des Einlauftrichters, da ab einer gewissen Anströmhöhe die Entfernung der Platte nicht mehr möglich ist.

Warnung

Durch die permanente Messung des Abflusses im 4,5 km entfernten Ort Maria Alm kann aufgrund des ermittelten Grenzwertes festgestellt werden, ab welchem Abfluss die Notfallmaßnahmen gesetzt werden müssen. Der zuständige Bauleiter wird via SMS Meldung von der Grenzwertüberschreitung informiert bzw. er kann jederzeit Online eine Abfrage des Pegelstandes via PC oder Smartphone machen.

Notfallplan

Durch die rechtzeitige Meldung der Grenzwertüberschreitung ist es möglich, die Notfallmaßnahmen mit der Räumung der Baustelle (Personen und Maschinen) sowie eine rechtzeitige Entfernung des Einlauftrichters mit einem kontrollierten Fluten der Baustelle umzusetzen. Im Juli 2014 musste dieser Notfallplan in die Tat umgesetzt werden, die Baustelle konnte noch ohne Schäden an Personen und Maschinen kontrolliert geflutet werden.



Abbildung 7: Ereignis im Juli 2014 – Links: überströmter Einlauftrichter, Rechts: geflutete Baustelle

Diskussion und Schlussfolgerungen

Eine Plausibilitätsprüfung der berechneten Wasserspiegellagen hat gezeigt, dass die mögliche Bandbreite der zu wählenden Eingangsdaten im Bereich der Rauigkeiten sehr groß ist und die Ergebnisse daher auch nicht die gemessenen Werte in der Natur widerspiegeln. In diesem konkreten Fall wurde in der ersten Berechnung eher die Untergrenze der Bandbreite angesetzt, um damit „auf der sicheren Seite“ zu sein. Sehr schwierig war die Definition der Rauigkeit für die Spundwand, da hier auch in der Literatur nur spärlich Information zu finden ist. Die Plausibilitätsprüfung konnte zwar nur für kleinere Abflüsse ($5 \text{ m}^3/\text{s}$) mit direkten Fließgeschwindigkeits- und Abflussmessungen durchgeführt werden, dennoch lieferte sie gute Anhaltswerte für die Wahl der Eingangsdaten und die weitere Berechnung der Grenzwerte.

Ausblick

Das entwickelte Informations-, Warnungs- und Notfallplankonzept für den Baubetrieb an der Urslau ist für die Baustellensicherheit sehr wichtig und hat sich auch im praktischen Einsatz im Juli 2014 bewährt. Weitere Messungen – auch bei höheren Abflüssen – sind zur Verbesserung des Grenzwertes sowie Erweiterung der hydraulischen Kenntnisse und Validierung der Modellrechnungen unbedingt notwendig. Aus Zeitgründen wurden die Berechnungen mit einem einfachen 1D Modell durchgeführt, bessere Ergebnisse können in diesem Anwendungsfall mit dreidimensionalen Modellen errechnet werden.

Literatur/References

BRETSCHNEIDER, H., LECHER, K., SCHMIDT, M. (1993): Taschenbuch der Wasserwirtschaft, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 7. Auflage

LANGE, G.; LECHER, K. (1986): Gewässerregelung, Gewässerpflege. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

OTT (2014): Beschreibung des Messgerätes: magnetisch-induktives Messverfahren für die Strömungsmessung in offenen Gerinnen

PREIBLER G.; BOLLRICH G. (1980): Technische Hydromechanik Band 1. VEB Verlag Berlin.

Anschrift der Verfasser/Author's adresses

DI Markus Moser
Fachbereich Wildbachprozesse
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawi-
nenverbauung
GBL Lungau
Johann Löcker Str. 3
5580 Tamsweg
markus.moser@die-wildbach.at

HR DI Franz Anker
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawi-
nenverbauung
GBL Pinzgau
Schmittenstrasse 16
5700 Zell am See
franz.anker@die-wildbach.at

DI Gerald Jäger
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawi-
nenverbauung
Fachbereich Wildbachprozesse
GBL Bregenz
Rheinstrasse 32/4
6900 Bregenz
gerald.jaeger@die-wildbach.at

Michael Hasenauer
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawi-
nenverbauung
GBL Pinzgau
Schmittenstrasse 16
5700 Zell am See
michael.hasenauer@die-wildbach.at

