

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Moser, Markus; Mehlhorn, Susanne

Technisches Regelwerk "Wildbachschutzbauwerke" als Anpassung an den Stand der Technik

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/20.500.11970/106339>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Moser, Markus; Mehlhorn, Susanne (2019): Technisches Regelwerk "Wildbachschutzbauwerke" als Anpassung an den Stand der Technik. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Komplexe Planungsaufgaben im Wasserbau und ihre Lösungen. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 62. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 483-492.

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.



Technisches Regelwerk „Wildbachschutzbauwerke“ als Anpassung an den Stand der Technik

Markus Moser
Susanne Mehlhorn

Der Schutz von Siedlungsraum und Infrastruktur vor Naturgefahren ist eine komplexe Aufgabe. Am besten kann ein optimaler Schutzgrad durch ein integrales Schutzsystem erreicht werden. Dieses System besteht aus passiven (präventive Raumplanung, Gefahrenzonenplanung, Gebäudeschutz, ...) und aktiven Schutzmaßnahmen (Bewirtschaftung der Einzugsgebiete, forstlich-biologische Maßnahmen, technische Schutzmaßnahmen). Wildbachsperren aus Beton sind ein Teil der technischen Schutzmaßnahmen. Seit dem Beginn der systematischen Wildbachverbauung in Österreich vor 130 Jahren werden diese Bauwerke errichtet. Waren es bis zum Ende der 1960er Jahre meistens Talsperren an den Unterläufen der Schluchten zum Objektschutz bestehender Gebäude und wichtigen Verkehrswegen, so ging man mit der sich ändernden technologischen Bauweise (Beton) seit den 1970ziger Jahren in Richtung offener Bauweisen mit großen Schlitzfenstern oder Öffnungen mit Stahlkonstruktionen als funktioneller Teil. Um die Energie von Murgängen abzuführen, wurden seit den 1980er Jahren sog. Murbrecher oder -bremsen in verschiedenster Ausführung entwickelt. In der Vergangenheit wurde die technologische Entwicklung dieser Konstruktionen nur von den Erfahrungen der Ingenieurspraxis gesteuert, während ein institutionalisierter Standardisierungsprozess, der mit anderen Ingenieurbranchen vergleichbar war, nicht existierte. In Zukunft müssen alle Strukturen nach den EUROCODE-Standards ausgelegt und dimensioniert werden. Aus diesem Grund wurde am Austrian Standards Institute (ASI) eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe (ON-K 256) eingerichtet, die es ermöglicht hat, umfassende neue technische Standards (ON-B 4800) zu entwickeln, darunter, z.B.: Lastmodelle und Dimensionierungsvorgaben. Diese Entwicklung, die wichtigsten Inhalte sowie Anwendungsbeispiele aus der Praxis sollen im Beitrag vorgestellt werden.

Stichworte: Wildbachgefahren, ON-K 256 Technisches Regelwerk, Entwicklung von Standards

1 Integrales Schutzsystem vor Wildbachgefahren

Zur Erhöhung der Sicherheit und Erreichung eines optimalen Schutzgrades wird ein integrales Schutzsystem bestehend aus aktiven und passiven Maßnahmen für Wildbachgefahren in Österreich umgesetzt. Unter aktiven Schutzmaßnahmen werden jene Maßnahmen verstanden, die dem Ereignis entgegenwirken, um die

Gefahr (das Risiko) zu verringern oder um den Ablauf eines Ereignisses oder dessen Eintrittswahrscheinlichkeit wesentlich zu beeinflussen. Sie nehmen direkt Einfluss auf den Prozess und verändern ihn hinsichtlich der Intensität und Häufigkeit. Man unterscheidet Maßnahmen, die die Ereignisdisposition beeinflussen oder solche, die direkt auf den Prozess einwirken. Jene Schutzmaßnahmen die zu einer Reduktion des Schadens führen, ohne den Ablauf des Ereignisses (Wildbachprozesses) zu beeinflussen werden als passive Maßnahmen bezeichnet. Diese Maßnahmen nehmen Einfluss auf die Schadensempfindlichkeit der Schutzobjekte oder umfassen unmittelbare Gegenmaßnahmen (Notmaßnahmen) bei Eintritt eines Schadensereignisses.

In der vorliegenden Arbeit werden die aktiven Schutzmaßnahmen mit direkter Einwirkung auf den Prozess die sog. Technischen Schutzmaßnahmen und die Anpassung des Technischen Regelwerks an den Stand der Technik behandelt.

		Permanente Schutzwirkung	Temporäre Schutzwirkung
Aktive Schutzmaßnahmen	vorbeugende Wirkung	Ereignisdisposition beeinflussend – forstlich-biologische Maßnahmen – technische Schutzmaßnahmen	
		direkt auf den Prozess einwirkend – technische Schutzmaßnahmen	
	Reaktion auf das Ereignis		Sofortmaßnahmen (im Ereignisfall)
Passive Schutzmaßnahmen	vorbeugende Wirkung	Gefahrenzonenplan gefahrenangepasste Raumplanung und Landnutzung Gebäudeschutz (Objektschutz) Einsatz- und Evakuierungspläne	Information Warnung Alarmierung Evakuierung Sperrung
	Reaktion auf das Ereignis		Katastrophenmanagement

Abbildung 1: Systematik der Schutzmaßnahmen (Quelle: ONR 24800)

2 Wildbachsperrren - Geschichtliche Entwicklung verschiedener Bautypen

Seit den Anfängen des Schutzwasserbaues in den Alpen vor ca. 500 Jahren haben sich die Strategien zur Gefahrenvermeidung sehr stark verändert. Während man früher von der „Zähmung der Natur“ (Seckendorf, 1884) bzw. „der Auslöschung der Wildbäche und Verwandlung derselben in ungefährliche Bäche“ (Demotzey, 1880) sprach, ist heutzutage eine integrale Prozessbetrachtung mit Feststoffbindung, -rückhalt und -transport in den Unterlauf bzw. Vorfluter gängig. Dabei werden die im Zuge der Ereignisse dokumentierten Probleme verschiedenster Bautypen und Verbauungsketten ständig adaptiert um einerseits technisch dem Stand der Technik zu entsprechen und andererseits auch eine

wirtschaftliche Betreuung der Schutzmaßnahmen (Minimierung der Räumungskosten, Schäden infolge Beaufschlagung) gewährleisten zu können.



Abbildung 2: Entwicklung der technischen Maßnahmen

Diese an der Quelle der Verursachung nicht beherrschbaren Situationen in der Wildholz- und Geschiebeproblematik führte seit Jahrzehnten zur Suche nach einer Lösung der schadlosen Ablagerung des Geschiebe- und Wildholzes oberhalb der zu sichernden Gebiete und Flächen. Am Anfang stand die Schaffung von Stauräumen durch die Errichtung von großdoligen Entleerungssperren, die sich bereits durch kleinere Hochwässer mit mäßiger Geschiebeführung verfüllen und somit ihre Stauräume laufend zu räumen waren (Abb. 3).



Abbildung 3: Großdolige Entleerungssperren - Wildholz verlegt die Öffnungen, danach erfolgt eine sofortige Verfüllung des geschaffenen Ablagerungsraumes



Abbildung 4: Schlitzsperrne – hohe Verklausungsanfälligkeit infolge Wildholz und hoher Instandhaltungsaufwand



Abbildung 5: Balkensperren – Geschieberückhalt hinter den Balken

Dies führte nach einiger Zeit zur Entwicklung der kronenoffenen Sperren, die vorerst in Form von Schlitzsperrn zur Ausführung gelangten (Abb. 4). Da sich bei den mitunter sehr schmalen Schlitzn nur eine geringfügige Verbesserung der Bewirtschaftung der Retentionsräume ergab, erfolgte eine Aufweitung der

Durchtrittsöffnung. Der Gefahr eines ungewollten größeren Durchströmens der Hochwasserwelle wurde durch den Einbau von horizontalen Balken begegnet (Abb. 5). Gegenüber der Urform der Entleerungssperren trat dadurch eine wesentliche Verbesserung der Bewirtschaftung der geschaffenen Retentionsräume ein. Diese Bautypen haben jedoch den Nachteil, dass anschwimmendes Holz auch im kleineren Format bei geringer Wasserführung die Öffnung ungewollt verlegt und diese mit der Zeit zur Gänze verschließt. Aus der daraus gewonnenen Erfahrung entstand der Gedanke die Öffnung nicht mit horizontalen Balken zu verschließen, sondern einen schrägen Verschluss in vertikaler Richtung anzuordnen. Diese Bauart brachte eine wesentliche Verbesserung, da im Ereignisfall das Holz aufschwimmt und ein Teil des Feingeschiebes in den Unterlauf transportiert wird. Probleme gibt es bei horizontalen Balken oder einfachen, vertikalen Schrägrechen bei kleineren Ereignissen durch ein sehr schnelles Verschließen der Öffnungen. Durch diese Wirkung geht wertvoller Stauraum für größere, nachfolgende Ereignisse verloren. Da größere bodennahe Öffnungen bei murartigen Feststofftransport mit viel Geschiebe und Wildholz für den Unterlauf durch die Gerinnekapazität, Verflachung im Längenschnitt und das Transportvermögen des Vorfluters Probleme bringen, haben sich einfach bzw. mehrfach geknickte Rechen mit langem, flachen Anlaufteil entwickelt. Diese sollen im Zusammenwirken mit den energetischen Kräften die Hochwasserwelle mit einem Geschiebe-Holzgemisch auf den Rechenteil auffahren (Wirkung wie ein Tiroler Wehr), die kleineren Fraktionen werden mit dem Wasserfluss zwischen den angeordneten Trägern nach unten abgeschwemmt, die größeren Feststoffteile werden hinter dem Wildholzpolster zurückgehalten.



Abbildung 6: Konstruktionsdetail der wasserseitigen Abdeckung mit einem geeigneten Rechen vor dem Ereignis (Bild links) und nach einem Ereignis (Bild rechts). Wichtig ist der untere Tiroler Wehr ähnliche Teil im Bereich der Sohle

3 Wildbachprozesse

Wie im Kapitel 2 „Geschichtliche Entwicklung“ angeführt wurden die Bauwerke laufend den unterstellten Einwirkungsprozessen angepasst. Die technologische Entwicklung dieser Konstruktionen war eigentlich nur von den Erfahrungen der Ingenieurspraxis gesteuert, während ein institutionalisierter Standardisierungsprozess, der mit anderen Ingenieurbranchen vergleichbar war, nicht existierte.

Für die Erstellung von Standards wurden nun in den ONR Regelwerken (ONR 24800) die Einwirkungsprozesse „Wildbachprozesse“ (Gerinneprozesse die in Wildbächen ablaufen) definiert. Charakteristisch für Wildbachprozesse sind die kurze Anlaufzeit, die kurze Gesamtdauer und deren unmittelbarer Zusammenhang mit vorangehenden exzessiven meteorologischen Ereignissen (Starkregen, Dauerregen). Neben den Feststoffen in Form von Sedimenten und Geschiebe spielt in Wildbächen auch das Wildholz (Schadholz) eine wesentliche Rolle. Bei den Verlagerungsprozessen kommen zu den in Flüssen bekannten fluviatilen Verlagerungsarten die murartige Verlagerungen und der Murgang hinzu.

Verlagerungstyp	Hochwasser		Mure	
Verlagerungsart	fluviatil		murartig	
Terminus	Hochwasser	fluviatiler Feststofftransport	murartiger Feststofftransport	Murgang
Prozesstyp	Reinwasserabfluss	schwach Feststofftransport	stark	Murgang
Vol.-Feststoff%	Promillebereich	> 20 %	20 - 40 %	< 40 %
Größtkorn	mm - cm	- dm	- m	- m
Dichte	1000 kg/m ³	<1300 kg/m ³	1300 - 1700 kg/m ³	> 1700 kg/m ³
maßgeblich wirkende Kräfte	Turbulenz, Schleppspannung	Turbulenz, Schleppspannung	Auftrieb, Turbulenz, Schleppspannung, dispersiver Druck	Auftrieb, dispersiver Druck, viskose+frictionale Kräfte
Schaden durch	Wasser und Schweb	Wasser, Schweb und Geschiebe	Feststoffe und Wasser	Feststoffe (und Wasser)

Abbildung 7: Eigenschaften der charakteristischen Verlagerungsprozesse in Wildbächen (Auszug aus ONR 24800)

Für den Prozesstyp „fluviatiler Feststofftransport mit Wildholz“ hat sich zur Bewirtschaftung ein eigener Bautyp entwickelt. Dieser wird aus einzelnen Betonscheiben mit relativ großem Abstand zueinander in Fließrichtung gebildet, wobei von der Anströmseite her gesehen ein sehr flach geneigter Teil, der das ankommende Holz auflaufen lässt, angeordnet wird. Durch die Fließenergie und dem Aufschwimmen wird das Holz bis zum wesentlich steileren Bauteil vorge-schoben. Der Wasser- und Geschiebefluss kann bei ablaufender Welle dann unterhalb des Bauwerkskörpers abfließen.

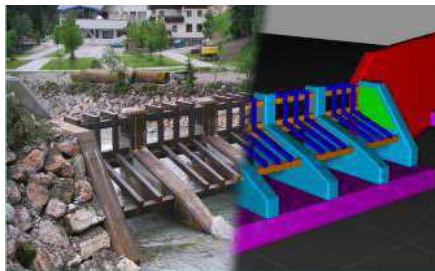


Abbildung 8: Konstruktionsdetail eines Wildholzrechens mit einem wasserseitigen Rost (Oberste Enns, Gde. Flachau)



Abbildung 9: Eine flach geneigte Filterkonstruktion bewirkt ein aufschwimmen des Wildholzes sodass Teile des Geschiebes durch das Bauwerk durchtransportiert werden

Murgänge bewirken eine hohe Belastung für die Murbrecher oder murbremsenden Bauwerke. Für diese Belastungen sind einerseits massive Scheibenkonstruktionen mit Stahlblechverkleidung sinnvoll und andererseits auch massiv ausgeführte Abflusssektionen mit entsprechend steilen Anzügen der anschließenden Flügel sowie erosionsstabile Vorfelder (Vorfeldwangen und Vorsperren).



Abbildung 10: Murbrecher mit aufgelösten Scheiben und flachem Anlaufteil (Scheiben mit Stahlblech gepanzert) – Murbrechende Wirkung und Ausfilterung von Wildholz im Zuge eines Ereignisses (Beispiel Aubach 2017, Bild rechts).

4 Grundlagen und Vorgehensweise bei der Projektierung

Grundsätzlich sind Wildbachsperren so zu planen, auszuführen bzw. zu erhalten, dass das Tragwerk den möglichen Einwirkungen und Einflüssen – die während der Errichtung und der vorgesehenen Lebensdauer auftreten – standhält. Hierbei muss bei der Ausführung sowohl eine ausreichende Tragfähigkeit als auch die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit beachtet werden. Weiters ist die konstruktive Ausführung so umzusetzen, dass im Falle einer außergewöhnlichen

Einwirkung auf das Tragwerk (z.B.: Mure, Steinschlag, Erdbeben) die Schadensfolgen im zumutbaren Verhältnis zur Schadensursache stehen.

Die grundlegenden Anforderungen an das Tragwerk sind durch die Wahl geeigneter Baustoffe, durch einen zweckmäßigen Entwurf und eine geeignete konstruktive Durchbildung nach dem anerkannten Stand der Technik sowie durch die Festlegung geeigneter Überwachungsmaßnahmen in der Planungs-, Ausführungs- und Nutzungsphase sicherzustellen. Ergänzend zu ÖNORMEN EN 1990 ist für Wildbachsperrn von einer vorgesehenen Lebensdauer von 100 Jahren auszugehen, für Bauwerke mit temporärer Schutzwirkung (z.B.: aus natürlichen Baustoffen wie Holz oder lebende Pflanzen) gelten andere Zeiträume.

Es ist zu verhindern, dass im Unglücksfall ein Versagen eines oder mehrerer Bauteile durch eine Kettenreaktion („Domineffekt“) zum Versagen des Gesamtbauwerks führt. Die Schadensfolgen sollten auch bei außergewöhnlichen Einwirkungen im Verhältnis zur Schadensursache stehen. Dies gilt sinngemäß auch für Einzelbauwerke in einem Bauwerksverband.



Abbildung 11: Prinzipielle Vorgangsweise bei der Planung von Schutzprojekten (Quelle: ONR 24802:2011; Tab. 1)

5 Erkenntnisse für die Praxis – Entwicklung von Standards (ON-B 4800)

Die neuen technischen Standards (ÖNORM B 4800) beinhalten unter anderem Lastmodelle und Dimensionierungsvorgaben. Aus der Beschreibung der maßgeblichen gravitativen Naturprozesse (Prozessmodell) werden die jeweiligen Einwirkungsmodelle für die Schutzbauwerke in der Wildbachverbauung abgeleitet.

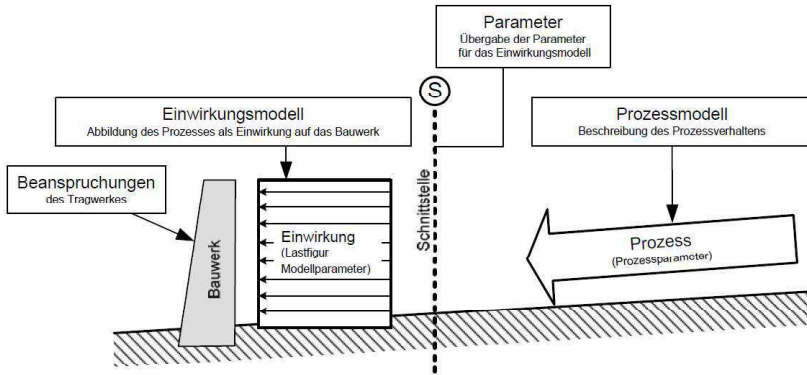


Abbildung 12: Schematische Darstellung der Ermittlung der Einwirkungen aus Naturprozessen (Quelle: ONR 24800)

Die Einwirkungskombinationen (EK A bis EK L) reichen von fluviatilen Verlagerungsprozessen über Belastungen durch Murgänge bis zu Sondereinwirkungen durch Lawinen (EK I), seitlichem Hangdruck (Talzuschub – EK J) oder Steinschlag (EK K). Als Beispiel wird die Einwirkungskombination EK G und EK L für eine Belastung durch Muren dargestellt. Maßgebend sind diese Einwirkungen für nicht verlandete Sperrenkörper z.B.: Murbrecher (siehe Abb.10). Festzulegen ist die Einwirkungshöhe HM_u und die Verteilung der Einwirkung am Bauwerk.

Wurden diese definiert muss eine Zuordnung zu den bestimmten Bemessungssituationen erfolgen. Hier wird zwischen ständige (BS1), vorübergehende (BS2) und außergewöhnliche Bemessungssituation (BS3) unterschieden. Eine ständige Bemessungssituation beschreibt eine Einwirkung die bis zur Höhe des Bemessungsereignisses zuordenbar ist und eigentlich dem Zweck des Bauwerks entspricht. BS 2 liegt dann vor, wenn sich eine Belastung auf eine zeitlich begrenzte Situation z. B.: Bauzustand bezieht. BS3 wäre dann eine außergewöhnliche Bedingung wie ein Überlastfall oder Erdbeben.

Beispiel Murgang:

Der Murendruck resultiert aus dynamischen Verlagerungsprozessen mit unterschiedlichen Anteilen von Wasser, Fein- und Grobsediment. Die Mure fließt im Gerinne ab und interagiert beim Anprall mit dem Bauwerk. Es wird davon ausgegangen, dass beim Initialstoß die höchsten Kräfte auf die Sperre wirken. Möglicherweise vorhandene Ablagerungen hinter der Sperre wirken dämpfend und reduzieren die auftretenden Drücke aus einem Murgang.

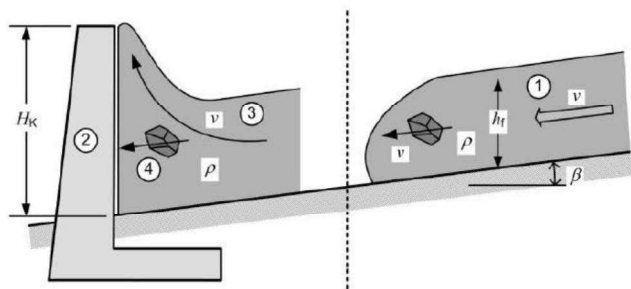


Abbildung 13: Einwirkungsmodell Murgang (Vorschlag ÖNORM B 4800:2017; 1 Mure im Gerinne, 2 Bauwerk (Sperre), 3 Mure trifft auf Bauwerk und staut sich auf, 4 Einschlag von Einzelkomponenten)

Folgende Parameter sind vom Sachverständigen für Wildbachberbauung festzulegen. Der maßgebliche Bemessungsprozess (murartiger Feststofftransport oder Murgang), die Abflussfläche des Prozesses (auf Basis des charakteristischen Gerinnequerschnittes eines Murgangs (A_{QM} in m^2), die über den Abflussquerschnitt gemittelte Geschwindigkeit der Mure (v (m/s)), Dichte des Mediums (ρ_M (kg/m^3 zwischen 1300 – 2300 lt. Tab. 20)) und die Höhe des dynamischen Murdruckes (h_{dyn}).

Das Einwirkungsmodell setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- dynamischer Murdruck (p_{dyn}) und statischer Murdruck (p_{st}), Murauflast (p_a)
- Ersatzkraft zur Berücksichtigung des Anpralles einer Einzelkomponente, z.B.: Baumstamm, großer Block (F_E) (siehe Beispiel Abb. 10 Bild rechts)

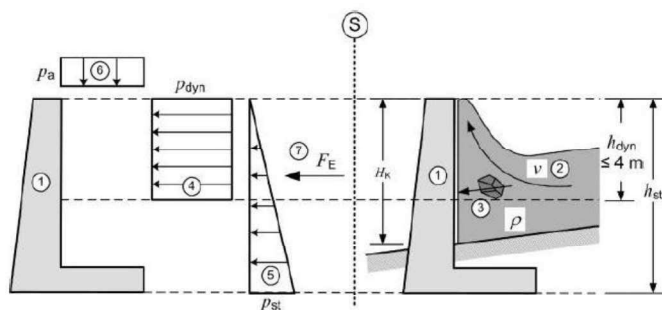


Abbildung 14: Komponenten des Einwirkungsmodells für Muren (Vorschlag ÖNORM B 4800:2017; 1 Bauwerk (Sperre), 2 Mure trifft auf Bauwerk und staut sich auf, 3 Einschlag von Einzelkomponenten, 4 dynamischer Murdruck, 5 statischer Murdruck, 6 Auflast aus einem murartigen Verlagerungsprozess, 7 Anprall von Einzelkomponenten)

Zur Berechnung der dynamischen Murdruck-Komponenten wird der Impulssatz verwendet. Zuerst wird die statische Ersatzkraft P_w welche auf die Angriffsfläche der dynamischen Komponente (A_{Qdyn}) wirkt, berechnet. Über die Fläche A_{Qdyn} lässt sich anschließend der dynamische Anteil des Murdrucks P_M berechnen. Diese Flächenlast ist in der Bemessung als Gleichlast auf die gesamte Fläche A_{Qdyn} anzusetzen (entnommen aus Vorschlag ÖNORM B 4800:2017).

$$P_M = (\rho_M \times A_{Qdyn} \times v^2) \times 10^{-3} \quad (1)$$

$$p_{dyn} = P_M / A_{Qdyn} \quad (2)$$

ρ_M Dichte des Mediums (kg/m³ zwischen 1300 –2300 lt. Tab. 20)

A_{Qdyn} Belastungsfläche am Bauwerk auf die P_M wirkt, in m²

P_M statische Ersatzkraft, die aus dem Anprall eines murartigen Verlagerungsprozesses auf das Bauwerk resultiert, in kN; charakteristische Parameter für murartige Verlagerungsprozesse sind in Tabelle 6 angeführt

p_{dyn} dynamischer Anteil des Murdrucks, in kN/m²

v über den Abflussquerschnitt gemittelte Fließgeschwindigkeit des Verlagerungsprozesses, in m/s, gemäß Tabelle 18

6 Literatur

Brenner und Moser (2018): Konstruktionstypen zur Feststoffbewirtschaftung, Erfahrungen und Beispiele aus der Praxis der Sektion Salzburg. Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz. Heft 181.

ON-institut (Hrsg.) 24800 (2009): Schutzbauwerke der Wildbachverbauung — Begriffe und ihre Definitionen sowie Klassifizierung

ÖNORM 4800 (Vorschlag, dzt. in Ausarbeitung): Schutzbauwerke der Wildbachverbauung, Austrian Standards Institute/ Österreichisches Normungsinstitut Heinestraße 38, 1020 Wien

Autoren:

DI Markus Moser

Dipl. Geogr. Susanne Mehlhorn

Wildbach- und Lawinenverbauung
Fachzentrum Wildbachprozesse
Johann-Löckerstraße 3, 5580 Tamsweg

Wildbach- und Lawinenverbauung
Fachzentrum Wildbachprozesse
Marxergasse 2, 1030 Wien

Tel.: +43 (6474) 22 56 16

Tel.: +43 1 533 06 94 7057

E-Mail: markus.moser@die-wildbach.at

E-Mail: susanne.mehlhorn@die-wildbach.at