Neue Herausforderungen an den technischen Hochwasserschutz: mobile Hochwasserschutzsysteme, Objektschutz, Instandhaltung von Dämmen, Zustandserfassung und -bewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung

Zusammenfassung: Innerhalb von Floodrisk II wurden einige Teilarbeitspakete durchgeführt, welche die neuen technischen Möglichkeiten bzw. innovative Vorschläge zur Verbesserung eines integrativen Hochwassermanagements beinhalteten. Die Katastrophenhochwässer der Jahre 2002, 2005, 2006 und 2009 zeigten deutlich die Notwendigkeit im Monitoring der Dammsicherheit, der Anwendung mobiler Hochwasserschutzsysteme und der technischen Bewertung des Objektschutzes Verbesserungen durchzuführen. Die Ergebnisse des Artikels beziehen sich auf diese neuen Herausforderungen wobei Vorteile und Nachteile einzelner Schutzsysteme ebenso diskutiert werden wie die Anwendung unterschiedlicher Schutzkonzepte. Eine detaillierte Darstellung erfolgt für geotechnische Aspekte der Dammsicherheit, der Anwendung mobiler Hochwasserschutzsysteme im privaten und öffentlichen Einsatzbereich und der Standsicherheitsbewertung von Schutzbauwerken der WLVB. Jedoch gilt es festzuhalten, dass im Zuge eines nachhaltigen und integrativen Hochwassermanagements Überlegungen zur schadlosen Überflutung (ev. durch Aussiedelung) bzw. Erhöhung der fließenden Retention durch erweiterte Überflutungsflächen (passiver Hochwasserschutz) zu präferieren sind (keine Verschärfung der Hochwassersituation gegenüber dem Unterlieger).

New challenges to be faced by technical flood control: Mobile flood-control systems, protection of structures, maintenance of dams and dykes, structural condition assessment of torrent-control structures

Summary: Within Floodrisk II project several sub-projects were performed, dealing with new technical solutions and innovative suggestions for a (technical) integrative floodrisk management respectively. The catastrophic flood events of 2002, 2005, 2006 and 2009 highlighted the need for improvements in monitoring dam safety, mobile flood protection and technical solutions for buildings in general. The findings of the paper are dealing with

those new challenges by discussing advantages and disadvantages of different protection systems and/or protection concepts. A detailed presentation is given for e.g. geotechnical aspects, the application of mobile flood protection systems, differentiating between public or private purposes. Additional focus is given on life-cycle-management (LCM) of torrent control structures. However, in a summarized view it has to be mentioned, that before an application and practical use of technical flood protection systems, other issues (e.g. preservation or restoration of floodplains) should be discussed, which are ranked as having higher priority related to sustainable flood risk management.

1. Einleitung

Die sich häufenden extremen Hochwasserereignisse der letzten Jahre haben gezeigt, dass sich zwar durch Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes die negativen Auswirkungen der Hochwässer mindern lassen, diese aber keinen vollkommenen Schutz gewährleisten (BVBS, 2008). Baumaßnahmen können nicht alle Gefahren abdecken. Oft vergehen Jahre bis zur Vervollendung der baulichen Maßnahmen, sodass die Gefahrensituation weiterhin besteht; manchmal überschreiten die Ereignisse die Bemessungsgrößen (erhöhtes Risiko), manchmal verursachen unvorhergesehene Prozesse (Dammbrüche, Schwemmholz) Überschwemmungen, die man glaubte zu vermeiden (Restrisiko) (Egli et al., 2004). Diesen Gefahren gilt es in einem zukünftigen (integrativen) Hochwassermanagement mit neuen bzw. verbesserten technischen Möglichkeiten zu begegnen. Auch wenn die Vorsorge die höchste Priorität im Hochwassermanagement besitzt, werden künftig infrastrukturelle Maßnahmen, wie Dammbau und Ufermauern im Hochwasserschutz umgesetzt werden. Das Gefahrenpotenzial im Hinblick auf lineare Maßnahmen (Dämme) wurde vor allem durch die Hochwasserereignisse 2002 und 2006 und die auftretenden Dammbrüche gezeigt,

wodurch auch die Notwendigkeit einer höheren Zuverlässigkeit der nur temporär eingestauten Hochwasserschutzdämme entlang der Flüsse verstärkt ins Blickfeld der Öffentlichkeit bzw. der für die Überwachung zuständigen Behörden gerückt ist. In vielen Bereichen stellen jedoch oft gerade derartige Dammbauwerke, für die bedingt durch eine enorme Längserstreckung meist eine durchgehende Bauweise aus technischer Sicht nicht möglich ist, den einzigen Schutz vor extremen Ereignissen an Fließgewässern dar.

Weiters gilt es, innerhalb eines integralen Risikomanagements, präventiv wirkende Maßnahmen des Objektschutzes als Mittel zur Risikoreduktion (vor allem in dicht besiedelten Gebieten) zu nennen. Ein gewisser Standard der Zuverlässigkeit (z. B. Standardisierung der Zustandsbewertung) ist jedoch zu gewährleisten, wobei dieser nur erreicht werden kann, wenn einfache strategische Grundregeln bei der Umsetzung von Objektschutzmaßnahmen berücksichtigt werden. Dabei zeichnet sich in Siedlungsgebieten, nicht zuletzt durch das verstärkte Bewusstsein der Öffentlichkeit gegenüber dem erhöhten Risiko bzw. dem Versagensfall von Schutzbauwerken, ein starker Trend zu mobilen Hochwasserschutzsystemen ab. Permanente bauliche Anlagen würden zusätzlich das Stadt- und Landschaftsbild stark beeinträchtigen. Die Lösung wird deshalb immer öfter in mobilen Hochwasserschutzsystemen gesehen, die vor bzw. während des Hochwasserereignisses aufgestellt werden und damit nur temporär eine räumliche Trennung zwischen Fluss und Ortschaft bewirken (BWK, 2005). Ein klassisches Beispiel ist der Hochwasserschutz in Köln mit mobilen Wänden direkt am Rheinufer. Das Motiv „Köln liegt am Rhein und nicht an der Mauer“ führte zur Wahl des Schutzsystems (Königter, 2002). Weiters können auf Grund der räumlichen Gegebenheiten bzw. auch aus der Sicht des Freihaltens von Überflutungsräumen mobile HWS-Maßnahmen (öffentlich/privat) oft nur direkt am Objekt angebracht werden. Gebäudebezogene Hochwasserschutzmaßnahmen können grundsätzlich nach ihrer Wirkungsweise in zwei Kategorien eingeteilt werden:

- Maßnahmen, die das Eindringen von Wasser verhindern („dem Wasser widerstehen“)
- Maßnahmen, die ein planmäßiges Eindringen von Wasser oder eine planmäßige Flutung anstreben, um so Schäden zu vermeiden bzw. zu verhindern („dem Wasser nachgeben“).

Je nach Lage und Bauausführung sowie Art und Häufigkeit der Gefahr wird ein optimaler Gebäudeschutz zumeist durch eine Kombination beider Maßnahmentypen erreicht. Aus diesen verschiedenen Gesichtspunkten des Hochwasserrisikomanagements (Objektschutz, Damminstandhaltung, mobiler HW-Schutz) ergeben sich neue Herausforderungen an den technischen Hochwasserschutz, die im Hinblick auf eine integrative Planung in unterschiedlichen Teilprojekten von Floodrisk II bearbeitet wurden.

3. Mobile HW-Schutzsysteme

Einer der Schwerpunkte der Untersuchungen innerhalb des Teilarbeitspaketes „Mobiler Hochwasserschutz“ (TP 6.4.1) war die Bewertung des mobilen HW-Schutzes (Objektschutz) in Bezug auf den Risikokreislauf (Habersack et al., 2004) (vor allem im Bereich der Katastrophenvorbeugung). Hier wurde zwischen dem generellen Objektschutz (z. B. bauliche Maßnahmen) und dem Einsatz von mobilen Hochwasserschutzsystemen (öffentlich und privat) unterschieden. Diese Trennung (öffentlich/privat) findet sich auch im zweiten Schwerpunkt des Teilprojektes, bei dem es galt, neben einem Überblick von unterschiedlichen mobilen Hochwasserschutzsystemen (z. B. Sandsacksysteme, Schlauchsysteme), eine standortspezifische Bewertung für die Auswahl von mobilen Schutzsystemen (aber auch Einzelprodukte) zu präsentieren (wird im Kapitel Objektschutz detailliert dargestellt). Den schutzwasserwirtschaftlichen Planungen und Projektierungen (auch für den mobilen Hochwasserschutz) sind die Größenwerte des Schutzbedürfnisses und damit die Ausbauziele im Siedlungsbereich gemäß den technischen Richtlinien des Wasserbaus (RIWA-T, 2006) zugrunde gelegt: Siedlungen und bedeutende Wirtschafts- und Verkehrsanlagen sind im Allgemeinen vor Hochwasserereignissen mit einer 100-jährlichen Häufigkeit (HQ_{100}) zu schützen (Ausnahmen bestehen im Hinblick auf ein besonderes Schadens- und Gefährdungspotenzial). Im staatlich ge-

Abb. 1: Integriertes Hochwasserrisikomanagement (Basis: Habersack et al., 2004); Darstellung des Risikokreislaufs getrennt in die „pre-Ereignis“ bezogene Vorbeugung (Prävention und Vorsorge), den Katastropheneinsatz und den „post-Ereignis“ bezogenen Wiederaufbau.

förderten Hochwasserschutz werden mobile Hochwasserschutzsysteme in ein übergeordnetes Hochwasserschutzmanagement integriert. Diese meist linearen Maßnahmen (Dambalkensysteme über mehrere hundert Meter) kommen hier vor allem aus landschafts- bzw. städtebaulich ästhetischen Gründen (z. B. Köln, Kremsstein, Linz-Urfahr) zur Anwendung. Im Vergleich zum staatlich geförderten HQ_{100} Schutz ist für die Wahl eines geeigneten mobilen Hochwasserschutzsystems im privaten Einsatzbereich die Notwendigkeit der Systemsicherheit und der Systemcharakteristik (Aufbauzeit und Schutzhöhe) von besonderer Bedeutung. Dies ist vor allem auf den Mangel an personellen Ressourcen während des Einsatzes bzw. auch auf die (meist) vollständige Eigenfinanzierung des Schutzsystems zurückzuführen. Hinzu kommt, dass im privaten Einsatzbereich mobiler Hochwasserschutzsysteme eine permanente Überwachung nicht immer möglich oder ganz unmöglich ist (z. B. Evakuierung). Im Hinblick auf den Risikokreislauf ist das Zusammenspiel zwischen Maßnahmen der öffentlichen Hand und privater Eigenvorsorge von großer Wichtigkeit (Habersack et al., 2009). Dieser Risikokreislauf – bestehend aus Vorbeugung – Bewältigung – Regeneration – bedarf stetiger Überprüfung und Verbesserung (siehe Abb. 1). Technischer Hochwasserschutz (HWS) durch mobile Elemente, speziell im Siedlungsbereich, sollte im Bereich der Prävention und im Katastropheneinsatz (siehe Risikokreis-

lauf) diskutiert werden, aber in der Prioritätenreihung den Maßnahmen des passiven Hochwasserschutzes, bzw. aktiven Maßnahmen (z. B. Sicherstellung der notwendigen Abflusskapazität) untergeordnet sein. Die Bewertung mobiler Hochwasserschutzsysteme muss immer an die Art der Anwendung bzw. lokale Gegebenheiten angepasst werden. Deshalb ist es nicht möglich, eine generelle Bewertung von mobilen Hochwasserschutzsystemen durchzuführen. (Abb. 1)

4. Objektschutz

Die Prinzipien zur Planung und Durchführung von Objektschutzmaßnahmen, um die Verletzlichkeit gegenüber Naturgefahren zu reduzieren, sind weder technisch hoch entwickelt noch sehr innovativ. Vielmehr folgt die Entwicklung von technischem Objektschutz im Allgemeinen mehr der „nachträglichen Erkenntnis nach einer Katastrophe als der Vorausplanung zur Prävention“ und wird zumeist mehr „auf Grundlage von einzelnen Erfahrungen als auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhend“ vorangetrieben (IBHS, 2005). Häufig jedoch werden die Möglichkeiten von Objektschutzmaßnahmen unterschätzt und geraten der Weisheit zu Folge, dass billige Lösungen nicht wirksam sein können, in Vergessenheit. Einige Grundprinzipien sollten für die Durchführung von Objektschutzmaßnahmen zwingend berücksichtigt werden (Holub und Hübl, 2008):

- Kenntnis der Interaktionen aller potenziellen Gefahrenprozesse innerhalb des betroffenen Bereichs ist erforderlich (Multifahr- und Multirisikansatz).
- Raumplanerische Maßnahmen sollten technischen Maßnahmen vorgezogen werden. Die wirksamste Art das Schadenspotenzial niedrig zu halten besteht in der Freihaltung exponierter Flächen.
- Permanente (fix installierte) Maßnahmen sind temporären (mobilen) Lösungen vorzuziehen. Da alpine Naturgefahren zumeist hohe Prozessgeschwindigkeiten aufweisen und daraus äußerst kurze Vorwarnzeiten resultieren können, bleibt in den seltensten Fällen Zeit zur Montage von mobilen Schutzeinrichtungen wie z. B. Dammbalkensystemen (Bowker et al., 2007).
- Schäden an Dritten sind zu vermeiden, daher darf technischer Objektschutz keine negativen Auswirkungen für angrenzende Grundstücke oder Unterlieger verursachen.

Objektschutzmaßnahmen können auf verschiedene Weisen klassifiziert werden. Nachstehend sind die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale angeführt (Holub und Hübl, 2008):

- Gefährdungsprozess
- Wirkungsdauer (permanent – temporär)
- Lage der konstruktiven Maßnahme (direkt am oder um das Objekt)
- Maßnahme am Neubau oder Nachrüstung am Bestand
- Konstruktionsmaterialien (Stahlbeton, Stahl, (Rund-)Holz, Erde ...)

Aus verschiedenen Prozessen heraus (z. B. fluviale, gravitative) resultieren Lastfälle, die sowohl von Oberflächenabfluss außerhalb eines Gerinnes als auch von statischem oder dynamischem Hochwasser, begleitet von Geschiebetransport bzw. Transport einzelner Feststoffe herrühren können und somit die Stabilität des Gebäudes gefährden (Abb. 2). Neben Auftrieb durch das Grundwasser und Erosionsprozesse, die ebenfalls die Standfestigkeit des Objektes beeinflussen, kann der Eintritt von Wasser, Schmutz und Geschiebe durch Gebäudeöffnungen (auch Leitungsdurchführungen und Kanalsystem) im Gebäudeinneren zu großen Schäden führen (Abb. 2).

Daraus ergeben sich bestimmte Voraussetzungen (konzeptionelle Überlegungen) für Maßnahmenplanungen zum Schutz des Objektes (z. B. Maßnahmen gegen die Gefährdung der Standsicherheit des Objektes). Als grundlegende Herangehensweise sollte vorausgesetzt werden, dass aus keiner wie auch immer gearteten Objektschutzmaßnahme ein negativer Einfluss für Dritte resultieren darf, und daher (sinnvollerweise) Objektschutzmaßnahmen auch für Einzelobjekte trotzdem immer in Zusammenhang mit benachbarten Objekten geplant werden sollten. Für die Auswahl eines geeigneten mobilen Hochwasserschutzsystems im Bereich des Objektschutzes gilt es weitere bestimmte Systemanforderungen zu beachten. Die HerstellerInnen von ortsfest gebundenen mobilen Systemen sollen für den geplanten Einsatz nachweisen, dass ihre Systeme den Belastungen aus Hochwässern und Einsatzrandbedingungen standhalten können. Weiters sollte beim Ankauf die Nachweisführung unterschiedlicher Systeme bedacht werden.

Diese erfolgt für die Systeme zweistufig gemäß der Unterscheidung in den (I) notfallmässigen und den (II) geplanten Einsatz. Für die Auswahl eines geeigneten mobilen Hochwasserschutzsystems gilt es auch bestimmte Kriterien (sowohl im öffentlichen als auch privaten Bereich) zu bewerten (Habersack und Hauer, 2009). Für eine sachgemäße und optimierte Anwendung (max. Systemsicherheit) von mobilen Hochwasserschutzsystemen sind deshalb, neben der Wahl eines geeigneten Produktes, weitere Aspekte (wasserbauliche und bautechnische) vor allem im privaten Einsatzbereich zu beachten. In Abbildung 3 ist die methodische Herangehensweise für die Planung und Konzipierung mobiler Schutzelemente im privaten Einsatzbereich dargestellt. Wasserbauliche und bautechnische Erhebungen sind als grundlegend anzusehen. Aufbauend auf deren Bewertung und Einstufung wird es erst ermöglicht, die geeigneten produkttechnischen Komponenten zu diskutieren.

Auf Grund der zahlreichen AnbieterInnen mobiler Hochwasserschutzsysteme gilt es bestimmte Kriterien (z. B. Logistik, Systemsicherheit) für die Anwendung zum Schutz des Objektes zu definieren. Mit Hilfe dieser Kriterien kann eine Auswahl geeigneter Systeme getroffen werden. Auch hier ist wiederum zwischen privatem und öffentlichem Einsatz zu trennen. Egli et al. (2004) unterscheidet folgende Systeme des mobilen Hochwasserschutzes: Sandsacksysteme (öffentlich/privat), Behelfssysteme (z. B. Betonelementsysteme, öffentlich), Behältersysteme (öffentlich, privat) (Abb. 4, links), Stellwandsysteme (öffentlich), Objektsysteme (privat) (Abb. 4, rechts).

Objektsysteme werden direkt am zu schützenden Objekt installiert. Mittels eines geeigneten Foliensystems kann zwischen dem Verschluss von Gebäudeöffnungen und dem Abdichten des Objektes unterschieden werden. Aufgrund der Eignung und Anwendung dieser Systeme im privaten Einsatzbereich ist die logistische Anforderung gering bzw. wird gefordert, diese gering zu halten.

5. Instandhaltung von Dämmen

5.1. Allgemeines

In den Jahren 2002, 2005 und 2006 wurden durch Hochwässer zahlreiche schwere Schäden an flussbegleitenden Dämmen verursacht. Dies erforderte sowohl kurzfristige lokale Sanierungen von Schadstel-

Abb. 2: Gefährdungsbilder durch Hochwasser (verändert nach Holub und Hübl, 2008).

Abb. 3: Schemadiagramm der Kompetenzgliederung für eine sachgemäße und optimierte Anwendung von mobilen Hochwasserschutzsystemen im privaten Einsatzbereich (Habersack und Hauer, 2009).

Abb. 4: (links) Mobiles Hochwasserschutzsystem (Dambalkensystem) (Quelle: Hydro Ingenieure), (rechts) Objektschutzsystem für den Verschluss von Gebäudeöffnungen.

len und Dammbrüchen als auch eine globale Zustandsbewertung als Grundlage für längerfristige Instandsetzungsmaßnahmen.

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigten, dass häufig weder die Damm-schüttmaterialien und deren Verdichtung noch Daten über die Untergrundverhältnisse bekannt sind. Hochwasserschutzdämme an nicht wasserwirtschaftlich genutzten Flüssen stammen vielfach aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts und wurden dem damaligen Stand der Erdbautechnik entsprechend hergestellt. Hinzu kommt, dass mangels Transportkapazitäten vorwiegend anstehender

Boden (in der Regel Ausande und Aulehme) für den Dammbau herangezogen wurde, auf dessen Eignung in hydraulischer und mechanischer Hinsicht naturgemäß wenig Rücksicht genommen werden konnte.

Die Vielzahl der für die langfristige Standsicherheit von Hochwasserschutzdämmen maßgebenden Parameter macht die Entwicklung eines allumfassenden einheitlichen Bewertungskonzeptes nahezu unmöglich - doch haben Beispiele der letzten Jahre gezeigt, dass im Zusammenwirken von Geotechnik, Hydrologie, Wasserbau und Raumplanung für abgegrenzte Betrachtungsgebiete sinnvolle

Kriterien für Prioritätenreihungen bei Sanierungsvorhaben festgelegt werden konnten.

Die permanente Überwachung von lediglich temporär wasserbeaufschlagten Hochwasserschutzdämmen stellt - verbunden mit der in der Regel großen Längserstreckung - einen wesentlichen Kostenfaktor dar. Beobachtungsverfahren, die beispielsweise für Querbauwerke, wie Retentions- oder Stauhaltungsdämme lokal wirtschaftlich einsetzbar sind, kommen für Begleitdämme kaum in Frage.

5.2. Versagensformen von Hochwasserschutzdämmen

Die umfassende Kenntnis möglicher Versagensmechanismen stellt eine wesentliche Grundlage für die Zustandsbewertung von Hochwasserschutzdämmen dar. Abbildung 5 fasst die dominierenden Schadensmöglichkeiten zusammen.

- Böschungsbruch infolge von Sickerwasseraustritten (flächenhaft oder entlang von Erosionsröhren).
- Böschungsbruch infolge raschen Absinkens des Wasserspiegels.
- von der Dammkrone ausgehender Erosionsbruch infolge von Überströmung.
- hydraulischer Grundbruch infolge von Unterströmung, in Verbindung mit Suffosion und/oder Erosion.
- hydraulischer Grundbruch mit Anheben des luftseitigen Vorlandes, insbesondere des Fußbereiches des Dammes infolge zu hohen Wasserdruckes von unten („Aufschwimmen“).

Erfahrungsgemäß sind Kombinationen einzelner Versagensformen möglich, so wurden beispielsweise im Zuge des Marchhochwassers 2006 häufig Erosionserscheinungen im sandigen Untergrund festgestellt. Der damit verbundene Materialaustrag führte zwangsweise zu Dammsetzungen, die letztlich Angriffsmöglichkeiten für überströmendes Wasser boten.

5.3. Zustandsbewertung von Dämmen

Im Zuge des FloodRisk II Teilprojektes 7.1 wurden in umfassender Weise geotechnische und geophysikalische Untersuchungsmethoden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit bei Hochwasserschutzdämmen beschrieben. Die wesentlichen Vor- und Nachteile, Anwendungsgrenzen sowie der Kostenrahmen sind tabellarisch zusammengefasst und können hier naturgemäß nicht vollständig wiedergegeben werden.

Auf konventionelle (geotechnische) Weise kann die Qualität bestehender Hochwasserschutzdämme und deren Untergrund im Wesentlichen nur punktförmig untersucht werden (Bohrungen, Sondierungen, Erkundungsschlitze; Feld- und

Laborversuche). Die Ergebnisse sind daher mit beachtlichen Unsicherheiten behaftet, da kleinräumige Schwachstellen meist nur per Zufall lokalisiert werden. Derartige, oft nur sehr begrenzte Schwachstellen können jedoch Ausgangspunkte

gravierender Schadensfälle im Sinne einer Kettenreaktion werden.

Werden hingegen die punktförmigen Untersuchungen mit flächenhaften gekoppelt, so steigt die Aussagekraft außerordentlich, so sind seriösere Risikoabschätzungen sowie optimierte Ertüchtigungsmaßnahmen möglich. Hierfür haben sich geophysikalische Erkundungen bewährt; sie liefern wertvolle Hinweise auf unterschiedliche Bodenschichten, Lagerungsdichten, Wassergehalte und Strömungsverhältnisse. Allerdings sollten zwecks Verbesserung der Aussagegenauigkeit zumindest zwei bis drei voneinander unabhängige Messverfahren gekoppelt werden. Geophysikalische Verfahren und elektrische Tracer dienen auch zur Funktionskontrolle von Dichtungselementen (Oberflächendichtungen, Kerndichtungen, Dichtwände).

Zwei- oder mehrstufige Untersuchungsprogramme haben sich besonders gut bewährt - sie reduzieren auch den Kostenaufwand. Beispielfall sei der gestaffelte Ablauf entlang der March im Jahre 2006 erwähnt: Die flächenhaften Voruntersuchungen begannen mittels Elektromagnetik, Bodenradar und Geoelektrik, dann folgten Sondierungen und Bohrungen, schließlich Detailuntersuchungen mittels Geoelektrik, Mikrogravimetrie sowie kombinierter Oberflächenwellen/Refraktionsseismik; den Abschluss bildeten gezielte Ergänzungs-Bohrungen sowie -Sondierungen.

Optische Begutachtungen der Dämme und Luftbildaufnahmen (insbesondere nach Hochwasserereignissen) bilden ebenfalls wertvolle Grundlagen für eine Zustandsbewertung der Dämme und sind in der Regel für die laufende Routinekontrolle die einzige wirtschaftlich vertretbare Methode.

Zur lückenlosen Kontrolle des Kronenbereiches von Hochwasserschutzdämmen hat sich die Flächendeckende Dynamische Verdichtungskontrolle (FDVK) sehr gut bewährt. Dabei wird die Wechselwirkung zwischen Verdichtungsgerät und dem befahrenen Boden registriert. Da die Messtiefe geeigneter Vibrationswalzen je nach Gerät durchaus ca. 2 m erreichen kann, können die besonders kritischen oberflächennahen Schwachstellen in Dämmen beim Überfahren sehr genau lokalisiert werden. Gleichzeitig ermöglicht die beim Messvorgang erzielte nachträgliche Verdichtung eine deutliche Verbesserung der Dammschüttung in den obersten Lagen. Dies ist vor allem für überströmbare Dämme von Bedeutung. Ergänzend dazu ermöglicht der dynamische Plattendruckversuch eine

Abb. 5: Schadensmöglichkeiten bei Hochwasserschutzdämmen (aus: VDZ, 2002).

Abb. 6: Schematische Darstellung der Lebensphasen und der Lebenszykluskosten einer Schutzanlage und dem jeweiligen Wirkungsgrad (Schutzwirkung) der Schutzanlage, die Instandhaltung beeinflusst die Kosten der Betriebsphase; aus Suda et.al (2008).

rasche Beurteilung des Tragfähigkeits-Verformungsverhaltens an der Dammoberfläche, in Schurfschlitzten und bei der Wiederherstellung zerstörter Dammbereiche vor allem unter beengten Platzverhältnissen. Eine unmittelbare Überprüfung der Dammkrone mittels FDVK oder dynamischem Plattendruckversuch scheidet allerdings dann aus, wenn diese eine gebundene Deckschicht (Asphalt, Beton) oder eine sehr unregelmäßige Oberfläche (z. B. tiefe Fahrspuren) aufweist. Ebenso ist im Falle bindiger Dammbaustoffe unmittelbar nach Hochwässern mit Verformungen der Dammkrone durch das Befahren mit schweren Walzen und mit dem Erfordernis von Nacharbeiten zu rechnen.

6. Zustandserfassung und -bewertung von Schutzbauwerken der Wildbach- und Lawinenverbauung

6.1. Normative Grundlagen und Standardisierung der Zustandsbewertung

Das Ziel des Teilprojektes „Entwicklung von Standards und Methoden für die Zustandserfassung und Zustandsbewertung (Zustandsmonitoring) von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung“ im Rahmen von FloodRisk II war die Schaffung von Grundlagen für die normative Regelung dieses wichtigen Bereichs der technischen Schutzmaßnahmen in Wildbacheinzugsgebieten. Formal wurde dieser Standard in der Folge als ÖNORM-Richtlinie ONR 24803 niedergeschrieben und in Kraft gesetzt. Diese Richtlinie soll die Grundlage für eine bundesweit einheitliche Vorgehensweise bei der Instandhaltung dieser Schutzbauwerke schaffen und dient dem Ziel die permanente Funktionsfähigkeit dieser Bauwerke sicherzustellen und gleichzeitig die Investitionskosten in Neubau und Instandhaltung der Schutzbauwerke zu optimieren. Die Rechtsgrundlagen für diese Normenentwicklung ist unter anderem aus der allgemeinen Instandhaltungsverpflichtung nach § 50 WRG, der „qualifizierten Eigenüberwachung“ nach § 134 WRG und der Verpflichtung zur Wildbachbegehung und Wildbachräumung gemäß § 101 Abs 6 und 7 ForstG ableitbar (Rudolf-Miklau et. al., 2007-2).

6.2. Lebenszyklus-Management (LCM) für Schutzbauwerke

Die Grundlage für eine sinnvolle Erhaltung der Bauwerke und somit einer Opti-

mierung der Investitionskosten bildet das Lebenszyklusmodell. Der Lebenszyklus eines Bauwerkes lässt sich in mehrere Phasen einteilen (Abbildung 6). Am Beginn steht die Initiierungsphase, am Ende der Abbruch und der eventuelle Neubau der Anlage. Das Sicherheitsniveau der Schutzmaßnahmen ist abhängig vom Wirkungsgrad der Schutzanlagen und sinkt durch Abnutzung im Laufe der Zeit (Abb. 6, rechts). Die laufende Erhaltung der Schutzwirkung dieser Anlagen (Schutzbauwerke) sowie im Bedarfsfall die Sanierung und Erneuerung des Bauzustandes stellt die Voraussetzung dar, dass ein erforderlicher Wirkungsgrad und somit das notwendige Sicherheitsniveau nachhaltig bestehen bleibt.

Ein wichtiger Aspekt des Lebenszyklusmanagements und eines daran angeschlossenen Kostenmanagements (Life Cycle Costing/LCC) ist es, die Gesamtkosten des Bauwerkes über die gesamte Lebensdauer zu optimieren. Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet ist es sinnvoll, das Design des Schutzsystems und die Erhaltungsstrategie während der Betriebsphase so zu wählen, dass die Lebenszykluskosten der Anlagen ein Minimum werden, ohne ein festgelegtes Sicherheitsniveau zu unterschreiten. Um verschiedene Varianten der Erhaltungsstrategien zu entwickeln und zu optimieren benötigt man allerdings umfangreiche Informationen über das Langzeitverhalten der Schutzanlagen und

der jeweils anfallenden Kosten. Ein auf dem Lebenszyklus basierendes Kostenmanagement benötigt somit ein operatives Instrument, welches die Sammlung und Aufbereitung von Informationen aus allen Lebensphasen der Anlage ermöglicht. Diese Grundlage bildet eine kontinuierliche Inspektion und Zustandsbewertung der Bauwerke. Damit können zwei Ziele erreicht werden:

- Schaffung von Grundlagen zur Prognose von zukünftigen Zustandsentwicklungen auf Basis von Szenarienbildungen zur Festlegung einer optimalen Erhaltungsstrategie.
- Entscheidungsgrundlage für die laufenden Erhaltungsmaßnahmen: Zeitpunkt und Ausmaß der Erhaltungsmaßnahmen werden von der Erhaltungsstrategie beeinflusst.

6.3. Inspektion von Schutzbauwerken

Die Aufgabe der Inspektion (Zustandsüberwachung) ist es, sich in regelmäßigen Abständen ein Bild vom Zustand und der Funktion der Maßnahmen (Bauwerke) zu machen. Bevor dieser Routinezyklus beginnen kann muss jedoch der Bestand der Schutzbauwerke erhoben werden. Dafür wird pro Bauwerk ein Bestandsblatt angelegt und das Bauwerk in einen Bauwerkskataster eingetragen. Diese Daten sind in einer zentralen Datenbank abzulegen. Um die Überwachung auf die wichtigsten

Abb. 7: Grundlegende Systematik des Erhaltungsmanagements für Schutzbauwerke der Wildbachverbauung nach ONR 24803; aus Rudolf-Miklau et.al (2007)-1.

TABELLE 1

Bezeichnung der Zustandsstufen nach ONR 24803 für Standard und Schlüsselbauwerke

Zustandsstufen	
für Standardbauwerke	für Schlüsselbauwerke
0 Bauwerk ist entbehrlich	- -
1 sehr guter Erhaltungszustand	S1 sehr guter Erhaltungszustand
2 guter Erhaltungszustand	S2 guter Erhaltungszustand
3 ausreichender Erhaltungszustand	S3 ausreichender Erhaltungszustand
4 mangelhafter Erhaltungszustand	S4 mangelhafter Erhaltungszustand
5 schlechter Erhaltungszustand	S5 schlechter Erhaltungszustand
6 Zerstörung (Totalschaden)	S6 Zerstörung (Totalschaden)

Punkte zu konzentrieren werden die Bauwerke im Zuge der Erhebung nach ONR 24803 in Schlüssel- und Standardbauwerke eingeteilt. Das Versagen (Funktionsverlust) von Schlüsselbauwerken hat große negative Auswirkungen auf den menschlichen Lebensraum. Aus diesem Grund müssen Schlüsselbauwerke in kürzeren Intervallen inspiziert (überwacht) werden.

Die Tätigkeiten im Zuge der Inspektion gliedern sich in die Zustandserfassung und die Zustandsbeurteilung (Abb. 7). Im Zuge der Zustandserfassung werden der aktuelle Zustand und die bisherige Entwicklung des Bauwerkes erhoben. Im Zuge der Zustandsbeurteilung werden die erfassten Daten bewertet und analysiert.

Ziel der Zustandsüberwachung von Schutzbauwerken ist es, Mängel und Schäden sowie Beeinträchtigungen der Schutzfunktion rechtzeitig zu erkennen und Maßnahmen zu deren Behebung zum richtigen Zeitpunkt einzuleiten.

6.4. Zustandsbewertung

Die Basis einer Zustandsbewertung ist die Aufnahme und Beschreibung der Einzelschäden im Zuge einer Bauwerksinspektion. Das Ziel der Zustandsbewertung ist die Einteilung des Bauwerkes in eine Zustandsstufe nach Tabelle 1.

Um die Entscheidung zur Einteilung in eine Zustandsstufe nachvollziehbar zu machen und zu einem gewissen Grad zu

standardisieren wurde in Suda et. al (2007) Teil 1 und 2 eine Methodik hierzu entwickelt. Eine Zusammenfassung der Vorgehensweise findet sich in Rudolf-Miklau et. al. (2007)-2. Die Methode wurde bereits mehrfach erfolgreich in der Praxis der Wildbachverbauung erprobt und wird in den nächsten Jahren, sukzessive auf alle Schutzbauwerke Anwendung finden. Hervorzuheben ist die hohe praktische Relevanz dieser Entwicklung im Rahmen von FloodRisk II.

7. Zusammenfassung und Empfehlungen

Aufgrund des zunehmenden Nutzungsdrucks (Siedlungen, Gewerbeflächen) auf flussnahe Flächen und den daraus resultierenden limitierten Raumverhältnissen durch bestehende Bebauung bzw. durch lineare Dammführungen, wurden in den letzten Jahren mobile Hochwasserschutzsysteme in Maßnahmenplanungen verstärkt eingebunden. Diese mobilen Hochwasserschutzsysteme sind in ihrer Anwendung jedoch dem passiven Hochwasserschutz in der Priorität nachzuziehen (Risikokreislauf). Mobiler Hochwasserschutz bzw. Objektschutz ist daher nicht als Generallösung für hochwassergefährdete Gebiete anzusehen. Die Ziele des technischen Objektschutzes sind die Begrenzung des Schadenspotenzials von

LITERATUR

Bowker P, Escarameia M, Tagg A (2007) Improving the flood performance of new buildings – Flood resilient construction, London.

Brandl H, Blovsky S, (2003) Zustandsbewertung, Überwachung, Sicherung und Sanierung von Deichen bzw. Hochwasserschutzdämmen in Sicherung von Dämmen und Deichen, Handbuch für Theorie und Praxis, Universitätsverlag Siegen.

BVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2008) Hochwasserschutzfibel – Bauliche Schutz- und Vorsorge-maßnahmen in hochwassergefährdeten Gebieten. pp. 48.

BWK – Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (2005) Mobile Hochwasserschutzsysteme – Grundlagen für Planung und Einsatz. Merkblatt 6/BWK.

Egli T, Aller D, Bianchi R, Joerges A, Petraschek A, Schranz H, Steiner K (2004) Mobile Hochwasserschutzsysteme – Klassifikation und Einsatzbereiche. Proceeding Internationales Symposium Interpraevent. Riva del Gado, Italy.

Egli T (2002) Hochwasserschutz durch nachhaltiges Schadenpotenzialmanagement. Internationales Symposium 2002 in Zürich: „Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau“. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich und dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsbund.

Egli T (1999) Richtlinie Objektschutz gegen Naturgefahren. Gebäudeversicherungsanstalt des Kantons St. Gallen. St. Gallen.

Habersack H, Bürgel J, Petraschek A (2004)

Analyse der Hochwasserereignisse vom August 2002 – Floodrisk. Synthesebericht. pp. 181.

Habersack H, Hauer C (2009) TP 6.4.1 – Bewertung des Objektschutzes im Risikokreislauf. Durchführung einer objektiven Produktbewertung von mobilen Hochwasserschutzsystemen in: Floodrisk II – Vertiefung und Vernetzung zukunftsweisender Umsetzungsstrategien zum integrierten Hochwasserschutz. Lebensministerium, Aquafit Hochwasserschutz, pp. 33.

Habersack H, Bürgel J, Kanonier A (2009) FloodRisk II, Vertiefung und Vernetzung zukunftsweisender Umsetzungsstrategien zum integrierten Hochwasserschutz, Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. pp. 259.

Holub M, Hübl J (2008) Local protection against mountain hazards – State of the art and future needs. Natural Hazards and Earth System Sciences, 8, 81–99.

IBHS – Institute for Business & Home Safety (2005) The benefits of statewide building codes. Natural Hazard Mitigation Insights, Institute for Business & Home Safety. Tampa.

Köngeter J (2002) Mobiler Hochwasserschutz – Generallösung oder Kinderspiel? Proceeding des 14. Wasserbauseminar an der Universität Essen.

ON (2008) ONR 24803 – Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Betrieb, Überwachung, Instandhaltung und Sanierung. Österreichisches Normungsinstitut Wien.

RIWA-T (2006) Technische Richtlinien für die Bundeswasserbauverwaltung. Hrsg. Bundesmi-

nisterium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

Rudolf-Miklau F, Suda J, Sicher P (2007)-1 Erhaltungsmangement der Wildbachverbauung. Bautechnik, Heft 12-2007, S. 838–848.

Rudolf-Miklau F, Suda J, Jenni M (2007)-2 Erhaltung und Überwachung von Wildbachschutzbauwerken: Rechtliche und normative Grundlagen, organisatorische Umsetzung. Österr. Wasser und Abfallwirtschaft, Heft 11–12 2007, S. a11–a17.

Suda J, Jenni M, Rudolf-Miklau F (2008) Inspektion und Überwachung von Schutzanlagen der Wildbachverbauung in Österreich. Proceedings zur INTERPRAEVENT Konferenz 2008 Dornbirn, Internationale Forschungsgesellschaft, INTERPRAEVENT Klagenfurt, S. 525–536.

Suda J, Sicher P, Lambrecht D (2007) Zustandserfassung und -bewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung – Teil 1 – Schädigungsmechanismen, Bauwerkserhaltung. Schriftenreihe des Departments für Bautechnik + Naturgefahren, Band 15 Wien: Eigenverlag (im Auftrag des Lebensministeriums).

Suda J, Sicher P, Lambrecht D (2007) Zustandserfassung und -bewertung von Schutzbauwerken der Wildbachverbauung – Teil 2 – Schadensdokumentation, Schadentypenkatalog. Schriftenreihe des Departments für Bautechnik + Naturgefahren, Band 16 Wien: Eigenverlag (im Auftrag des Lebensministeriums).

Verband Deutscher Zementwerke – VDZ (2002) Hochwasserschutz und zementgebundene Baustoffe. Düsseldorf.

Objekten sowie die Verhinderung von Schäden für Dritte bzw. an der Umwelt (Egli, 1999, 2002a). Das Wissen um Gefahrenprozesse und ihre korrespondierenden Lastfälle, die Machbarkeit einzelner Objektschutzmaßnahmen wie auch die Wirkung der Kombination einzelner Maßnahmen sind für die Effektivität von technischem Objektschutz entscheidend.

Der Grad der Wirksamkeit von Objektschutzmaßnahmen steht in direkter Abhängigkeit von der korrekten Einschätzung des Gefahrenszenarios sowie der hohen Zuverlässigkeit der getroffenen Maßnahmen. Die geforderte hohe Zuverlässigkeit der Maßnahmen kann jedoch nur erreicht werden, wenn einfache strategische Grundregeln bei der Umsetzung von Objektschutzmaßnahmen berücksichtigt werden (z. B. Geländegestaltung; Vermeidung eines zum Gebäude hin abfallenden Gelände – Fließwege). Für die Anwendung mobiler Hochwasserschutzsysteme gilt es, wasserbauliche, bautechnische und produkttechnische Kriterien standortspezifisch zu evaluieren. Basierend auf diesen Voruntersuchungen (wasserbaulich, bautechnisch und produkttechnisch) können mit Hilfe einer Bewertungsmatrix (Entscheidungshilfe) jene Systeme ausgewählt werden, die dem Einsatzgebiet bzw. dem Anlassfall am besten entsprechen. In der Kriteriengewichtung gilt es vor allem eine Unterscheidung zwischen öffentlichen und privaten Schutzinteressen bzw. zwischen planmäßigem und Katastropheneinsatz durchzuführen.

Ein weiteres Teilprojekt „Instandhaltung von Dämmen“ (TP 7.1) umfasste eine umfangreiche Zusammenstellung von geotechnischen und geophysikalischen Methoden im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit bei der Zustandsbewertung von Hochwasserschutzdämmen. Ein Bewertungsschema ist naturgemäß stark von den örtlichen geotechnischen und hydraulischen Randbedingungen sowie von Aspekten der Raumplanung (gefähr-

deter Siedlungsraum, Infrastruktur etc.) abhängig. Zustandsbewertungen und allfällige Prioritätenreihungen sind daher in der Regel auf das jeweilige Projektgebiet und die wirtschaftlichen Randbedingungen abzustimmen. Bewertungsschemata und Monitoringsysteme können keinesfalls ExpertInnenmeinungen und Baugrundaufschlüsse im Einzelfall bzw. bei der Projektierung von Ertüchtigungsmaßnahmen ersetzen, sondern lediglich Standardabläufe bei wiederkehrenden Inspektionen definieren. Im Bereich der Sicherheit von Schutzbauwerken der Wildbach- und Lawinenverbauung wurde festgehalten, dass durch eine regelmäßige Inspektion der Schutzbauwerke Funktionsverluste rechtzeitig erkannt werden können und somit die Möglichkeit zum Gegensteuern besteht. Dadurch kann das Erhaltungsmanagement im Bereich der WLV so gestaltet werden, das es weder zu unwirtschaftlichen Sanierungen, noch zum Sicherheitsverlust durch funktionale oder bauliche Mängel kommen kann. Durch die Einteilung der Schutzbauwerke in die Bauwerkskategorien der Schlüssel- und Standardbauwerke werden die begrenzten Ressourcen auf die wesentlichen Teile des Verbauungssystems gelenkt. Das mittelfristige Ziel ist der Aufbau einer umfassenden Datenbank der Schutzbauwerke der Wildbach- und Lawinenverbauung als Service-Tool für Erhaltungsverpflichtete, Behörden und die gewässerbetreuende Institution (Wildbach- und Lawinenverbauung). Die ONR 24803 ist Teil einer Normensammlung, die zukünftig den Fachbereich der Wildbach- und Lawinenverbauung umfassend regeln wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Zuge eines nachhaltigen und integrativen Hochwassermanagements Überlegungen zur schadlosen Überflutung (ev. durch Aussiedelung) bzw. Erhöhung der fließenden Retention durch erweiterte Überflutungsflächen (passiver

Hochwasserschutz) zu präferieren sind (keine Verschärfung der Hochwassersituation gegenüber dem Unterlieger). Eine mögliche technische Nachrüstung bereits bestehender Bauten besteht optional, sollte jedoch nur angestrebt werden, wenn keine übergeordneten Maßnahmen des integrierten Hochwassermanagements möglich sind. Bauliche Maßnahmen können zwar die Wirkung der Schäden um bis zu 100 % (z. B. erhöhte Bauweise, Abdichten der Gebäudeöffnung in Kombination mit Ableiten des Hochwassers; Egli, 2002) reduzieren, ändern aber nichts an einer bestehenden Gefahrensituation. ■

Korrespondenz:

Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Christoph Hauer
Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven
Wasserbau, Department Wasser, Atmosphäre und Umwelt
Universität für Bodenkultur Wien
Muthgasse 107
1190 Wien
E-Mail: christoph.hauer@boku.ac.at

Dipl.-Ing. Dr. Florian Rudolf-Miklau
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft
Umwelt und Wasserwirtschaft
Marxergasse 2
1030 Wien

DDipl.-Ing. Jürgen Suda
Institut für konstruktiven Ingenieurbau
Department für Bautechnik und Naturgefahren
Universität für Bodenkultur Wien
Peter Jordanstraße 82
1190 Wien

Em.o.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Dr.h.c.mult. Heinz Brandl
Institut für Geotechnik
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/220
1040 Wien

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dr. Stefan Blovsky
Institut für Geotechnik
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/220
1040 Wien

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Hübl
Institut für Alpine Naturgefahren
Department für Bautechnik und Naturgefahren
Universität für Bodenkultur Wien
Peter Jordanstraße 82
1190 Wien

Dipl.-Ing. Markus Holub
RiskConsult
Sicherheits- & Risiko-Managementberatung GmbH
Vienna, Austria

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Helmut Habersack
Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven
Wasserbau, Department Wasser, Atmosphäre und Umwelt
Universität für Bodenkultur Wien
Muthgasse 107
1190 Wien