

Schwerpunkt:
»Hochwasser«

KW

Korrespondenz Wasserwirtschaft

Wasser · Boden · Natur

11/14

www.dwa.de/KW

Stauanlagen im
Klimawandel

Hamburger Sturm-
flutschutz

Nationales Hoch-
wasserschutzpro-
gramm

Hochwasserpass

Hydraulische Mo-
dellversuche bei
Flutpoldern

Bauen in Über-
schwemmungsge-
bieten

Risiko hinter Hoch-
wasserschutzan-
lagen

Audit Hochwasser



TAGUNG 4./5. Dezember 2014, Potsdam

6. HochwasserTage

mit begleitender Fachausstellung

In Zusammenarbeit mit:

Landesamt für
Umwelt,
Gesundheit und
Verbraucherschutz

Hydrologische Wissenschaften
Katholische Universität zu Köln

www.dwa.de



Der Entwurf eines gehölzresistenten Absperrdamms am HRB Clervaux in Luxemburg

Ronald Haselsteiner, Nico Schrage, Kaj Lippert (Koblenz) und Guy Antony (Luxemburg)

Zusammenfassung

Im Zuge eines Bauvorhabens an dem Fluss Clerve im Bereich der Stadt Clervaux im Norden von Luxemburg wurde Hochwasserretentionsvolumen in Anspruch genommen. Zur Kompensation soll ein ungesteuertes Hochwasserrückhaltebecken im Hauptschluss nahe oberstrom dienen. Aufgrund der naturschutzfachlichen Forderungen besonders an die terrestrische, aquatische und amphibische Durchgängigkeit auch über das Absperrbauwerk werden mehrere Gehölzsäume über den Damm geführt. Im Hinblick der Normen, Regelwerke und auch der Praxis stellt dies eine Ausnahme dar. Der Damm selbst ist im Bereich der Gehölze überdimensioniert und technisch so ausgebildet, dass die Gehölze und deren Wurzeln langfristig nicht den statisch erforderlichen Mindestquerschnitt beeinträchtigen können. Eine Zoneneinteilung in Anlehnung an bestehende Normen und Regelwerke für Deich- und Dammbauten soll sicherstellen, dass trotz der technischen Vorkehrungen und trotz der spezifischen Maßnahmen im Rahmen der Unterhaltung nur verträgliche Gehölzformen entsprechend der Lage am oder auf dem Dammbauwerk zugelassen werden. Sowohl das Durchlassbauwerk als auch die Hochwasserentlastungsanlage sind nach Maßgaben der Durchgängigkeit und Landschaftseinpassung entworfen. Unter Inkaufnahme der Mehraufwendungen beim Bau und der Unterhaltung wird auf diese Weise die Durchgängigkeit über das Dammbauwerk und auch die landschaftsästhetische Einbindung in den neu zu gestaltenden Abschnitt der Clerve zu einem hohen Maß sichergestellt.

Schlagwörter: Hochwasser, Retention, Rückhaltebecken, Durchgängigkeit, Gehölzsäume, Deich, Damm

DOI: 10.3243/kwe2014.11.003

Abstract

The Blueprint of a Tree/Shrub Resistant Barrier at the Clervaux Flood Control Reservoir in Luxembourg

In the course of a construction project on the River Clerve in the area of the town of Clervaux in the north of Luxembourg flood water retention capacity was utilised. An uncontrolled flood control reservoir in the vicinity upstream of the main stream is to serve as compensation. Due to the nature conservancy requirements, in particular on the terrestrial, aquatic and amphibious passability, also over the barrier, several corridors of trees/shrubs are placed across the dam. With regard to codes, guidelines and also in practice, this represents an exception. The dam itself is over-dimensioned in the area of the trees/shrubs and is designed technically in such a way that the trees/shrubs and their roots cannot in the long-term compromise the statically required minimum cross-section. A zoning based on existing codes and guidelines for embankment and dam structures is to ensure that, despite the technical provisions and despite the specific measures within the scope of the maintenance, only those trees/shrubs compatible with the position at or on the dam structure are permitted. Both the culvert structure and the spillway are designed according to the requirements of passability and integration in the landscape. Taking into account the additional expenditure with construction and maintenance in this way the passability over the dam structure and also the aesthetic landscaping integration in the section of the Clerve which is to be remodelled are to a high degree assured.

Key words: flood, retention, retention basin, passability, corridor of trees/shrubs, embankment, dam, levee

1 Einleitung

Im Zuge der Errichtung eines Lyzeums im Stadtgebiet von Clervaux wurde seitens der luxemburgischen Wasserwirtschaftsverwaltung gemäß der wasserwirtschaftlichen Rahmengesetzgebung die Auflage erteilt, den in Anspruch genommenen Hochwasserschutzraum zu kompensieren.

Dies soll durch die Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens (HRB) oberstrom der Baumaßnahme erfolgen. Das HRB soll ungesteuert im Hauptschluss des Flusses Clerve angeordnet und als grünes Becken ausgeführt werden. Eine übersichtliche Prüfung von alternativen, dezentralen Maßnahmen

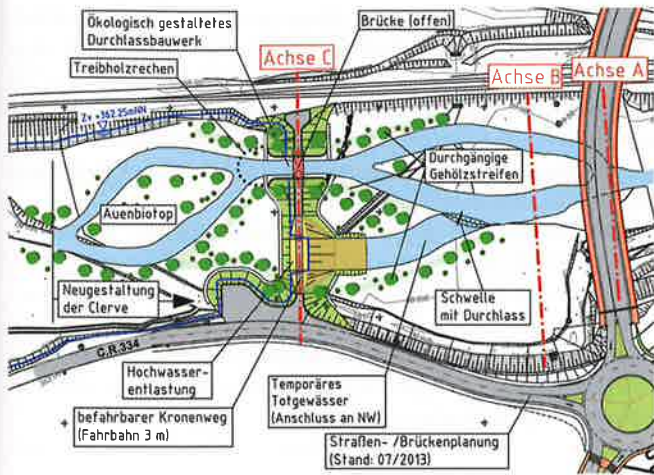


Abb. 1: Lageplan des HRB in Bauwerksachse C (Vorzugsvariante) mit Neubaustraße und -brücke und linkerseitiger Bahntrasse

zum ungesteuerten Rückhalt in der Fläche des Einzugsgebiets zeigte, dass einerseits erforderliche Vereinbarungen mit einer Vielzahl von Eigentümern dem gewünschten, zügigen Projektfortschritt entgegenstehen und andererseits der Rückhalt durch ein HRB die verlässlichere und somit bessere Variante für die Kompensationsmaßnahmen darstellt.

Die Stadt Clervaux liegt in den Ardennen im Norden von Luxemburg ca. eine Stunde Autofahrt nördlich von Luxemburg Stadt. Das Projektgebiet des HRB Clervaux liegt ca. 1,5 km nördlich des Stadtkerns der Stadt Clervaux oberstrom der Baumaßnahme „Lyzeum“ und nördlich einer straßenbaulichen Neubaumaßnahme (Abbildung 1).

2 Grundlagen des Entwurfs des HRB

In Abstimmung mit dem Auftraggeber, der Straßenbauverwaltung von Luxemburg (franz. „Administration des ponts et chaussées“) wurde bei Projektstart festgelegt, dass die technische Bemessung nach den einschlägigen deutschen Normen, vornehmlich der DIN 19700 [1], erfolgen soll.

Nach DIN 19700-12 [2] kann das HRB Clervaux als mittleres HRB klassifiziert (Abbildung 2) werden. Diese Klassifizierung kann „auf der Grundlage von Sicherheitsbetrachtungen“ in eine höhere oder niedrigere Klasse geändert werden. Es wurde jedoch in Anbetracht des unterstrom befindlichen Stadtgebiets von Clervaux, der unmittelbar im Unterwasser gelegenen Straßenbrücke sowie der Lage nahe an einer Eisenbahnstrecke die Anlage zu den „mittleren Becken“ zugeordnet, was im Vergleich zu den „kleinen Becken“ und „sehr kleinen Becken“ höhere Sicherheitsanforderungen bzgl. Planung, Bau und Betrieb nach sich zieht. Wobei es jedoch hinsichtlich der in der DIN gefassten Anforderungen zwischen kleinen und mittleren HRB fast keine Unterschiede gibt. Ausnahmen bilden hier die hydrologische Bemessung und Betrachtungen zum Freibord (siehe DVWK 246 [3]).

Das HRB Clervaux setzt sich aus folgenden Bauwerken und Maßnahmen zusammen:

- Absperrdamm
- Durchlassbauwerk
- Hochwasserentlastungsanlage

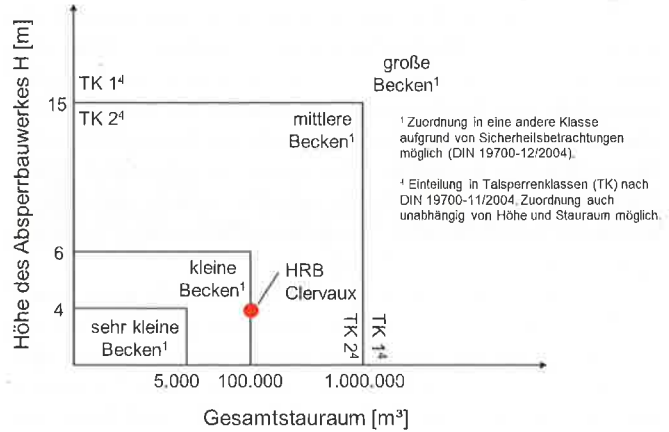


Abb. 2: Klassifizierung des HRB Clervaux nach DIN 19700-12 [2]

Bez. DIN 19700	BHQ _x [m³/s]	T [a]	Z _x [m+NN]	Bez. DIN 19700
BHQ ₁	89,9 ^{C)}	500	362,55	Z _{H1}
BHQ ₂	117,5 ^{B)}	5000	362,90	Z _{H2}
BHQ ₃	71,1	100	362,25 ^{D)}	Z _V
HQ _{extrem}	99,5	1000 ^{A)}	-	-

Anmerkungen

- Es wird angenommen, dass das HQ_{extrem} einem Wiederkehrintervall von T = 1.000 a entspricht. Bezeichnung entspricht nicht DIN 19700.
- Für die Extrapolation des Abflusses für T = 5.000 a wird ein logarithmischer Trend verwendet.
- Für die Interpolation des Abflusses für T = 500 a wird ein logarithmischer Trend verwendet.
- Bezogen auf die Vorzugsvariante (Bauwerksachse C)

Tabelle 1: Bemessungsabflüsse, Jährlichkeiten und Wasserstände

- Verlegung bzw. ökologische Neugestaltung der Clerve
- Treibholzrechen
- Baustraßen, Behelfsbrücken, temporäre Baulager und -flächen und permanente Straßen und Verkehrsflächen

Die für die Klasse maßgebenden Wiederkehrintervalle der Bemessungsfälle BHQ₁ und BHQ₂ sind in Tabelle 1 gegeben. Das Wiederkehrintervall für BHQ₃ ergibt sich aus dem für Clervaux definierten Hochwasserschutzgrad, welcher einem hundertjährigen Ereignis entspricht. In Tabelle 1 sind auch die entsprechenden Bemessungsabflüsse und -wasserstände angegeben. Der hundertjährige Abfluss wurde seitens der Behörden auf Grundlage einer regionalen Hochwasserstudie vorgegeben. Die Extremereignisse wurden aus Abflüssen mit Jährlichkeiten T < 100 a auf der sicheren Seite extrapoliert (siehe DVWK 202 [5] und [6, 7]).

Für die Ermittlung des Vollstaus bei BHQ₃ und die damit verbundene Retentionswirkung wurde eine 2D hydraulische Modellierung durchgeführt, welche u. A. auch die Aufgabe hatte, die hydraulische Leistungsfähigkeit des Durchlassbauwerks zu untersuchen bzw. zu bestimmen. Das Durchlassbauwerk wurde ohne Staubalken oder Ähnliches ausgebildet. Der Aufstauereffekt resultiert alleine aus der geometrischen Ausbildung des Durchlasses und dem hydraulischen Einschnüreffekt. Eine analytische Abschätzung wurde als zu ungenau erachtet.

Im Hochwasserfall kontrolliert das Durchlassbauwerk zusammen mit der Hochwasserentlastungsanlage (HWE) den Wasserstand im Reservoir. Die Hochwasserentlastung wurde vereinfacht mit der Formel nach POLENI für einen breiten Überfall berücksichtigt und an die örtlichen konstruktiven Details, wie z. B. der seitlichen Anrampungen, angepasst. Unter Berücksichtigung eines Freibords von $f_2 = 0,45$ m nach [2, 4] wurde die Kronenkote des Absperrbauwerks auf $Z_{H2} + 0,45$ m = 363,35 mNN ($> Z_{H1} + f_1$) festgelegt.

Um u. A. die Einbindung des Gesamtbauwerks in die Landschaft zu gewährleisten und die Ausdehnung in Richtung unterstrom in diesem Bereich zu begrenzen, wurde der Böschungsbereich der HWE mit einer begrünbaren Asphaltmastix und einer Neigung von mindestens $V : H = 1:4$ und flacher bis zu $V : H = 1:6$, wie in LfU BW (2004) [9] beschrieben, geplant.

Seitens des Wasserwirtschaftsamtes und der Naturschutzbehörde wurde auf die Gewährleistung der aquatischen, amphibische und terrestrischen Durchgängigkeit des HRB besonderen Wert gelegt. Deshalb wurden sowohl das Durchlassbauwerk als auch der Absperrdamm dementsprechend aufwendig entworfen, um den über das übliche Maß hinausgehende Anforderungen zu entsprechen und seitens der Umweltbehörde und -organisationen eine Akzeptanz der Maßnahme zu schaffen.

In Anlehnung an bereits ausgeführte Projekte (siehe [11]) und den Hinweisen aus [12] wurde der Durchlass als Rauge Rinne nach DWA-M 509 [13] bemessen und auf einen Niedrigwasserabfluss kleiner Q_{30} ausgelegt.

Der Sedimentationsthematik wurde dahingehend Rechnung getragen, dass das effektiv geschaffene Rückhaltevolumen nicht komplett der Kompensation des verloren gegangenen Volumens in Rechnung gestellt wurde, sondern noch Reserve vorhanden war. Die Funktionalität des HRB ist somit für die ersten Betriebsjahre sichergestellt. Diese Reserve erreicht jedoch nicht den in [16] genannten Richtwert von zehn Prozent des Betriebsraums. Ein Sedimentmanagementplan wird jedoch erst im Zuge der Betriebserfahrungen erstellt, da eine Abschätzung des Sedimentan-

falls bei der vorhandenen Datenlage mit sehr großen Unsicherheiten behaftet ist. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass durch den relativ geringen Rück- und Aufstau, besonders bei Hochwasserereignissen geringer Jährlichkeit $T < 10$ a, und durch das hydraulisch leistungsfähige Durchlassbauwerk im Vergleich zum natürlichen Ausgangszustand sich keine Verstärkung der Sedimentation einstellen wird.

Dass das Thema „Sedimentation von HRB mit Trockenbecken“ kein triviales Thema ist, zeigen laufende Forschungsarbeiten hierzu, z. B. an der Universität Stuttgart. Die Wiederherstellung eines Geschiebegleichgewichts wird schwer machbar sein. Die dynamische Auenentwicklung im Einstaubereich mit entsprechenden Umlagerungen ist erwünscht, doch auch nur schwer prognostizierbar [17].

3 Gestaltung des Absperrdammes

Die Bauwerksachse wurde unter Berücksichtigung folgender Aspekte festgelegt:

- Retentionswirkung
- Sicherheit des Bauwerks / Restrisiko
- Überflutung von oberstrom gelegenen Nutzungen
- Beeinflussung der unterstrom befindlichen Straßen- und Brückenbaumaßnahme
- Beeinflussung der linksseitig gelegenen Bahntrasse
- Länge Absperrbauwerk/Kosten
- Gründung und Flankenanschluss
- Naturhaushaltliche & landschaftsästhetische Belange
- Erschließung
- Grundstücksverhältnisse

Der Wasserstand HW_{100} bleibt in dieser Lage weit unterhalb der Bahnschienen zum Großteil unterhalb des Bahndammes selbst, so dass eine statische Beeinflussung auch bei HQ_{100} praktisch ausgeschlossen werden kann.

Ein Teil der Aspekte wurde für alle drei der untersuchten Achsen gleich gewertet, wie z. B. Naturhaushalt, Grundstücksverhältnisse, Erschließung und Gründung sowie auch die Retentionswirkung. Die Vorzugsvariante C (siehe Abbildung 1) hatte bzgl. Landschaftsästhetik, Bauwerkslänge/Kosten und Beeinflussung von Bahn und Brücke Vorteile zu verzeichnen.

Für die Gestaltung des Absperrdamms wurden mehrere Annahmen getroffen, was die Verfügbarkeit von Dammschüttmaterialien und die Untergrundverhältnisse betrifft. Als Dammschüttmaterialien kommen undurchlässige und durchlässige natürliche Böden in Frage, welche u. A. aus dem zukünftigen Beckenbereich gewonnen werden können. Filter und Dränmaterialien müssen zugeliefert werden. Aus den naheliegenden Straßenbaumaßnahmen kann der Baumaßnahme gebrochenes Steinschüttmaterial zur Verfügung gestellt werden.

Im Bauwerksbereich befindet sich eine bis zu ein Meter mächtige organische Deckschicht, die im Rahmen der Erstellung eines Bauplanums abgetragen werden muss. Die Grundwasserstände im Projektbereich liegen knapp unter Geländeoberkante und führen zu weitflächigen Vernässungsbereichen, was im Rahmen der Bauausführung Berücksichtigung finden muss. Unter der organischen Oberbodendecke sind durchlässige, kiesige Böden anzutreffen. Der Grundwasserstauer liegt verhältnismäßig tief, was Bohrungen im Bereich der Brücke indiziert haben, so dass prinzipiell von einer Anbindung

Unser Expertentipp



<p>Seminar Kleine Stauanlagen Mai 2015 Detmold 10WW814/15 360,00 € / 290,00 €**</p>	<p>Merkblatt DWA-M 522 (Entwurf) Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken Dezember 2013 67 Seiten, DIN A4 ISBN 978-3-944328-36-2 66,00 € / 52,80 €*</p>	<p>DWA-Themen Anpassungsstrategien für Stauanlagen an den Klimawandel Juni 2014 84 Seiten, DIN A4 ISBN 978-3-944328-40-9 88,50 € / 70,80 €*</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*) für fördernde DWA-Mitglieder
**) für DWA-Mitglieder

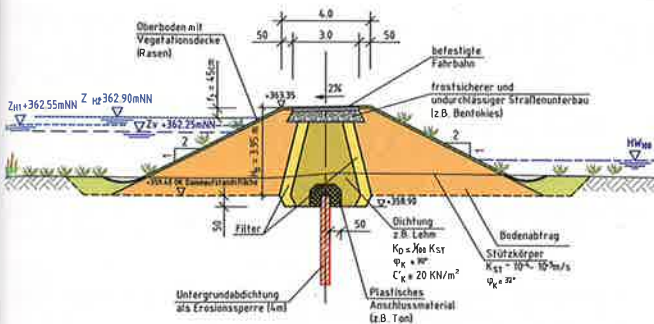


Abb. 3: Regelquerschnitt analog der statischen Mindestanforderungen

einer Dichtung an den Grundwasserstauer und einer vollkommenen Abdichtung des Beckens abgesehen wurde.

Der in Abbildung 3 dargestellte Regelquerschnitt wurde unter den genannten Annahmen entwickelt und wird u. U. nach endgültiger Klärung der Verfügbarkeit der Baumaterialien im Rahmen der Ausführungsplanung noch angepasst. Der Querschnitt erfüllt die Mindestanforderungen im Hinblick auf die Standsicherheit und Dauerhaftigkeit. Die Dammschultern selbst werden aus durchlässigem, reibungsbegabtem Material gebildet, welches im Vergleich zu der Dichtung einen hohen Durchlässigkeitsbeiwert aufweist. Dadurch ist ein günstiges Durchsickerungsverhalten u. A. auch für den Lastfall „Fallender Wasserstand“ gewährleistet.

Die Notwendigkeit der Erosionssperre (Dichtung) im Untergrund wird im Rahmen der noch zu führenden Erosions- und Suffusionsnachweise beurteilt werden müssen. Da die natürlichen Grundwasserhältnisse aus naturschutzfachlicher Sicht nicht beeinflusst werden sollten, wird eine unvollkommene („hängende“) Dichtung zur Sickerwegsverlängerung als technisch ausreichend erachtet. Vernässungsbereiche unterstrom der Anlage sind im Rahmen der ökologischen Aufwertung dieses Bereiches erwünscht. Wie bereits erwähnt, erscheint die Ausführung einer vollkommenen Dichtung nach derzeitigem Kenntnisstand weder technisch noch wirtschaftlich gerechtfertigt.

Der Anschluss von Dichtungen an den Kronenaufbau bzw. an den Kronenweg ist besonders bei kleinen Damm- und Deichbauwerken häufig Gegenstand von Diskussionen. Einerseits soll die Dichtung bis über den höchsten Wasserstand gezogen werden, andererseits ist die Frostsicherheit des Kronenwegs zu gewährleisten. Bei kleinem Freibord kommt es unweigerlich zu einer Interferenz der Bauteile.

Im vorliegenden Fall wird dieses konstruktive Detail durch die Verwendung von Bentokies als Wegeunterbau gelöst. Bentokies ist frostsicher und undurchlässig, jedoch nicht kostengünstig. Andere Formen der konstruktiven Ausbildung, z. B. mit Hilfe von Geokunststoffen, oder die Führung des Nachweises, dass eine temporäre Durchsickerung der Krone, hier bei BHQ_2 bzw. Z_{H2} , schadlos erfolgt, sind auch möglich. Bei letztgenannten ist Erosionsvorgängen an der Kontaktfläche zwischen Straßenerbauer und Dichtung, z. B. durch einen geosynthetischen Filter, vorzubeugen. Kornfilter nehmen häufig bei kleinen Damm- und Deichbauwerken zu viel Raum ein, wenn man eine Mindestdicke von 0,25 bis 0,50 m einhalten will.

Auf eine kontrollierbare Sickerwassermessung wurde verzichtet. Die hohen Unterwasserstände hätten hierfür einen zu großen Aufwand gefordert. Die Überwachung des Dammbau-

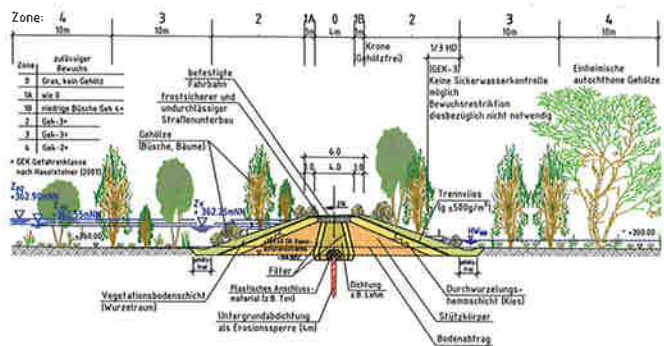


Abb. 4: Querschnitt durch den Absperrdamm im Bereich des Gehölzsaums

werks wird sich auf topographische Messpunkte und einige wenige Grundwasserpegel beschränken.

Um die terrestrische Durchgängigkeit nicht nur durch das Durchlassbauwerk sondern auch über das Dammbauwerk zu gewährleisten, werden insgesamt drei Gehölzstreifen durch das Projektgebiet entlang der neu geschaffenen Gewässerabschnitte über den Damm nach unterstrom geführt. Hierfür wird der Dammquerschnitt entsprechend anpasst, so dass auftretender Großbewuchs keine die Standsicherheit und Dauerhaftigkeit des Bauwerks beeinträchtigende Wirkung ausüben wird können.

Mit dem in Abbildung 4 dargestellten Querschnitt werden die durch Großbewuchs möglichen Primärrisiken bzw. -schäden vermieden (siehe [8, 10, 15]). Der Querschnitt wird mit einem Überprofil ausgeführt, die Kronenbreite wird erhöht und es sind zwei Wurzelbarrieren vorgesehen. Ein robustes Trennvlies und eine Schicht aus eng gestuftem Kies sollen ein Eindringen der Wurzeln in den statisch erforderlichen Querschnitt verhindern. Die anstehenden kiesigen, durchlässigen Untergrundschichten sowie die hohen Grundwasserstände stehen einer Wurzelabbereitung durch den Untergrund in Richtung Damm entgegen.

Für die Festlegung von zulässigen Bewuchsformen wurde in Anlehnung an [14] nach [15] eine Zonierung definiert, welche Gehölze je nach Lage auf oder am Dammbauwerk unter Berücksichtigung der Gefahrenklasse (GeK) erlauben. Im Kronenbereich sind niedrige Büsche (Zone 1A/B) zugelassen. In einem Abstand von 20 m ober- und unterstrom der Dammfußpunkte sind Gehölze ohne Einschränkung zugelassen. Diese Zonierung ist für den gewählten Dammtyp definiert. Ändert sich der Dammtyp bzw. der Dammaufbau, sollte die Zonierung entsprechend z. B. nach [15] angepasst werden.

Abgesehen vom planerischen und baulichen Mehraufwand für die Sicherstellung der terrestrischen Durchgängigkeit über das Dammbauwerk wird auch eine entsprechend intensive Unterhaltung notwendig werden, um die Funktionalität des Absperrbauwerks garantieren zu können, dadurch dass der zukünftige Bewuchs und vor allem dessen Wurzeln den Dammkörper nicht beeinträchtigt.

Im Rahmen des turnusmäßigen Unterhalts, in der Regel jährlich, sollten die Bewuchsformen entsprechend durch Schnitt oder auch Rodung angepasst und die Durchwurzelung gegebenenfalls durch kleinere Aufgrabungen oder Sondierungen geprüft werden.

Eine im Grundriss geschwungene Böschungsausbildung soll für eine landschaftsästhetische Einpassung sorgen. Der Regelquerschnitt mit den minimalen Bauwerksabmessungen, wie er in Abbildung 3 dargestellt ist, kommt praktisch kaum

zur Anwendung, da innerhalb der 100 m Dammlänge neben den Gehölzstreifen auch die Anbindung an die Widerlager, die HWE und das Durchlassbauwerk untergebracht werden müssen.

Im Rahmen ökologischer Aufwertung des Planungsbereiches sollen sich autochthone Gehölze im Zuge der natürlichen Sukzession ausbreiten und gemäß den landschaftsplanerischen Vorgaben und den sicherheitsrelevanten Anforderungen bzgl. des HRBs entsprechend gepflegt werden. Trotz der gewünschten natürlichen Entwicklung sollten sich der geotechnische Experte und der Gehölzsachverständige bzgl. der aufkommenden und vorhandenen Gehölze hinsichtlich der weiteren Entwicklung und der Gefährdung des Bauwerks regelmäßig abstimmen. Schnell und hoch wachsende Gehölze sowie wurzelintensive Flachwurzler mit Stockauschlag können auch mittelfristig zu unerwünschten Auswirkungen führen.

Durch die Gesamtmaßnahme wird der derzeit durch extensive Beweidung genutzte Bereich in eine aus ökologischer Sicht hochwertigere Auenlandschaft umgestaltet.

Dank

Die Autoren möchten sich bei Roland Fox und Frédéric de Oliveira von der Straßenbauverwaltung für die Freigabe der Veröffentlichung und die gute, unkomplizierte und Freude bereitende Zusammenarbeit bedanken.

Literatur

- [1] DIN 19700/2004: *Stauanlagen*. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin
- [2] DIN 19700-12/2004: *Stauanlagen – Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken*. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin
- [3] Haselsteiner, R. (2007): *Normative Neuerungen der DIN 19700-12/2004 „Hochwasserrückhaltebecken“*. Fachtagung Flutpolder – Hochwasserrückhaltebecken im Nebenschluss, Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technische Universität München, Mitteilungsheft Nr. 113, S. 53 – 74, 19. und 20. Juli 2007, Wallgau
- [4] DVWK 246/1997: *Freibordbemessung an Stauanlagen*. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK), Verlag Paul Parey Hamburg Berlin
- [5] DVWK 202/1990: *Hochwasserrückhaltebecken*. Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Merkblatt Nr. 202, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK), Verlag Paul Parey, Hamburg Berlin
- [6] Kleeberg, H.-B.; Schumann, A. H. (2001): *Ableitung von Bemessungsabflüssen kleiner Überschreitungswahrscheinlichkeiten*. Wasserwirtschaft, 91. Jahrgang, Heft 2, S. 90 – 95; und: *Berichtigung*. Wasserwirtschaft, 91. Jahrgang, Heft 12, S. 608
- [7] Lang, J. (2001): *Auswirkungen der neuen DIN 19700 auf die Bemessung von Hochwasserrückhaltebecken*. Wasserwirtschaft, 91. Jahr-

gang, Heft 7/8, S. 378 – 383; und: *Berichtigung*. Wasserwirtschaft, 91. Jahrgang, Heft 12, S. 609

- [8] Haselsteiner, R. (2010): *Woody Vegetation on Small Embankments*. 8th ICOLD European Club Symposium, "From research to design in European practice", 22th – 23th September 2010 in Innsbruck, Austria
- [9] LfU BW (2004): *Überströmbare Dämme und Dammscharten*. Landesamt für Umwelt des Landes Baden-Württemberg (LUBW), Karlsruhe
- [10] Haselsteiner, R.; Strobl, Th. (2006): *Deichertüchtigung unter besonderer Berücksichtigung des Gehölzbewuchses. Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen – Handbuch für Theorie und Praxis*. Hrsg. Prof. Dr.-Ing. Richard A. Hermann und Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen, Universitätsverlag Siegen – universi
- [11] Otterbach, H. (2007): *Das HRB Schorndorf/Winterbach mit ökohydraulischem Durchlassbauwerk*. Wasserwirtschaft 6/2007, S. 16-19
- [12] LfU BW (2005): *Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern – Leitfaden Teil 1: Leitfaden*. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Karlsruhe
- [13] DWA M509/2014: *Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung*. Merkblatt Nr. 509, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef
- [14] BAW MSD (2011): *Standssicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD)*. Merkblatt, Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe 2011
- [15] Haselsteiner, R. (2007): *Hochwasserschutzdeiche an Fließgewässern und ihre Durchsickerung*. Dissertation, Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Mitteilungsheft Nr. 111, Technische Universität München
- [16] ThürTAStau (2007): *Thüringer Technische Anleitung Stauanlagen*. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, Erfurt
- [17] WNÖ (2010): *Hochwasserrückhaltebecken- Arbeitsbehelf Grundablässe – Gestaltung und Bemessung von Grundablassbauteilen*. Wasser Niederösterreich (WNÖ), Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Wasserbau,

Autoren

Dr.-Ing. Ronald Haselsteiner

Dipl.-Ing. Nico Schrage

Dr.-Ing. Kaj Lippert

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

Maria Trost 3, 56070 Koblenz

E-Mail: r.haselsteiner@bjoernsen.de

Dipl.-Ing. Guy Antony

Schroeder & Associés ingénieurs-conseils

8, rue des Girondins

1626 Luxemburg

E-Mail: guy.antony@schroeder.lu



Abonnieren Sie unseren **kostenlosen**
monatlichen **Newsletter**

www.dwa.de/news

