

Schwerpunkt:
Deichtage

10. Jahrgang - Nr. 10
Oktober 2017 - 77157

Korrespondenz Wasserwirtschaft 10|17

WASSER · BODEN · NATUR

Woanders ist
es ein Job.
Hier eine
Aufgabe.



BUND legt Mikro-
schadstoffstrategie vor
Seite 580

Hydraulische
Bemessung von Hoch-
wasserschutzanlagen
Seite 584



Risikoanalysen
für Flussdeiche
Seite 592



Gestaltung von
Deichschutzstreifen
Seite 596

Wirkung von Eis
auf Flussdeiche
Seite 607



Deichertüchtigungs-
maßnahmen
Seite 613

Hochwasser-
vorhersage für die
Deichverteidigung
Seite 621

Eine klare Entscheidung.
Für eine Karriere mit Perspektive.
Jetzt informieren unter:
netzdermoeglichkeiten.de

 **Berliner
Wasserbetriebe**
Ohne uns läuft nix.

Praxisbezogene Hinweise zu Deichertüchtigungsmaßnahmen

Ronald Haselsteiner und Thomas Riemke (Koblenz)

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag greift die aktuellen Entwicklungen und Erkenntnisse im Deichbau auf. In den letzten Jahren wurden im Bereich der Deichertüchtigung neue Materialien, wie z. B. die Kunststoffspundwand, eingesetzt. Die Vorgaben zur Gestaltung von Querungen bereiten dem Planer besonders in urbanen Bereichen großes Kopfzerbrechen, da die Vorgaben in der Regel nicht eingehalten werden können. Generell stellt sich die Projektierung von Maßnahmen im urbanen Bereich nicht zuletzt aufgrund der stadtplanerischen Rahmenbedingungen, der beengten Platzverhältnisse, vorhandener Ver- und Entsorgungsleitungen, denkmalpflegerischer Aspekte, etc. als wesentlich komplexer dar als die Umsetzung in ländlichen Gegenden. Im Zuge des verstärkten Auftretens von Starkniederschlagsereignissen ist auch die Dimensionierung der Binnenentwässerungsvorrichtungen im Rahmen von Ertüchtigungsmaßnahmen zu überprüfen. Mit Hilfe von neueren Erkundungsmethoden können auch in-situ Scherparameter bestimmt werden. Gehölze auf und an HWS-Anlagen bedürfen immer einer besonderen Betrachtungsweise und ziehen in der Regel erhöhte Kosten nach sich. Im letzten Jahrzehnt sind zahlreiche neue mobile Systeme für den planmäßigen Hochwasserschutz entwickelt worden. Die Aspekte des Klimawandels sind in aktuellen Planungen stets zu diskutieren und bei den festzulegenden hydrologischen Kenngrößen zu berücksichtigen. Die Bemessung sollte u. a. auch Aspekte der Alterung von Hochwasserschutzanlagen berücksichtigen. Bei der Ausschreibung bzw. Vergabe von Bauleistungen werden vermehrt Minuspriese verwendet, um den Angebotspreis zu drücken. Die Kostenerhöhungen sind vor allem bei Projekten erkennbar, deren Planung veraltet ist und die neueren Regelwerke noch nicht berücksichtigt haben. Das einschlägige Regelwerk, die DIN 19712, weist Nachbesserungsbedarf hinsichtlich der Handhabung von Hochwasserschutzmauern und von mobilen Elementen auf.

Schlagwörter: Deich, Deichertüchtigung, Hochwasser, Hochwasserschutzmauern, Klimawandel, Alterung, Starkniederschlag

DOI: 10.3243/kwe2017.10.005

Abstract

Practice-Related Information on Measures for Levee Refurbishment

This paper picks up current developments and insights in levee construction. In recent years, in the field of measures for levee refurbishment, new materials such as, for example, plastic sheet piling, have been employed. The specifications for the crossings cause considerable headaches for the planner, particularly in the urban areas, as the specifications as a rule cannot be complied with. In general, the planning of measures in urban areas, not the least due to the town planning constraints, the tight available space, existing supply and disposal pipes, monument conservation aspects etc. pose a considerably more complex situation than the implementation in rural areas. As a result of the increased occurrence of heavy precipitation events, the dimensioning of the inland waters equipment within the scope of measures for improvement is to be reviewed. In-situ shear parameters can be determined with the aid of newer research methods. Trees and shrubs on and at flood protection facilities always require a special approach and as a rule bring additional costs with it. In the last decade numerous new mobile systems have been developed for the planned flood protection. The aspects of the climate change are always to be discussed in the current planning and are to be taken into account with the hydrological parameters. The dimensioning should, inter alia, also take into account the ageing of flood protection facilities. With the tendering for and award of contract for construction services increasingly minus-market pricing is used in order to depress the bid price. The cost increases are above all noticeable with projects whose planning is dated and the newer sets of rules and standards have still not been taken into account. The relevant standard, the DIN 19712, exhibits a requirement for improvement with regard to dealing with flood protection walls and with mobile elements.

Key words: levee, measures for levee refurbishment, flood, flood protection wall, climate change, ageing, heavy precipitation

1 Einleitung

Seit die Anzahl und Häufigkeit von Hochwasserereignissen seit Ende der 1980er und in den 1990er Jahren gestiegen sind, wurden von den betroffenen Bundesländern und vom Bund Hochwasseraktionspläne entworfen und Maßnahmenpakete geschnürt, die dazu führten, dass eine Vielzahl von Ertüchtigungsprojekten umgesetzt wurde (vgl. z. B. [1,2,3]). Dabei

wurde stets darauf geachtet, dass nach den Vorgaben der Hochwasserrahmenrichtlinie und dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) gehandelt wurde, um z. B. Retentionsraum zu schaffen.

Schadensträchtige Hochwasserereignisse fanden ab dem Elbehochwasser 2002 nahezu jährlich statt. An der Elbe war 2013 das letzte starke Hochwasser zu verzeichnen [4]. Neben

den Hochwassern von Oberflächenfließgewässern rücken die lokalen Starkniederschlagsereignisse immer mehr ins Bewusstsein der Öffentlichkeit.

In den letzten Jahrzehnten wurden sukzessive auch die einschlägigen Normen und Regelwerke überarbeitet. Hierzu zählt u. a. DIN 19712/2013 „Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern“ [5], die DIN 19712/1997 [6] ersetzte, und das DWA-Merkblatt DWA M-507-1/2011 „Deiche an Fließgewässern“ [7], welches das Merkblatt DVWK 210 „Flussdeiche“ aus dem Jahr 1986 [8] ablöste.

Der vorliegende Beitrag ergänzt mehrere vorlaufende Veröffentlichungen [9,10,11] zur Thematik „Deiche und Deichertüchtigung“ und subsummiert die Erkenntnisse, welche im Rahmen des Beitrages „Deichertüchtigung“ bei den jährlich stattfindenden und von der DWA organisierten Deichtagen dem Fachpublikum präsentiert werden (siehe z. B. [12]).

Große Umwälzungen und Neuerungen fanden auf technischer Ebene weniger statt, wie dies für den Bausektor typisch ist, jedoch stellen die sich ständig verändernden rechtlichen Rahmenbedingungen alle Beteiligten vor neue Aufgaben, die ein jedes Deichertüchtigungsprojekt einzigartig werden lassen.

Mit der Erstellung der Hochwasserrisikomanagementpläne wurden kürzlich auch Kommunen deutlich auf die bestehenden Hochwasserrisiken aufmerksam gemacht, was dazu führte, dass verstärkt Kommunen ihre Hochwasserschutzanlagen besonders in urbanen Bereichen ertüchtigt wissen wollen. Dass die festgesetzten Überflutungsbereiche der baulichen Entwicklung entgegenstehen, wirkt als Antrieb und Beschleuniger für die Umsetzung vor allem von kommunalen Projekten. Auf die Schwierigkeiten der Bauherrentätigkeit von Kommunen wurde bereits von erfahrener Stelle hingewiesen [13].

2 Regelwerke

Zu den einschlägigen Regelwerken zählen die DIN 19712 [5] und das DWA-Merkblatt DWA M-507-1 [7] sowie zukünftig auch DWA M-507-2 [14], wobei das DWA M-507-2 als Ersatz von DVWK-Merkblatt 226 „Ökologische Gesichtspunkte an Flussdeichen“ [15] aus dem Jahr 1993 gedacht ist.

Während sich DWA M-507-1 [7] ausschließlich um erdbauliche Deiche an Fließgewässern kümmert, erhebt die DIN [5] den Anspruch, Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern generell zu regeln. Es soll demnach auch mobile Systeme nach BWK M-6 [16] und Mauern nach DIN 19702 [17] behandeln. Leider werden mobile Systeme sowie Mauern nur stiefmütterlich behandelt. Zudem werden Analogien zu Deichen gezogen, die zum Großteil nicht die unterschiedlichen Systeme Erddeich, Mauer und mobiles System würdigen. Hier herrscht Nachbesserungsbedarf.

Die Regeln in [5] sind für Deiche basierend auf den Arbeiten in [7] umfangreich ausgeführt, jedoch klafft ein augenscheinlicher Unterschied in der Bearbeitungstiefe zwischen den Deichen und den Mauern und mobilen Systemen. Teilweise ist die empfohlene zu Deichen analoge Handhabung von Mauern und mobilen Systemen aus Sicht der Autoren fachlich falsch. So wurde leider das Thema „Gehölze“ mit dem seit längerem missverständlichen Widerspruch aufgegriffen, dass „Gehölze... unzulässig“ seien, jedoch „im Ausnahmefall... zulässig“ (DIN 19712, S. 31). Eine differenziertere Betrachtung wird in [14] folgen.

Die Ausführungen zu Querungen unter Kapitel 13 der DIN 19712 beziehen sich vornehmlich auf Erdschüttdeiche. Für diese werden auch Absperrschächte wasser- und landseitig gefordert. Eine analoge Betrachtung von HWS-Wänden und mobilen Systemen erscheint hier durchwegs nicht zielführend. Unter Punkt 14.3 „Bestehende Hochwasserschutzwände“ wird darauf verwiesen, dass die unter Punkt 14.2 „Bestehende Deiche“ genannten Maßnahmen „grundsätzlich“ auch gelten. Dies wird dem von Erdschüttdeichen abweichenden Tragverhalten von HWS-Mauern nicht gerecht. Ähnliches gilt für Abschnitt 14.4 „Mobile Hochwasserschutzsysteme“.

3 Technische Planung

3.1 Baumaterialien

Als innovatives Dichtungselement sind Kunststoffspundwände zu nennen, die bei entsprechenden Böden als kostengünstige Alternative zu den herkömmlichen Innendichtungen Verwendung finden können (Abbildung 1). Es handelt sich hierbei, um ein Dichtungselement, das nur begrenzt statisch tragende Aufgaben übernehmen kann. Die Kosten liegen ca. bei 2/3 einer Stahlspundwand (siehe [18], vgl. [19]). In Kürze wird zu den Kunststoffspundwänden die DIN 16456 [20] veröffentlicht, was die Handhabung in der Praxis z. B. in Hinblick auf anzusetzende Materialkennwerte vereinfachen wird. Die Spundwände bestehen aus PVC-U. Das „U“ steht dafür, dass bei der Rezeptur des Kunststoffes keine Weichmacher verwendet wurden.

In der Praxis erfreuen sich statische Ersatzsysteme in Form von Spundwänden oder mit Stahlelementen verstärkten Bodenvermörtelungen besonders dann verstärkter Beliebtheit, wenn es um die Sicherung des Deiches für Bemessungssituationen geht, die ein Versagen von Böschungen oder den „Baumwurf“ berücksichtigen.

Polymerummantelte Stahldrahtgeflechte (Abbildung 2) sind derzeit wohl das Mittel der Wahl zur Herstellung von Wühltierschutz. Im Vergleich zu verzinkten Drahtgeflechten oder anderen Geokunststoffprodukten weist das in Abbil-



Abb. 1: Einbau einer Kunststoffspundwand (Quelle: Firma G quadrat GmbH) [35]



Produkt Macmat R Steel (Fa. Maccaferri) mit Durchwurzlung



Erosion/Wühltierschutz an Kanalböschung



Erosion/Wühltierschutz an einer Eisenbahnstrecke

Abb. 2: Wühltierschutzmatte Macmat R (Quelle: Fa. Maccaferri)



Deich bei Lödderitz (Saale/Elbe, Wühlerschutz)



Deich bei Sassendorf (Elbe, Erosionsschutz)



Deich auf der Luneplate (Weser, Erosionsschutz)

Abb. 3: Geschlossenes Deckwerk an Deichböschungen (Quelle: Fa. Berding Beton)

dung 2 gezeigte Produkt eine große Widerstandsfähigkeit bei nur geringen Mehrkosten auf [21]. Eine ausreichende Überdeckung mit Oberboden verhindert das Herausziehen des Wühl-tierschutzes durch eine Mahd.

Zur Wühl-tierabwehr, besonders gegen aggressive Wildschweine, wurden bereits geschlossene Deckwerke, z. B. das System Verkalit Fa. Berding, eingesetzt (Abbildung 3).

Diese massive Maßnahme ist auch für Überströmstrecken geeignet. Obwohl Überströmstrecken bei Deichstrecken immer noch sehr restriktiv eingesetzt werden, ist zu überlegen, ob Resilienz-bereiche mit entsprechenden Überströmstrecken ausgestattet werden, um ein langsames Fluten von Poldern bei Extremereignissen jenseits von Bemessungsereignissen zu ermöglichen.

Die in Abbildung 3 dargestellte Bauweise wurde schon mehrfach eingesetzt und eignet sich aufgrund ihrer Widerstandsfähigkeit gegen hydro-statische und -dynamische Einwirkungen auch für den Küstenschutz (vgl. [22]).

Polymerverstärkte oder mit Bindemitteln versetzte Bodens-toffe, auch „Flüssigböden“ genannt, eignen sich für Spezialanwendungen, wie z. B. Leitungsverfüllungen. Die Einheitspreise sind entsprechend hoch, jedoch hinsichtlich der Anwendung im Einzelfall auch gerechtfertigt. In diesem Zusammenhang sind auch die polymervergüteten Böden, wie z. B. der Fa. Trisoplast, zu nennen. Diese Baustoffe können als Dichtung aber auch zum Anschluss von Dichtungen an Bauwerke oder aufgrund der hohen spezifischen Kosten bei geringen Massen auch als Verfüllbaustoffe Verwendung finden [23].

3.2 Leitungen, Querungen

Die Anforderungen nach [5] und [7] bzgl. Querungen, Leitungen bzw. Sparten durch den Deich sind besonders in besiedelten Bereichen mehr oder minder praxisuntauglich. Die Sicherheitsabstände vom Deichfuß können selten eingehalten werden. Die Anordnung von redundanten Absperrorganen beidseitig von der Hochwasserschutzanlage ist aufwendig. Auch die Verwendung eines Schutzrohres wird oft von den Betreibern negiert und anstelle dessen duktile Gussrohre bevorzugt (GGG).

Die Überwachung von Rohrleitungen über Ventile in den Kontrollschächten, welche über den Ringraum zwischen Schutz- und Medienrohr hydraulisch beaufschlagt werden können, ist oft aufwendig und stellt nach Meinung einiger Fachleute eine zusätzliche Schwachstelle dar. Die Verpressung des Ringraumes mit Dichtmittel ist eine Alternative, die zwar nicht kontrollierbar ist, jedoch zusätzlich Schutz gegen ein unkontrolliertes Austreten von Wässern bietet.

Zur Auffüllung von Schächten, Kanälen und Gräben bei beengten Verhältnissen besonders in urbanen Bereichen sind sog. „Flüssigböden“ (zeitweise fließfähige, selbstverdichtende Verfüllbaustoffe, ZFSV) geeignet, welche hohe spezifische Kosten nach sich ziehen. Bei kleinen Mengen sollte dies bei einer größeren Maßnahme jedoch nicht ins Gewicht fallen. Werden größere Mengen notwendig, dann bieten sich zur Verfüllung die konventionellen tonigen Böden oder spezielle Bodenmischungen, wie z. B. DuoFill der Fa. G quadrat, an.



Abb. 4: Hochwasserschutzmauer mit aufgesetzten Glaselementen in Koblenz am Rhein

Von der Anwendung von Schleichringen wird immer mehr Abstand genommen, da diese gegen rückschreitende Erosion keine wirkungsvolle Gegenmaßnahme darstellen.

3.3 Hochwasserschutz im urbanen Bereich

Besondere Randbedingungen gelten für Hochwasserschutzmaßnahmen in urbanen Bereichen. Die besonderen Anforderungen sind folgend gelistet (aus [24], vgl. [25]):

- Eigentums- und Nutzungsverhältnisse
- Denkmalschutz (Alleenschutz von Bäumen)
- Städtebild/Landschaftsästhetik (Abbildung 4)
- Freizeitnutzung/Erholung
- Immissions- und Bestandsschutz
- Umwelt- und Naturschutz, FFH-Flächen, Artenschutz, Biotope
- Anforderungen aus weiteren Nutzungen (z. B. Schifffahrt, Wasserkraft...)
- Akzeptanzförderung/Öffentlichkeitsarbeit

Bei historischen Städten gelten häufig besondere Anforderungen aufgrund des Denkmalschutzes. Dabei steht nicht nur das Denkmal selbst im Fokus, sondern auch dessen Umgebung und nicht selten größere stadtprägende Bereiche [26]. Im Rahmen von kostenträchtigen Maßnahmen zur Ertüchtigung von HWS-Anlagen bietet es sich an, die Entwicklung von Fließgewässern im urbanen Raum strategisch und nachhaltig gleichzeitig voranzutreiben, damit mit dem Hochwasserschutz auch nachhaltiger Stadtentwicklung genüge geleistet wird [27].

Die Herstellung und die Neugestaltung von städtischen Promenaden, Ufern, Gewässerabschnitten, etc. sind kostenintensiv und können aus den gleichen Finanzierungstöpfen wie die HWS-Maßnahmen gefördert werden.

3.4 Binnenentwässerung

Besonders im Hinblick auf mögliche lokale Starkniederschlagsereignisse spielt die Binnenentwässerung eine besondere Rolle. Im Rahmen von Deichertüchtigungsmaßnahmen sind Anla-

gen zur Binnenentwässerung in der Regel vorhanden und müssen dahingehend überprüft werden, ob sie den neuen Anforderungen – in der Regel höherer Wasserstand und größere Binnenzuflüsse – noch gerecht werden.

Hierbei ist eine Überlagerung von Hochwasser- und Starkniederschlagsereignissen zur Bemessung der Binnenentwässerungsanlagen notwendig. Nach DWA M-119 [28] und DIN EN 752 [29] sind Kanäle in der Regel auf Regenereignisse mit Wiederkehrintervallen von $T_N = 1$ bis 5 a bemessen, während das Bemessungshochwasserstand in der Regel ein $T_{HW} = 100$ a aufweist.

Die Betrachtung der Überlagerung von unterschiedlichen Ereignissen z. B. $T_{HW} = 100$ a und $T_N = 1 - 2$ a und $T_{HW} = 10$ a und $T_N = 10 - 20$ a sowie MHW und $T_N > 30$ a kann helfen, die Hochwassergefahr durch binnenseitige Abflüsse genauer abzuschätzen. Für den Schutz gegen extreme lokale Starkniederschläge gibt es noch keine bindenden Vorschriften, jedoch werden im Rahmen von Kanaldimensionierungen auch Ereignisse mit $T_N = 30$ a überprüft. Letztendlich besteht hier noch ein gewisser Entscheidungsspielraum der Verantwortlichen, welche Ereignisse für die Bemessung verwendet werden sollen. Es ist jedoch auch klar, dass für Extremniederschläge mit $T_N > 100$ a Kanalisationen und Pumpwerke überlastet sind und ein Ausbau wirtschaftlich nicht gerechtfertigt und in eng besiedelten Bereichen auch technisch sehr schwierig bis unmöglich ist.

3.5 Erkundungsmethoden und Verwendung vom Bestand

Die Erkundung von Bestandsdeichen ist bei Deichertüchtigungsmaßnahmen eine grundlegende Aufgabe. Dabei geht es stets um die Einschätzung, inwiefern der vorhandene Deich oder zumindest das vorhandene Deichkörpermaterial wieder verwendet werden können.

Neuartige Methoden zur Entnahme von ungestörten Proben aus grobkörnigen Schüttungen [30] ermöglichen die Ermittlung von geotechnischen Parametern, welche in-situ Werten ganz nahe kommen sollten. Verfahren, wie z. B. der PhiCoMeter-Versuch, ermöglichen die Ermittlung von in-situ Scherparametern. Diese Verfahren helfen eine realitätsnahe Beurteilung der Standsicherheit von Bestandsbauwerken zu erhalten.

Erfahrungen zeigen, dass nicht selten von einer Integration von Bestandsdeichen in einen neuen Deichquerschnitt aufgrund der Unsicherheiten bei der Erkundung und des zweifelhaften geotechnischen Zustands Abstand genommen wird. Auch der wiederverwertbare Anteil liegt nicht selten unter den Hoffnungen bei der Planung. Hier spielt u. a. auch die Belastung nach LAGA eine Rolle, aber auch grundsätzlich die vorhandenen Bodenarten.

Falls der Bestandsdeich in den neuen Querschnitt integriert werden soll, wird in der Regel wasserseitig eine Dichtung angeordnet, welche die Durchströmung entsprechend kontrollieren soll. Um die wasserseitige Ausdehnung zu minimieren, wurden in der Vergangenheit auch geosynthetische Tondichtungsbahnen angeordnet, wobei hier jedoch auf die Überdeckung nach [31] geachtet werden muss.

3.6 Gehölze auf und an HWS-Anlagen

Gehölze auf Deichen werden bereits in [5] und [7] behandelt, erfahren jedoch in [14] eine detaillierte Betrachtung. Unter Berücksichtigung der Gehölzart und des Typs der HWS-Anlage



Abb. 5: Aufgebautes mobiles System „AquaFence“ (Quelle: <http://www.aquafence.eu>)

kann unter Zuhilfenahme einer Zoneneinteilung die Zulässigkeit von Gehölzen an und auf der HWS-Anlage beurteilt werden. Grundlegende Überlegungen hierzu sind z. B. in [9] und [32] zu finden. An den Emscher-Deichen wurde ein Konzept zum Umgang mit Bäumen entwickelt [33], das zeigt, dass das Verbot von Gehölzen auf Deichen in der Praxis nicht immer anwendbar ist. Auch für die HWS-Anlagen der Stadt Düsseldorf

wurde ein Konzept zum Umgang mit den Gehölzen auf und an HWS-Anlagen in Auftrag gegeben.

Generell gilt die Aussage, dass auf normal dimensionierten Erdschüttdeichen Gehölze nicht geduldet werden können. Sofern Sicherungsmaßnahmen, wie z. B. Überprofile oder statische Ersatzsysteme, angeordnet werden, können auch Großgehölze in gewissen Zonen/Bereichen zugelassen werden. Dies geht in der Regel Hand in Hand mit erheblichen Mehrkosten beim Bau und im Unterhalt. Die Verkehrssicherungspflicht im Bereich von öffentlichen Wegen bedingt besondere Ausgaben im Rahmen des Unterhalts.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass Erdschüttdeiche, HWS-Mauern/-Wände und mobile Systeme besonders im Hinblick auf die Zulässigkeit von Gehölzen auf und an den Anlagen einer unterschiedlichen Beurteilung unterzogen werden sollten. Massive Hochwasserschutzmauern sind erfahrungsgemäß sehr viel widerstandsfähiger gegen die Einwirkungen von Gehölzen als Erdschüttdeiche. Bei mobilen Systemen müssen wiederum andere Kriterien angesetzt werden, da diese jederzeit aufbaubar und zugänglich sein müssen.

Auch bei der Beurteilung der Zulässigkeit von Gehölzen an und auf HWS-Anlagen gilt das Primat des Hochwasserschutzes. Alle anderen Nutzungen und Aspekte wie Landschaftsgestaltung, Städtebild, Umwelt- und Naturschutz und Naherholung sind dem unterzuordnen.



G quadrat
 Geokunststoffgesellschaft mbH
 Adolf-Dembach-Straße 4a
 47829 Krefeld
www.gquadrat.de



DuBA Deponie- und
Bauwerksabdichtung GmbH
 Treuenbrietzener Straße 35
 14823 Niemegek
www.duba-abdichtung.de

3.7 Mobile Elemente

In [16] sind die gängigen mobilen Elemente enthalten. Besonders Dammbalkensysteme, z. B. der Fa. IBS GmbH oder Eko Systems, haben sich in der Praxis bewährt. Neuere Entwicklungen, wozu Systeme wie z. B. AquaFence (Abbildung 5), AquaStop, AquaBurg, etc. zählen, fassen jedoch immer mehr auch als planmäßige Hochwasserschutzanlagen Fuß. Die Vorteile der neueren Systeme liegen oft bei den geringeren Investitionskosten und der kürzeren Aufbauzeit.

4 Randbedingungen

4.1 Hydrologie und Klimawandel

Die Bemessungsabflüsse werden in einigen Bundesländern, wie z. B. Bayern und Baden-Württemberg, mit einem Klimazuschlag von 15 % versehen, um den prognostizierten Anstieg der Abflüsse in den nächsten Jahrzehnten zu berücksichtigen.

Hierbei sind die Prognosen im Rahmen des Klimawandels unterschiedlich. Für den Rhein (ab Mittelrhein) ist eine Häufung von Hochwasserereignissen mit kleineren Jährlichkeiten $T_{HW} = 10$ a vorhergesagt. Für die südlichen Einzugsgebiete des Neckars und der Donau werden Abflusserhöhungen von bis zu 15 % in den nächsten Jahrzehnten für möglich gehalten. Dabei geht man davon aus, dass es zu höheren Scheitelabflüssen und Wasserständen kommen kann.

Der Klimawandel führt prinzipiell zu stärkeren Starkniederschlagsereignissen. Allerdings sind die Forschungsgrundlagen diesbezüglich noch relativ vage. Es liegen auch Forschungser-

gebnisse vor, die in die Richtung weisen, dass der Klimawandel zu keiner Intensivierung der hydrologischen Situation führt. Aus Sicht eines Ingenieurs und der Verantwortlichen kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass auch die „Worst-Case“-Szenarien eintreten können. Deshalb müssen bei Zeiten entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden.

4.2 Bemessung und Alterung

Die Bemessung von HWS-Anlagen sollte im Hinblick auf Aspekte der Alterung von HWS-Anlagen erfolgen. Eine Bemessung auf die Grenzverhältnisse, z. B. Nachweise mit Auslastungsgrad $\mu \approx 1,0$, wie dies in der Praxis nicht selten vorkommt, erscheint besonders für kleine Dämme und Deiche nicht sachgerecht [34].

Es wird generell empfohlen, eine Sicherheitsreserve „einzubauen“, um auch nicht fassbare Aspekte der Alterung von Materialien und des Gesamtsystems auffangen zu können. Die Sicherheitsreserve kann sich in der Praxis zwischen 10 und 20 % bewegen. Generell sollten nur Materialien verwendet werden, die dauerhaft beständig sind. Dies ist besonders bei Böden, die Frost-Tau-Wechseln, Austrocknung, biologischen Einwirkungen, etc. ausgesetzt sind, nicht immer der Fall.

5 Genehmigungsverfahren und rechtliche Rahmenbedingungen

5.1 Genehmigungsverfahren

Maßnahmen zur Ertüchtigung von Deichen und i. Allg. von Hochwasserschutzanlagen bedürfen auch im Hinblick auf die Verfahrenssicherheit in der Regel eines Planfeststellungsverfahrens. Nur selten kommt man mit einer Plangenehmigung aus, beispielsweise wenn kein Ausbautatbestand nach WHG vorliegt und/oder keine Umweltverträglichkeitsstudie nach UVP-Gesetz notwendig ist. Sobald Bedenken hinsichtlich der Flächenverfügbarkeit und der Eigentumsverhältnisse bestehen, sollte man sich auf ein Planfeststellungsverfahren einstellen.

Eine Erhöhung von Deichen bzw. Hochwasserschutzanlagen oder auch die wesentliche Umgestaltung werden in der Regel dem Gewässerausbau nach WHG § 67 gleichgesetzt. Der Hochwasserschutz ist Ländersache, weshalb bei der Umsetzung die jeweiligen Wasser- und Umweltlandesgesetze Anwendung finden müssen.

5.2 Umweltrechtliche Anforderungen

Das Urteil des Europäischen Gerichtshofs zum Weserausbau im Jahr 2013 [34] hat auf der umweltrechtlichen Schiene neue Maßstäbe gesetzt. Das Urteil fordert nun, dass auch die wasserwirtschaftlichen Güteparameter quantitativ erfasst und anschließend bzgl. der Unbedenklichkeit beurteilt werden. D.h. im Konkreten, dass Gewässergüteparameter, wie Sauerstoffgehalt/-zehrung, und Grundwasserstände im Ist-Zustand ermittelt werden müssen und anschließend eine Prognose der Auswirkungen erstellt werden muss. Bei Maßnahmen zur Ertüchtigung von Hochwasserschutzmaßnahmen sind letztendlich stets die Grundwasserstände betroffen, so dass im Hinblick auf die Rechtssicherheit von Verfahren stets Grundwassermodelle erstellt und Grundwassermessstellen eingerichtet werden sollten.

Anzeige

Unser Expertentipp

DWA-M 511	DWA-M 512-1	DWA-M 512-2
Filtern mit Geokunststoffen August 2017 61 Seiten, A4 ISBN 978-3-88721-499-9 75,50 €/ 60,40 €*	Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil 1: Erdbauwerke Februar 2012 118 Seiten, A4 auf Aktualität geprüft 2016 ISBN 978-3-942964-14-2 85,00 €/ 68,00 €*	Teil 2: Flächenhafte Dichtungen an Massivbauwerken Dezember 2016 91 Seiten, A4 ISBN 978-3-88721-398-5 99,50 €/ 79,60 €*
* für fördernde DWA-Mitglieder ** für DWA-Mitglieder		

6 Ausschreibung, Vergabe, Kosten und Ausführung

Im Rahmen von Einheitspreisverträgen wird in letzter Zeit von Bauunternehmungen verstärkt mit negativen Einheitspreisen kalkuliert. Waren Ein-Cent-Positionen schon seit langem mit Vorsicht zu genießen, drücken Bauunternehmungen mit Minuspreisen nun immer häufiger die Angebotssummen. Diese Minuspreise werden allerdings nur strategisch eingepreist. Als Berater, Planer und Bauherr muss darauf geachtet werden, unterm Strich am Ende nicht mit höheren Kosten abzuschließen. Der Ausschluss derartiger Angebote nach den Richtlinien der VOB ist meistens nicht möglich, wenn die Formalitäten eingehalten werden. Zumindest sollten negativ bepreiste Positionen generell von der Baufirma schriftlich aufgeklärt werden.

Auftraggeber haben schon den günstigsten Anbieter mit der Begründung ausgeschlossen, dass im Rahmen von laufenden oder abgeschlossenen Projekten keine vertrauensvolle und verlässliche Leistung zu erwarten sei. Dies führt in der Regel zu einem Rechtsstreit um den entgangenen Gewinn, was aber im Hinblick auf Kosten und vor allem Bauzeit günstiger zu sein scheint, als das Projekt mit dem „unwillkommenen“ Bauunternehmer durchzuführen.

Erfahrungen haben zudem gezeigt, dass genehmigte „Altplanungen“, welche älter als zehn Jahre sind, in der Regel zu einer Erhöhung der Kosten führen, die sich nicht auf die bloße Preiseskalation beschränkt. Oft wurden ältere Planungen „hemdsärmelig“ erstellt, so dass die Planungen unter Berücksichtigung der aktuellen Regelwerke angepasst werden müssen, was in der Regel zu höheren Kosten führen muss.

Auf die Notwendigkeit einer frühzeitigen Klärung der Kampfmittelfreiheit wird hiermit noch einmal ausdrücklich hingewiesen, da eine dem Bau vorlaufende Kampfmittelerkundung einen erheblichen Zeit- und Kostenaufwand nach sich ziehen kann. Gegebenenfalls sind mehrere Lose zu bilden, um eine kontinuierliche Ausführung der Bauleistung zu ermöglichen.

Literatur

- [1] Bobbe, A. (2005): *Hochwasserschutzkonzeption des Freistaates Sachsen*. Tagungsunterlagen, Erd- und Betonbau im Hochwasserschutz, Fachtagung, 20./21. Januar, Leipzig
- [2] Krei, S. (2012): *Oderdeichsanierung im Unteren Odertal*. Universität Siegen Symposium „Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen“, Handbuch für Theorie und Praxis Vol. IV – 2012, 23./24. Februar 2012, Siegen, S. 67-79
- [3] Steuernagel, J. (2012): *Instandsetzung von Neckardämmen im Stadtgebiet von Stuttgart durch tiefe Bodenvermörtelung*. Universität Siegen Symposium „Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen“, Handbuch für Theorie und Praxis Vol. IV – 2012, 23./24. Februar 2012, Siegen, S. 93-103
- [4] Stamm, J.; Heyer, T. (2015): *Das Juni-Hochwasser 2013 in Sachsen und Sachsen-Anhalt*. Universität Siegen Symposium „Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen“, Handbuch für Theorie und Praxis Vol. V – 2015, 19./20. Februar 2015, Siegen, S. 47-59
- [5] DIN 19712 (2013): *Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern*. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin
- [6] DIN 19712 (1997): *Flussdeiche*. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN), Berlin
- [7] DWA M-507-1 (2011): *Deiche an Fließgewässern – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb*. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef

- [8] DVWK 210 (1986): *Flussdeiche, Merkblätter zur Wasserwirtschaft*, Heft 210, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- [9] Haselsteiner, R.; Strobl, Th. (2006): *Deichertüchtigung unter besonderer Berücksichtigung des Gehölzbewuchses*. Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen – Handbuch für Theorie und Praxis. VOL. II-2006, 09./10. Februar 2015, Siegen, S. 325–353
- [10] Haselsteiner, R. (2007): *Hochwasserschutzdeiche an Fließgewässern und ihre Durchsickerung*. Dissertation. Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Mitteilungsheft Nr. 111, Technische Universität München
- [11] Haselsteiner, R. (2008): *Maßnahmen zur Ertüchtigung von Deichen*. Korrespondenz Wasserwirtschaft (KW), Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef, Heft 3/08, S. 139 – 149
- [12] Haselsteiner, R. (2016): *Maßnahmen zur Ertüchtigung von Flussdeichen – Praxisbeispiele*. DWA-Seminar „Hochwasserschutz an Fließgewässern – Eine Daueraufgabe“, 10. Deichtage, 19./20. Oktober 2016, Magdeburg
- [13] Herzog, J. (2016): *Der Auftrag würde so nicht mehr erteilt*. Interview mit dem Architekten der Elbphilharmonie, Spiegel 44/2016
- [14] DWA M-507-2 (2017): *Deiche an Fließgewässern – Teil 2: Landschaftsökologische Gesichtspunkte*. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef (in Bearbeitung)
- [15] DVWK 226 (1993): *Landschaftsökologische Gesichtspunkte bei Flußdeichen. Merkblätter zur Wasserwirtschaft*, Heft 226, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

Starker Schutz bei Starkregen

So kommen Sie gar nicht erst ins Schwimmen!

Risiken erkennen.
Besser planen.
Schäden vermeiden.

Wir lassen Sie nicht im Regen stehen!

Software und Beratungsleistungen von DHl:
www.dhigroup.de



- [16] BWK (2005): *Mobile Hochwasserschutzsysteme – Grundlagen für Planung und Einsatz*. Merkblatt Nr. 6, Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V., Sindelfingen
- [17] DIN 19702 (2013): *Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit*. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin
- [18] Schröder, J. (2015): *Spundwand aus Kunststoff*. Universität Siegen Symposium „Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen“, Handbuch für Theorie und Praxis Vol. V – 2015, 19./20. Februar 2015, Siegen, S. 303-312
- [19] Horlacher, H. B.; Heerten, G. (2012): *Dichtungssysteme in Deichen – eine vergleichende Betrachtung*. Universität Siegen Symposium „Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen“, Handbuch für Theorie und Praxis Vol. IV – 2012, 23./24. Februar 2012, Siegen, S. 355-364
- [20] DIN 16456 (2017): *Kunststoffspundbohlen – Extrudierte Spundbohlen aus weichmachfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U)*. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin (erscheint im September 2017)
- [21] Arndt, M.; di Pietro, P. (2015): *Der Einsatz von polymerummanteltem Stahlgitterdraht zur Sicherung von Uferbereichen, Dämmen und Deichen*. Universität Siegen Symposium „Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen“, Handbuch für Theorie und Praxis Vol. V – 2015, 19./20. Februar 2015, Siegen, S. 323-340
- [22] Gier, F.; Schültrumpf, H.; Mönnich, J.; van der Meer, J. (2015): *Experimentelle Untersuchungen zur Stabilität von verzahnten Setzsteindeckwerken*. Korrespondenz Wasserwirtschaft /KW, 5. Jahrgang, Heft 5/2012, S. 258-265
- [23] Haselsteiner, R. (2016): *Urbaner Hochwasserschutz – Anforderungen, Schwierigkeiten und praktische Lösungen*. Wasserbausymposium, TU München, 2016, Oberrach-Wallgau, Mitteilungsheft Nr. 134, S. 541-550
- [24] Lehmann, B. (2006): *Empfehlungen zur Gewässerentwicklung im urbanen Raum unter Berücksichtigung der Hochwassersicherheit*. Forum Geoökol 17 (1), S. 14-20
- [25] Lieske, H.; Schmidt, E.; Will, T. (2012): *Hochwasserschutz und Denkmalpflege – Fallbeispiele und Empfehlungen für die Praxis*. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart
- [26] Prominski, M.; Stokman, A.; Zeller, S.; Stimberg, D.; Voermanek, H. (2012): *Fluss. Raum. Entwerfen. Planungsstrategien für urbane Fließgewässer*. Birkhäuser, Basel
- [27] DWA M-119 (2016): *Risikomanagement in der kommunalen Entwässerungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen*. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef
- [28] DIN EN 752 (2015): *Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement*. Deutsches Institut für Normung (DIN), Berlin
- [29] Eitner, V. (2017): *Anforderungen an die Baugrunderkundung. Nationale und internationale Normen*. Tagung „Einfluss der Alterung von Erdbauwerken auf die Nachweisführung von Deichen und Dämmen“, Vortrag, LAWA-AH und Bayr. LfU, Nürnberg, 04.07.2017
- [30] DWA (2005): *Dichtungssysteme in Deichen*. DWA-Themen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef
- [31] Haselsteiner, R. (2010): *Der Bewuchs an und auf Hochwasserschutzdeichen an Fließgewässern aus technischer und naturschutzfachlicher Sicht*. Dresdner Wasserbaukolloquium, „Wasserbau und Umwelt – Anforderungen, Methoden und Lösungen“, 17.-18.03.2010 in Dresden, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, Wasserbauliche Mitteilungen, Heft 40, S. 373-382
- [32] Kisse, A.; Ellebracht, M. (2015): *Bäume auf Deichen – Hochwasserschutz kontra ökologische Landschaftsplanung?* Universität Siegen Symposium „Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen“, Handbuch für Theorie und Praxis Vol. V – 2015, 19./20. Februar 2015, Siegen, S. 189-202
- [33] Haselsteiner, R. (2017): *Die Alterung von Deichen und Dämmen – Theoretische Grundlagen, Wissenschaft und Praxis*. Workshop „Einfluss der Alterung von Erdbauwerken auf die Nachweisführung von Deichen und Dämmen“, 04.07.2017, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Arbeitsgruppe Hydrologie, Hochwasser (AH), Nürnberg
- [34] EuGH (2015): *Urteil des Europäischen Gerichtshofes (EuGH) zur Wessereintiefung*. Rechtssache C-461/13, 01. Juli 2015
- [35] Behrens, W. (2017): *Technische Dokumentation TRISOPLAST®. G quadrat*, Geokunststoffgesellschaft mbH, Juli 2017, Krefeld

www.dwa.de



Investieren Sie in Ihr Wissen

Seminare · Kurse · Tagungen

Unser Weiterbildungsangebot
für Sie in der Wasserwirtschaft

www.dwa.de/veranstaltungskalender

Autoren

Dr.-Ing. Ronald Haselsteiner
Dipl.-Ing. Thomas Riemke
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
Maria Trost 3
56070 Koblenz

E-Mail: r.haselsteiner@bjoernsen.de

