



Normative Neuerungen der DIN 19700-12/2004 „Hochwasserrückhaltebecken“

Ronald Haselsteiner

Kurzfassung

Im Jahr 2004 wurde die Normenreihe für Stauanlagen DIN 19700 neu veröffentlicht und in diesem Zuge auch der Teil, der explizit Hochwasserrückhaltebecken behandelt (DIN 19700-12/2004). Damit verlor die alte Norm DIN 19700-12/1986 ihre Gültigkeit. Die neue DIN 19700-12/2004 enthält zahlreiche Erläuterungen und ergänzende Hinweise und ist somit weitaus ausführlicher ausgefallen als DIN 19700-12/1986, was auch dazu führte, dass das entsprechende Merkblatt DVWK 202/1991, in der die alte Norm *„in den einzelnen Kapiteln weitergehend dargestellt und erläutert sowie in den einigen Abschnitten ausführlich ergänzt“* wird, zurückgezogen wurde. Trotz der inhaltlichen Erweiterung kann die Norm nicht alle Sachverhalte hinreichend erläutern, so dass z. B. das Land Baden-Württemberg gerade eine Arbeitshilfe erarbeitet, die bei *„wichtigen Themen bei Hochwasserrückhaltebecken die Arbeit mit der Norm erleichtern und bei der Planung, Bau, Betrieb und Überwachung von Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg Hilfestellung geben“* soll (LUA BW 2006).

Dieser Beitrag soll die bestehenden, neuen normativen Regelungen und insbesondere Änderungen zusammenfassen. Sofern es notwendig erscheint, werden hierzu auch die Neuerungen in den Abschnitten von DIN 19700 „Stauanlagen“ Teil 10 „Gemeinsame Festlegungen“ und Teil 11 „Talsperren“ näher betrachtet.

Abstract

In the year 2004 the technical German standard for hydraulic structures were republished and in this context also the part that regards flood retention structures (DIN 19700-12/2004). Therewith the old standard DIN 19700-12/1986 lost validity. DIN 19700-12/2004 contains a lot of explanations and additive hints and therefore it is more precise than DIN 19700-12/1986. This caused a backdraw of the according technical specification DVWK 202/1991 that was *“describing, explaining and in some points exceeding”* the old standard. Although of the extension of the content the technical standard DIN 19700-12/2004 cannot handle all tasks and issues so that e. g. the federal state Baden-Württemberg is preparing a new specification that *shall “help working with the technical standards and grant hints for the design, operation and supervision of flood retention structures in Baden-Württemberg”* (LUA BW 2006).

This paper shall summarize the new technical standard and shall particularly focus on the changes that have arisen by the revision of the standard. As it seems to be necessary new aspects of DIN 19700 part 10 “Common Specifications” and part 11 “Dams” are mentioned.

1 Definitionen / Klassifizierung

Hochwasserrückhaltebecken (HRB) sind Talsperren. Grundlegende Aspekte sind somit in DIN 19700-10+11/2004 geregelt. DIN 19700-12/2004 „gilt für Hochwasserrückhaltebecken, die als Stauanlagen zum vorübergehenden Rückhalt von Hochwasser in Gewässern, Trockentälern und Mulden dienen und über keine oder nur kleine Betriebsräume im Verhältnis zum Hochwasserrückhalteraum verfügen.“ DIN 4048-1/1987 definiert Hochwasserrückhaltebecken als „Stauanlagen, deren Staubecken ganz oder teilweise dem vorübergehenden Rückhalt von Hochwasser dient.“

Hochwasserrückhaltebecken können nach Betriebsform (gesteuert, ungesteuert), nach Lage am (Nebenschluss) oder im Gewässer (Hauptschluss) und nachdem, ob es sich um ein Becken mit Dauerstau oder ein trocken liegendes Becken handelt, unterschieden werden. In beiden Normen sind bereits Hochwasserrückhaltebecken im Hauptschluss und Nebenschluss erwähnt. Letztere werden auch als Hochwasserrückhaltepolder, Taschenpolder oder Flutpolder bezeichnet.

Hochwasserrückhaltebecken werden nach DIN 19700-12/2004 eingeteilt in

- sehr kleine Becken,
- kleine Becken,
- mittlere Becken und
- große Becken.

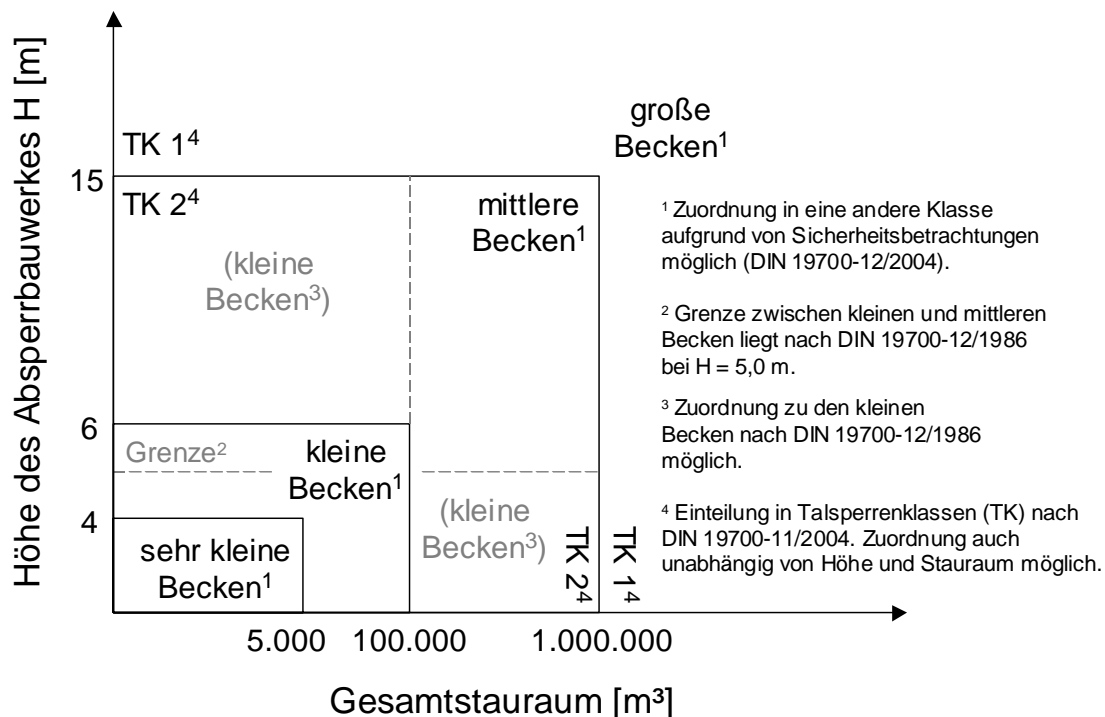


Abb. 1: Klassifizierung von HRB (nach DIN 19700-11+12/2004 und DIN 19700-12/1986)

Die neue Norm verwendet als Bezugsgrößen zur Klassifizierung die Höhe des Absperrbauwerkes H [m] über dem tiefsten Punkt der Gründungssohle und den Gesamtstauraum, während die alte Norm etwas unspezifiziert die Stauhöhe und den Stauraum betrachtet. DIN 19700-12/1986 berücksichtigt die Klasse der sehr kleinen Becken nicht, sondern führt als niedrigste Klasse die kleinen Becken an. Eine Zuordnung zu „*einer höheren und niedrigeren Klasse*“ ist laut DIN 19700-12/2004 aufgrund von Sicherheitsbetrachtungen möglich (Abb. 1). In DIN 19700-12/1986 wird die Möglichkeit einer Zuordnung in eine höhere Klasse nicht explizit erwähnt. Eine Einstufung in die nächst geringere Klasse ist dagegen möglich (Abb. 1).

Die gewählten Klassen haben Einfluss auf die Festlegung der Hochwasserbemessungsfälle und auf weitere Erfordernisse der Bemessung, wie z. B. auf die Ermittlung bzw. Festlegung des Freibords. Besonders bei Hochwasserrückhaltebecken mit sehr kleinen und kleinen Becken werden für Planung, Ausführung und Betrieb Erleichterungen zugelassen. Die Ausnahmeregelungen in DIN 19700-12/2004 für sehr kleine und kleine Becken sind in Tab. 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Ausnahmeregelungen für sehr kleine und kleine HRB (nach DIN 19700-12/2004)

	sehr kleine Becken	kleine Becken
Wasserhaushalt im Einzugsgebiet	Bei ungesteuerten HRB kann auf die Verwendung von hydrologischen Modellen verzichtet werden.	
Bemessungshochwasserzuflüsse BHQ_1 und BHQ_2	Möglichkeit der Erhöhung der jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit für BHQ_1 und BHQ_2 , wenn im Falle des Versagens Auswirkungen von untergeordneter Bedeutung sind.	
Freibord	Kein rechnerischer Nachweis, wenn $f \geq 0,5$ m	k. A.
Tragsicherheitsnachweise	Es ist ausreichend, Bemessungssituationen mit der Tragwiderstandsbedingung A zu untersuchen.	
Betriebsauslass	Auf eine zweite Öffnung für den Betriebsauslass darf verzichtet werden.	
Elektrische Anlagen	Elektrische Anlagen dürfen entfallen.	Es ist zu entscheiden, ob und in welchem Umfang elektrische Anlagen erforderlich sind. ¹
Bauwerksüberwachung	Sickerwasserbeobachtung und visuelle Kontrolle des Zustands aller Bauteile, der Ufer und des Beckenbereichs ausreichend	Auf einzelne Messungen kann begründet verzichtet werden. ¹
Betriebsüberwachung	Visuelle Kontrollen sind ausreichend.	k. A.
Sicherheitsbericht	Dreijähriger Turnus ist ausreichend.	

¹ Gilt auch für mittlere HRB.

2 Wasserwirtschaftliche Bemessung und hydrologische Grundlagen

2.1 Wirkung und Auswirkungen von HRB

„Ziel der Schutzmaßnahmen durch Hochwasserrückhaltebecken ist, Schäden infolge von Hochwasserabflüssen für die Unterlieger zu reduzieren.“ (DIN 19700-12/2004) Ferner bieten Trockenbecken die Möglichkeit, Auenstandorte zu bilden und durch regelmäßige Flutungen diese Standorte auch dauerhaft sicherzustellen.

Der für den Hochwasserschutz anzusetzende Rückhalt erfolgt durch die Speicherung innerhalb des gewöhnlichen Hochwasserrückhalterumes¹ (vgl. Abb. 2). Da die Schutzwirkung auf den Unterliegerbereich abzielt, fordert DIN 19000-12/2004, dass die *„Auswirkungen des Hochwasserrückhaltebeckens auf die Unterlieger und die zugehörigen Gewässerstrecken ... darzustellen“* sind, während die alte Norm von *„die Auswirkung ... ist nachzuweisen“* spricht. Da die Beschreibung der Auswirkung i. d. R. nicht alleine technische Nachweise sein können, ist hier die Neufassung sicherlich in ihrer Aussage zutreffender.

Die Errichtung von Hochwasserrückhaltebecken entspricht einem Gewässerausbau nach WHG §31/2 (1996). Der mit dem Rückhalt verbundene erhöhte Aufstau, der sich in das Oberwasser erstreckt, darf allerdings zu keiner Verschlechterung der Hochwassersituation für die Oberlieger führen. Nach WHG §31/5 (1996) sind beim Bau eines Hochwasserrückhaltebeckens *„natürliche Rückhalteflächen zu erhalten, das natürliche Abflussverhalten nicht wesentlich zu verändern, naturraumtypische Lebensgemeinschaften zu bewahren und sonstige erhebliche nachteilige Veränderungen des natürlichen oder naturnahen Zustandes des Gewässers zu vermeiden oder... auszugleichen.“* Sofern der *„Ausbau eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit, insbesondere eine erhebliche und dauerhafte, nicht ausgleichbare Erhöhung der Hochwassergefahr oder eine Zerstörung natürlicher Rückhalteflächen, vor allem in Auwäldern,“* erwarten lässt, ist der *„Planfeststellungsbeschluss oder die Genehmigung... zu versagen.“* (WHG §31/5 1996)

Die oberflächigen Auswirkungen im Oberliegerbereich sind relativ einfach abzuschätzen und mit baulichen Maßnahmen, wie z. B. Deichen und/oder Stauhaltungsdämmen zu beherrschen. Schwieriger ist es, die Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse abzuschätzen und ggf. geeignete bauliche Maßnahmen zu treffen. Die Auswirkungen auf das naturhaushaltliche Gleichgewicht sind, da sie sich, wie die Grundwasserverhältnisse auch, erst allmählich einstellen und von zahlreichen nicht kontrollierbaren Faktoren abhängen, etwas schwieriger abzuschätzen.

Ein Interessenkonflikt besteht zwischen dem Hochwasserschutz und der prinzipiellen Anforderungen, die Abflussverhältnisse weitgehend in dem natürlichen Zustand zu

¹ Auf eine explizite Darstellung aller geänderten Bezeichnungen zur Beschreibung des Beckenraumes und der Wasserstände wird in diesem Beitrag verzichtet. Wasserstände und Beckenräume für ein HRB mit Trockenbecken sind in Abb. 2 enthalten. Alle anderen Bezeichnungen sind in den jeweiligen Normen (siehe auch DIN 4048-1/1987) und den erläuternden Regelwerken DVWK 202/1991 und LUA BW (2006) enthalten.

belassen. Wenn Retentionsraum beansprucht wird, bedingt dies automatisch, dass im Unterwasser die Abflussverhältnisse bei entsprechenden Abflüssen beeinflusst werden.

In beiden Normen werden Systeme von Hochwasserrückhaltebecken angesprochen. Dabei soll stets das Zusammenwirken aller Einzelbecken betrachtet werden. Die alte Norm widmet diesem Thema noch ein einzelnes, kurzes Kapitel, während die neue Norm dies in einem Abschnitt abhandelt und stets themenbezogen bei Bedarf auf Systemen von HRB eingeht. In DIN 19700-12/2004 wird jedoch explizit noch darauf hingewiesen, dass bei *„Systemen von mehreren Hochwasserrückhaltebecken... die Auswirkungen des Ausfalls der Retentionswirkung einer oberstromliegenden Anlage zu bewerten“* sind.

2.2 Hydrologie / Wahl des Bemessungshochwassers / Restrisiko

„Bei sehr kleinen und kleinen ungesteuerten Hochwasserrückhaltebecken darf auf eine Beschreibung der quantitativen Zusammenhänge ... anhand hydrologischer Modelle verzichtet werden.“ (DIN 19700-12/2004)

Diese Vereinfachung ist in DIN 1900-12/1986 nicht vorhanden. Für kleine Becken ist es jedoch erlaubt, dass der *„Punktniederschlag als Gebietsniederschlag aufgefasst“* wird.

Eine wesentliche Erneuerung fand in DIN 19700-10+11+12/2004 bei der Festlegung der Bemessungshochwasser statt. Während DIN 19700-12/1986 noch für die einzelnen Klassen von HRB zwischen Normallastfall, außergewöhnlichem Lastfall und Sonderlastfall bei beweglichen Verschlüssen unterscheidet, geht die neue Norm einen anderen Weg, bei dem sie drei unterschiedliche Bemessungsabflussgrößen bzw. Bemessungssituationen unterscheidet. Das Bemessungshochwasser 1 (BHQ₁) wird zur *„Bemessung der Hochwasserentlastungsanlage“* herangezogen, das Bemessungshochwasser 2 (BHQ₂) zum *„Nachweis der Anlagensicherheit bei Extremhochwassern“*. Für die Bemessung des Hochwasserrückhalterauges des Speicherbeckens bzw. die Festlegung der Hochwasserschutzwirkung wird nach DIN 19700-10/2004 der Hochwasserbemessungsfall 3 (BHQ₃) herangezogen. Das Wiederkehrintervall T der Abflüsse hat sich z. T. erheblich verändert (Tab. 2). Große HRB erfahren eine Erhöhung des Wiederkehrintervalls der Bemessungsabflüsse von $T_{\text{neu}} = 5 - 10 \cdot T_{\text{alt}}$. DIN 19700-12/1986 qualifiziert ihre Jährlichkeit jedoch als Anhaltswerte, wovon sinngemäß auch aus *„wirtschaftlichen Erwägungen oder in anderen begründeten Fällen“* abgewichen werden kann.

„Bei sehr kleinen und kleinen... [HRB] ist eine Erhöhung der jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeiten... zulässig, wenn bei Versagen der Anlage nur Auswirkungen untergeordneter Bedeutung im Unterliegergebiet zu erwarten sind.“ Da bei einem Versagen i. Allg. eine unkontrollierte Überschwemmung im Unterwasser auftritt, wird dies wahrscheinlich in Bereichen mit sehr niedrigem Schadenspotential in ländlichen oder gebirgigen Gegenden der Fall sein. In der alten Norm wird in Abhängigkeit der Beckengröße keine entsprechende Vereinfachung formuliert, sondern die Möglichkeit der Veränderung des Wiederkehrintervalls pauschal eingeräumt (s. o.).

Auf die Unterscheidung von gesteuerten und ungesteuerten Anlagen wird bei der Festlegung der Bemessungszuflüsse verzichtet. Die Zuordnung von

Wiederkehrintervallen erfolgt in DIN 19700-12/1986 getrennt zum einen für kleine Becken und zum anderen zusammen für mittlere und große Becken (vgl. Tab. 2).

Bei HRB kann bei Annahme des Eintretens von BHQ_1 (Hochwasserbemessungsfall 1) auch „die Vor- und Parallelentlastung... sowohl über die Grundablässe, Betriebsauslässe als auch über geeignete Hochwasserentlastungsanlagen erfolgen.“ (DIN 19700-12/2004) Betriebsauslässe sind nach DIN 19700-10/2004 bei Hochwasserbemessungsfall 1 (BHQ_1) für einen entsprechenden Betrieb nicht erlaubt, jedoch bei Hochwasserbemessungsfall 2 (BHQ_2) schon.

Tab. 2: Jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeiten für BHQ_1 und BHQ_2 (nach DIN 19700-12/2004)

Klassifizierung	Jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeiten	
	BHQ_1	BHQ_2
große HRB ¹	10^{-3} (T = 1.000 a)	10^{-4} (T = 10.000 a)
mittlere ¹ und kleine ² HRB	2×10^{-3} (T = 500 a)	2×10^{-4} (T = 5.000 a)
sehr kleine HRB	5×10^{-3} (T = 200 a)	10^{-3} (T = 1.000 a)

DIN 19700-12/1986³:

¹ Normallastfall T = 200 a
außergewöhnlicher Lastfall T = 1.000 a

² Normallastfall T = 100 a
außergewöhnlicher Lastfall T = 1.000 a

³ Sonderlastfall bei beweglichen Verschlüssen:
T = 300 a für kleine Becken
T = 200 a für mittlere und große Becken

Für Abflüsse bis zu BHQ_3 wird das Hochwasserrückhaltebecken planmäßig betrieben, während für $Q > BHQ_3$ ein Rückhalt nicht mehr gewährleistet werden kann, was bedeutet, dass „im Extremfall [die Hochwasserschutzwirkung] vollständig verloren gehen“ kann (DIN 19700-12/2004).

Für die Festlegung der Rückhaltewirkung und ggf. die Anpassung des Hochwasserrückhalterauges ist es notwendig nicht nur Abflüsse, sondern auch die Hochwasserganglinien abzuschätzen. Dies ist i. d. R. schwierig und macht besonders bei kleinen Einzugsgebieten ohne ausreichend langen Pegelaufzeichnungen die Verwendung von Niederschlag-Abfluss-Modellen (siehe DIN 19700-10/2004) notwendig. Eine Verifikation bzw. Kalibrierung der Ergebnisse ist wiederum schwierig. Bei ausreichend langen Pegelaufzeichnungen, in welchen auch eine Vielzahl an Hochwasserereignissen gemessen wurde, ist eine Kalibrierung und Validierung der synthetisch erzeugten Ganglinien möglich und zu empfehlen. Bei großen Unsicherheiten im Einzugsgebiet oder der Bewertung des Zusammenspiels verschiedener Zuflüsse können historische Hochwasser zur Bemessung oder Worst-Case-Szenarien bzw. PMF herangezogen werden

Dass ein „absoluter Hochwasserschutz... nicht möglich“ ist, wird bereits in der alten Norm festgestellt. In der neueren Fassung wird explizit darauf hingewiesen, dass die Unterlieger über die Möglichkeit des Eintretens sehr seltener Ereignisse ($> BHQ_3$) und deren Auswirkungen aufgeklärt werden müssen. Eine Bewertung der verbleibenden Gefahr und der Überflutungszustände dient als Planungs- und Entscheidungsgrundlage für die Hochwasservorsorge und die Gefahrenabwehr bzw. den Katastrophenschutz. Der Ausdruck „Restrisiko“ wurde nicht verwendet, um wahrscheinlich den mit Risiko verbundenen negativen Beiklang zu vermeiden. Die Festlegung des

Bemessungshochwasserabflusses für die Unterlieger bzw. BHQ_3 für das HRB „ist nach technischen, wirtschaftlichen, ökologischen und weiteren Gesichtspunkten“ festzulegen.

Anhaltswerte für das Wiederkehrintervall von Bemessungsabflüssen für den Hochwasserschutz, wie sie DIN 19700-12/1986 und DVWK 202/1991 zu finden sind, werden in der neuen Norm nicht mehr angegeben. Dies liegt zwar im Sinne der modernen Herangehensweise zur Festlegung von Bemessungshochwassern anhand der Betrachtung von Schadenspotentialen und detaillierten Kosten-Nutzen-Analysen, wie dies in DVWK 209/1989 beschrieben ist (siehe auch DVWK 10/1985), lässt jedoch die Planer und Entscheidungsträger sprichwörtlich im Regen stehen, besonders wenn es sich um kleinere Maßnahmen oder Vorstudien handelt und eine umfangreichere Untersuchung zur Festlegung des Bemessungshochwassers nicht notwendig ist oder im Verhältnis zur Maßnahme zu aufwendig erscheint.

MOSONYI & BUCK (1976) untersuchten und bewerteten verschiedenen Vorgehensweisen zur Bestimmung von Bemessungshochwassern, wie z. B. Kosten-Nutzen-Analysen, Vermutlich größtes Hochwasser (PMF), analytische Schätzformen etc., und empfehlen die Verwendung des hydrologischen Risikos R als Bezugsgröße, was nichts anderes als die Betrachtung des jährlichen Wiederkehrintervalls T über einen gewissen Zeitraum n darstellt (Glg. 1).

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \quad \text{Glg. 1}$$

Da mitunter oft, vor allem in Phasen von Vorstudien, Machbarkeitsstudien und Vorplanungen, pauschale Schätzwerte ausreichend sind, werden in der Praxis noch häufig die Zusammenhänge in nachstehender Tab. 3 als Orientierungshilfe benutzt. LUA BW (2005) enthält Anhaltswerte für die Wahl des Schutzgrades in Baden-Württemberg. Auffällig ist, dass Baden-Württemberg sich inzwischen durchgerungen hat, gänzlich auf den Schutz von landwirtschaftlich genutzten Flächen zu verzichten.

Tab. 3: Anhaltswerte für die Wahl von Wiederkehrintervallen zur Bemessung des Hochwasserrückhalteraumes bzw. die Festlegung von BHQ_3

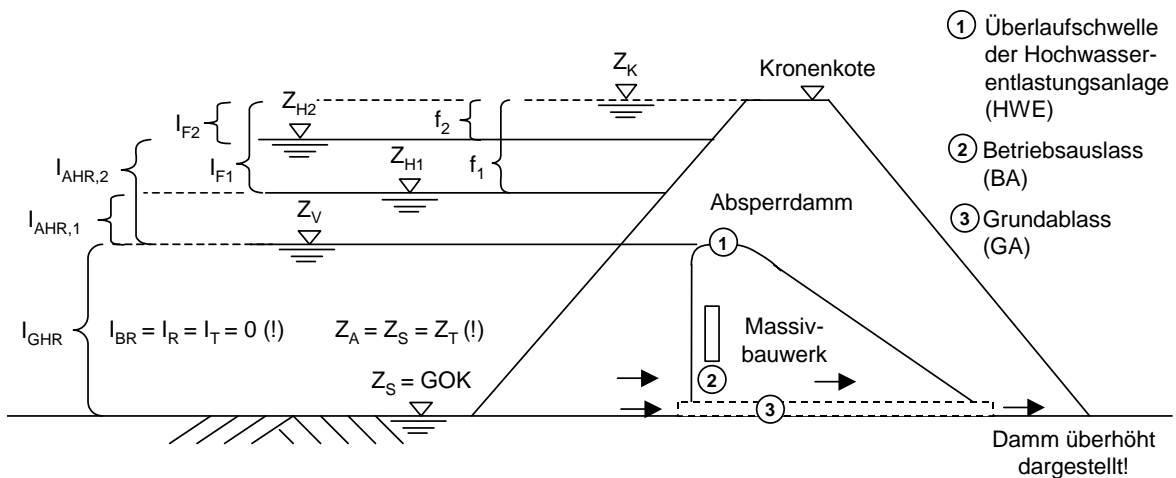
Objekt	Quellen		
	Schutzgrad ¹ nach HWSK Sachsen (aus Bobbe 2005)	T^1 für Unterlieger von HRB (nach DVWK 202/1991 und DIN 19700-12/1986)	T^1 für techn. Anlagen des HW-Schutzes (aus LUA BW 2005)
Sonderobjekte mit außergewöhnlichen Konsequenzen im Hochwasserfall	Im Einzelfall zu bestimmen.	-	> 50
Geschlossene Siedlungen / Industrieanlagen	100	100 (hochwertig bebaute Gebiete)	50 - 100
Überregionale Infrastrukturobjekte	100	50 - 100	
Regionale Infrastrukturanlagen / Einzelgebäude, nicht dauerhaft bewohnt	25	25 - 50	< 50
Landwirtschaftlich genutzte Flächen	5	10 - 25 (Intensivkulturen)	-
		5 - 10 (Ackerflächen)	
Naturlandschaften	-	-	

¹ Die zu erzielende Hochwassersicherheit wird i. Allg. ausgedrückt durch den Schutzgrad bzw. dem Wiederkehrintervall T von Hochwasserabflüssen.

2.3 Stauziel festlegung und Wasserstände

Mit der Änderung der Festlegung der Bemessungsabflüsse haben sich natürlich auch die Stauziele entsprechend verändert. Je nach Bemessungsfall können nach der neuen Norm auch zwei unterschiedliche Hochwasserstauziele Z_{H1} infolge BHQ_1 und Z_{H2} infolge BHQ_2 auftreten (Abb. 2).

Flutpolder weisen i. d. R. Trockenbecken auf und haben demzufolge kein Dauerstauziel bzw. keinen Dauerstauraum. Nach DIN 19700-12/2004 dürfen bei HRB im Nebenschluss „ein außergewöhnlicher Hochwasserrückhalteraum [nur] angesetzt werden, wenn sie planmäßig mit einer Hochwasserentlastungsanlage ausgerüstet sind.“ Eine Hochwasserentlastungsanlage an Flutpoldern ist dann notwendig, wenn der Zufluss zum Flutpolder, der „ BHQ_3 überschreitet, zur Inanspruchnahme des Freibordes im Nebenschlussbecken führt.“ Dies kann auf zwei verschiedene Weisen ausgeschlossen werden. Entweder wird das Einlaufbauwerk entsprechend gesteuert bzw. kontrolliert oder das Auslaufbauwerk. Die Einlauf- und Auslauforgane sind in diesem Fall so auszulegen, dass die Steuerung mit ausreichender Sicherheit gewährleistet werden kann. Hierzu sollte die (n-1)-Regel beachtet werden, die Verschlussanzahl sowie die Verschlusswahl entsprechend erfolgen sowie redundante Steuerungsmechanismen vorgesehen werden (STROBL et al. 2004). Auf Flutpolder und deren spezifische Eigenschaften wird in der alten Norm DIN 19700-12/1986 weitgehend nicht eingegangen.



Wasserstände:

Z_A	Absenkziel
Z_T	Tiefstes Absenkziel
Z_S	Stauziel
Z_V	Vollstau
Z_H	Hochwasserstauziel
Z_K	Kronenstau
f	Freibord

Beckenräume:

I_T	Totraum
I_R	Reserveraum
I_{BR}	Betriebsraum
I_{GHR}	Gewöhnlicher Hochwasserrückhalteraum
I_{AHR}	Außergewöhnlicher Hochwasserrückhalteraum
I_F	Freiraum

Abb. 2: Wasserstände und Stauräume bei Hochwasserrückhaltebecken mit Trockenbecken (Absperrbauwerk am Auslauf)

Ein Dauerstauraum ist bei Trockenbecken nicht vorhanden, so dass auch kein Reserveraum I_R , Totraum I_T und Betriebsraum I_{BR} existiert. Das Absenkziel Z_A und das tiefste Absenkziel Z_T entsprechen somit dem Stauziel Z_S , das auf Höhe der Geländeoberkante (GOK) liegt.

Bei Hochwasserrückhaltebecken im Hauptschluss wird ein i. d. R. vorhandenes Gewässer über den Betriebsauslass ins Unterwasser abgeführt. Bei Flutpoldern liegt i. d. R. ein Trockenbecken vor und es ist auch i. d. R. kein den Flutpolder durchfließendes Gewässer vorhanden. Im Einzelfall muss für entsprechende Gewässer auch eine Abführmöglichkeit in hochwasserfreien Zeiten geschaffen werden.

3 Entwurfskriterien und Bemessungshinweise

3.1 Allgemeines

„Hochwasserrückhaltebecken, die im Nebenschluss angelegt werden, besitzen Einlassbauwerke zum Füllen und Auslassbauwerke zum Entleeren des Hochwasserrückhalterumes.“ (DIN 19700-12/2004)

HRB im Nebenschluss bzw. Flutpolder weisen somit zusätzlich ein Bauwerk zur Befüllung auf. Auf eine schadlose Abführung von Abflüssen ins Unterwasser über die Betriebs- und Grundablässe sowie über die Hochwasserentlastungsanlage ist zu achten. Ggf. sind Energieumwandlungsanlagen anzuordnen. Bei kleinen Abflüssen sind i. d. R. die Ausbildung in Form eines Sturzbettes, einer Steinschüttung oder eines Kolkes ausreichend. Massive Tosbecken können höhere Belastungen aufnehmen.

„Planungen von Stauanlagen erfordern umfassende Kenntnisse und Erfahrungen. Sie sind daher nur Ingenieuren zu übertragen, die nachweislich gleichartige Projekte selbstständig erarbeitet oder maßgeblich daran mitgewirkt haben.“ (DIN 19700-10/2004) Dies ist wiederum eine Forderung, die sich aus DIN 19700-10/1986 hinübergerettet hat. Zusätzlich wird in der alten Norm noch eingeräumt, dass für *„die Lösung von Spezialaufgaben... erforderlichenfalls Sonderfachleute hinzuzuziehen“* sind, was die neue Norm auch explizit im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung anspricht, denen *„Erforderlichenfalls... Gutachten von Sachverständigen und Modellversuchsbericht beizufügen sind“*. Nach DIN 19700-10/2004 ist für *„die Planung eines Projektes... ein verantwortlicher Ingenieur zu benennen.“*

Die Planung soll nach DIN 19700-10/2004 in drei Stufen erfolgen:

1. Grundlagenermittlung und Vorplanung
2. Genehmigungsplanung
3. Ausführungsplanung

Den geänderten Ansprüchen im Bereich des Naturhaushalts entsprechend ist DIN 19700-10/2004 im Hinblick auf Anforderungen ausführlicher und konkreter als DIN 19700-10/1986, in der lediglich in dem Abschnitt *„Landschaftspflegerischer Begleitplan“* auf diese Thematik eingegangen wird.

3.2 Lastfälle / Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit

„Absperrbauwerk und Untergrund (Tragwerk) müssen die erforderlichen Nutzungseigenschaften innerhalb vorgegebener Toleranzen unter andauernden Betriebsbedingungen beibehalten. Dazu gehört, dass die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit des Tragwerkes und der Einzelbauteile nachgewiesen sind und die

Dauerhaftigkeit während der vorgesehenen Nutzungsdauer erhalten bleibt.“ (DIN 19700-11/2004)

Ähnlich zu DIN 1054/2005 werden in DIN 19700/2004 Lastfälle dadurch gebildet, dass verschiedene Einwirkungen aus den Gruppen 1 bis 3 mit Bauwerkszuständen (Tragwiderstandsbedingungen A bis C) überlagert werden (Abb. 3).

				Tragwiderstandsbedingungen					
				A ^{D)} wahrscheinliche Bedingungen		B wenig wahrscheinliche Bedingungen		C unwahrscheinliche Bedingungen	
				für gesicherte oder allgemein anerkannte Werte	voll wirksame bauliche Einrichtungen	für ungünstige Kennwerte innerhalb gesicherter Streubereiche	bei eingeschränkter Wirkung einer maßgeblichen baulichen Einrichtung	für ungünstige Kennwerte in Grenzbereichen	bei Ausfall einer maßgeblichen der baulichen Einrichtungen
Gruppe	Lastfall (DIN 19700-11/2004)		Einwirkungen						
1 ^{A)}	A	1.1	1.2	Eigenlast		Lastfall 1 Bemessungs- situation I (BS I) $\gamma = 1,3$	Lastfall 1 Bemessungs- situation II (BS II) $\gamma = 1,2$	Lastfall 1 Bemessungs- situation III (BS III) $\gamma = 1,1$	
	B		Verkehrs- und Auflast						
	C		-	Wasserdruck und Strömungskraft bei Vollstau					
2 ^{B)}	A	2.1	Wasserdruck und Strömungskraft bei Hochwasserstauziel 1 (Z_{H1})		Lastfall 2 Bemessungs- situation II (BS III) $\gamma = 1,2$	Lastfall 2 Bemessungs- situation III (BS III) $\gamma = 1,1$	nicht vorgesehen ^{E)} $\gamma \geq 1,0$		
	B	2.2	schnellstmögliche Wasserspiegelsenkung (nach Vollstau)						
	C	2.3	außerplanmäßige Betriebs- und Belastungszustände						
	D	2.4	Betriebserdbeben ^{C)} (bei Stauziel)						
3 ^{B)}	A	3.1	Wasserdruck und Strömungskraft bei Hochwasserstauziel 2 (Z_{H2}), sofern $Z_{H2} > Z_{H1}$,		Lastfall 3 Bemessungs- situation III (BS III) $\gamma = 1,1$	nicht vorgesehen ^{E)} $\gamma \geq 1,0$	nicht vorgesehen ^{E)} $\gamma \geq 1,0$		
	B	3.2	Bemessungs-erdbeben (bei Stauziel)						

^{A)} In Lastfall 1.2 werden Bau- und Konsolidierungszustände bis zum ersten Einstau sowie der Zustand "leeres Becken" betrachtet.

^{B)} Bei Einwirkungsgruppen 2 und 3 sind die Einwirkungen der Gruppe 1 "Eigenlast" (A) und Verkehrs- und Auflast" (B) anzusetzen.

^{C)} Der Lastfall "Betriebserdbeben" wird nur zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit herangezogen. Er kann bei Hochwasserrückhaltebecken mit Trockenbecken vernachlässigt werden.

^{D)} Für sehr kleine und kleine Hochwasserrückhaltebecken reicht die Betrachtung der Tragwerksbedingung A aus.

^{E)} Weitere Lastfälle bzw. Überlagerungen sind im Einzelfall möglich, wobei $\gamma = 1,0$ dann nicht unterschritten werden sollte.

Abb. 3: Lastfälle und Überlagerung von Einwirkungen und Tragwerkszuständen zu Bemessungssituationen (nach DIN 19700-11/2004 und DIN 19700-11/1986)

Das Nachweiskonzept mit globalen Sicherheitsfaktoren der alten Norm wird fortgeführt. Es wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die „Anwendung des Nachweiskonzeptes mit Teilsicherheitsbeiwerten... zulässig“ ist.“ Zusätzlich wurden Bemessungssituationen (BS I bis III) eingeführt, die durch die Überlagerung der

Tragwerkszustände mit den Lastfällen gebildet werden und die globalen Sicherheitsbeiwerte festlegen:

- Bemessungssituation BS I: $\gamma = 1,3$;
- Bemessungssituation BS II: $\gamma = 1,2$;
- Bemessungssituation BS III: $\gamma = 1,1$.

Diese Nachweissystematik entspricht im Prinzip der Herangehensweise der alten Norm. Auf etwaige Unterschiede wird im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen.

„Mit zunehmendem Anteil der Kohäsion c an der Tragsicherheit ist der jeweils erforderliche Gesamtsicherheitsbeiwert um bis zu 0,1 zu erhöhen. Bei infolge Risikobetrachtung zu berücksichtigender Stauhöhe $Z_H > Z_{H2}$ – gegebenenfalls Kronenstau Z_K – dürfen die Gesamtsicherheitsbeiwerte $\gamma = 1,0$ nicht unterschreiten.“ (DIN 19700-11/2004)

Nach DIN 19700-12/2004 darf bei *„Trockenbecken... auf die Nachweise mit der Einwirkung „Betriebserdbeben“ verzichtet werden.“* Außerdem ist es bei *„kleinen und sehr kleinen Hochwasserrückhaltebecken... ausreichend, die Bemessungssituationen mit der Tragwiderstandsbedingung A zu untersuchen.“*

„Die Gebrauchstauglichkeit ist dann gegeben, wenn die festgelegten Nutzungseigenschaften in den vorgegebenen Toleranzen beibehalten werden.“ (DIN 19700-11/2004) Bei der Anwendung des Teilsicherheitskonzeptes dürfen die Teilsicherheitsbeiwerte für GZ 2 für alle Einwirkungen mit $\gamma = 1,0$ angesetzt werden.

3.3 Freibord

Die neue Norm erlaubt für sehr kleine Becken den Verzicht eines rechnerischen Nachweises, wenn der Freibord $f \geq 0,5$ m ist. Die alte Norm gesteht diese Vereinfachung nur den kleinen Becken mit Freibordmaßen von $f \geq 1,0$ m zu. *„Kleinere Freibordmaße sind zu begründen.“* (DIN 19700-12/1986)

In DIN 19700-12/1986 wird erlaubt, dass im Außergewöhnlichen Lastfall und in dem Sonderlastfall der im Freibord berücksichtigte Sicherheitszuschlag zu 75% bei kleinen Becken und zu 90% bei mittleren und großen Becken in Anspruch genommen wird. Dies heißt aber auch, dass der Freibord im Normallastfall voll angesetzt werden muss. Eine ausführliche Erläuterung und Regelung, wie sie in DIN 19700/2004 vorhanden sind, gibt es in DIN 19700/1986 nicht.

Bei Flutpoldern stellt sich die Situation anders dar, da dort ein Trenndamm zwischen Polderraum und dem Fließgewässern vorhanden ist, der im Hochwasserfall beidseitig in hohem Maße eingestaut werden kann. Je nach Gelände kann binnenseitig ein Absperrdamm notwendig werden, an dem ebenfalls ein Freibord festgelegt werden muss. Im Polder wird sich i. d. R. eine ruhende Wasserfläche einstellen, wodurch eine Ermittlung des Freibords nach DVWK 246/1997 möglich ist. Nach DIN 19700/2004 sind für die unterschiedlichen Bemessungswasserstände Z_{H1} und Z_{H2} die Freibordgrößen getrennt zu ermitteln und die Kronenkote anschließend aus dem Maximum der ermittelten Größen zu bestimmen (vgl. Abb. 4).

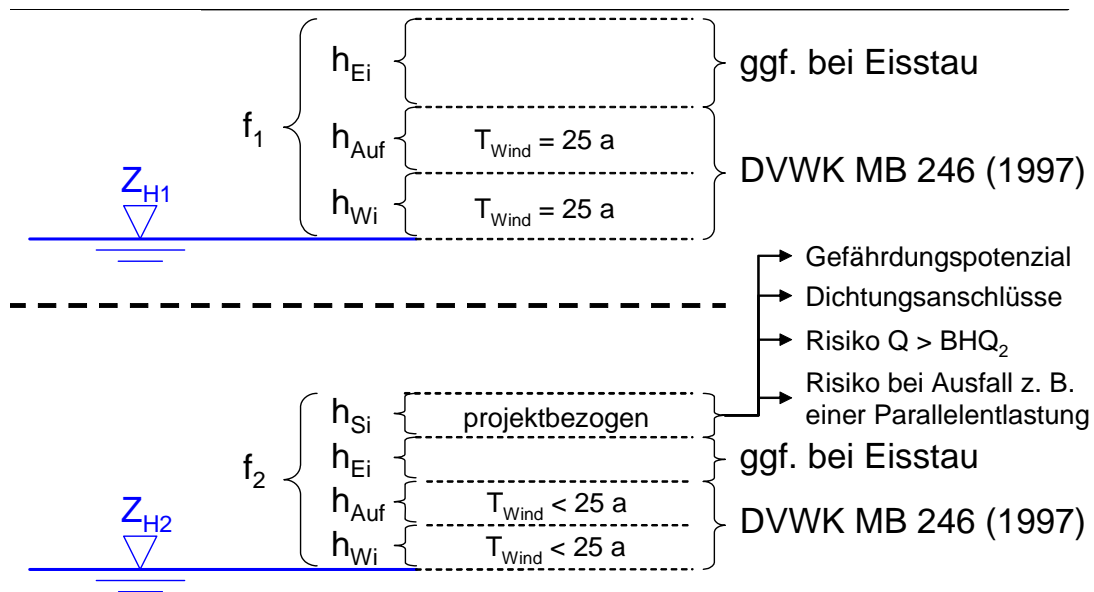


Abb. 4: Freibordermittlung an Stauanlagen nach DIN 19700/2004 (vgl. DVWK 246/1997, nach STROBL 2007)

Die rechnerische Ermittlung anhand der für Stauräume und ruhende Gewässer gängigen Herangehensweise nach DVWK 246/1997 kann aufgrund der abweichenden Randbedingungen bei HRB im Einzelfall nicht zutreffend sein. Dies kann vor allem bei kleinen Stauräumen der Fall sein, bei denen der Zu-/Abfluss im Verhältnis zum Stauvolumen relativ groß ist. In diesem Fall wird sich keine ruhende Wasseroberfläche einstellen. Wellen können aus Strömungsphänomenen an Bauwerken (z. B. Kreuzwellen) und aufgrund von Sohlumlagerungen auftreten.

Ferner sieht die neue Norm vor, dass der Sicherheitszuschlag besonders unter Berücksichtigung der Möglichkeit der Dammvverteidigung festgelegt wird. Hier zeigt sich nach Meinung des Verfassers wieder die Handschrift der alten Norm. Wie bereits POWELEIT (1986), BUCK (2002) und HASELSTEINER & STROBL (2006) postulieren, ist der Freibord nur dazu gedacht, Wellenbewegungen und Unsicherheiten aus der Ausführung aufzufangen und nicht dazu, um mehr Sicherheit u. a. für die Dam- oder Deichverteidigung zur Verfügung zu stellen. Verteidigungsmaßnahmen von der Krone oder einem Bermenweg aus können durch das Anlegen entsprechend ausgebildeter, befestigter und ggf. verbreiteter Wegeaufbauten sichergestellt werden.

DVWK 202/1991 empfiehlt für den anzusetzenden Bemessungswind eine Windgeschwindigkeit von $v_{Wi} = 30 \text{ m/s}$. HASELSTEINER & STROBL (2006) schlagen für Flussdeiche, die mit ihrem temporären Einstau der Beanspruchung von Hochwasserrückhaltebecken, zumindest denen mit Trockenbecken, gleichen, eine Windgeschwindigkeit von $v_{Wi} = 20 \text{ m/s}$ vor. Dies kann bei Bedenken im Einzelfall überprüft werden. Aus Windgutachten vom Deutschen Wetterdienst (DWD) können Windgeschwindigkeiten mit entsprechenden Jährlichkeiten und Windrichtungen abgeleitet werden. Hinzuweisen verbleibt, dass auch Messstationen mit Windaufzeichnungen in Deutschland nicht flächendeckend vorhanden sind, Unsicherheiten auch bei der Abschätzung von Bemessungswindgeschwindigkeiten durch den DWD zu erwarten sind

und eine Übertragbarkeit von geographisch ähnlichen Gebieten nicht ohne Weiteres möglich sein wird.

Zusätzlich sollte bei der Festlegung des Bemessungswindes zur Freibordermittlung bei seltenen Abflussereignissen, wie z. B. einem $HQ_{10.000}$ bei großen Hochwasserereignissen, eine zusätzliche Überlagerung mit einem entsprechend seltenen Windereignis nicht notwendig ist. Hier sollte entsprechend als Wiederkehrintervall für den Wind $T \ll 25$ a gewählt werden (vgl. Abb. 3).

3.4 Betriebsauslass und Grundablass

„Betriebsauslässe... dienen zur gezielten Abführung eines begrenzten Teils des Hochwassers... Grundablässe... der Entleerung von Dauerstauräumen.“ Flutpolder, die i. d. R. Trockenbecken aufweisen, *„besitzen einen auf dem Niveau der Gewässersohle liegenden Durchlass ..., der gleichzeitig als Betriebsauslass dient.“* Auf *„zwei hintereinander angeordnete Verschlüsse [kann] verzichtet werden. Durch die Betriebsauslässe muss die Abgabe des Regelabflusses unter Einhaltung der (n-1)-Regel möglich sein.“* (DIN 19700-12/2004)

Zur Gewährleistung der aquatischen und terrestrischen Durchgängigkeit haben sich gegliederte Bauwerke mit mehreren Abflussfeldern verschiedener Höhe bewährt. Dabei wird mindestens ein Feld auf Ebene der Gewässersohle durch das Absperrbauwerk geführt und mindestens ein Feld höher, wie dies z. B. an einem Hochwasserrückhaltebecken an der Rems ausgeführt wurde (OTTERBACH 2007). Weitere Hinweise zur Durchgängigkeit, insbesondere von Hochwasserrückhaltebecken und Flutpoldern, sind z. B. in LUA BW (1998) enthalten.

Feinrechen sind nach der neuen Norm unzulässig. Während in der alten Norm die Möglichkeit eingeräumt wurde, einen Bypass im Absperrarmaturen anzuordnen, fordert dies DIN 19700-12/2004 für mittlere und große HRB: *„Zur Erhöhung der Betriebssicherheit ist bei mittleren und großen Hochwasserrückhaltebecken ein Bypass im Verschlussbereich vorzusehen.“*

3.5 Hochwasserentlastung

„Die Hochwasserentlastungsanlage kann überlastbar oder nicht überlastbar ausgebildet werden.“ (DIN 19700-12/2004) Überlastbare Hochwasserentlastungen – das sind i. d. R. Überfälle – haben den Vorteil, dass bei weiterem Anstieg des Wasserstands der Abfluss bzw. die Leistungsfähigkeit noch wesentlich zunimmt.

Zur Ausbildung von Hochwasserentlastungen bietet sich die Anordnung von überströmbaren Dammbereichen an. Wird der gesamte Absperrdamm überströmbare ausgebildet, entfällt der Freibord. Die Böschungsneigungen von überströmbaren Böschungen müssen mit Neigungen von mindestens etwa 1:4 bis 1:6 flach ausgebildet werden. Die möglichen spezifischen Belastungen belaufen sich i. d. R. auf $q \leq 1,0 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$. Die Möglichkeiten zur Ausbildung von überströmbaren Dämmen sind in LUA BW (2004) beschrieben. Auf entsprechend naturnahe Bauweisen geht DIN 19700-12/1986 nicht weiter ein, sondern stellt nur fest, dass *„ein einfaches Pflastern der Böschung ... meist nicht genügt“*.

Massivbauwerke können mit höheren spezifischen Abflüssen belastet werden und sind demzufolge leistungsfähiger als Überströmstrecken. Massivbauwerke haben zudem den Vorteil, dass Betriebs- und Grundablässe sowie Hochwasserentlastungsanlagen in einem Bauwerk zusammengefasst bzw. kombiniert werden können. Die gegenseitige hydrodynamische Beeinflussung bei Betrieb ist dabei zu berücksichtigen. Es wird i. d. R. eine Abminderung der Leistungsfähigkeit auftreten, welche im Einzelfall anhand der Untersuchung durch einen Modellversuch abgeschätzt werden kann. Die Möglichkeit HWE, BA und GA in einem Bauwerk zusammenzufassen wird bereits in DIN 19700-12/1986 eingeräumt.

„Zur Verringerung des verbleibenden Risikos infolge Überströmung des Absperrbauwerkes kann eine Notentlastung vorgesehen werden.“ (DIN 19700-12/2004)
Bei überlastbaren Hochwasserentlastungsbauwerken kann der bei Eintreten von BHQ_1 bzw. BHQ_2 restliche Freibord und ggf. eine weitere Inanspruchnahme zur Bewertung des verbleibenden Risikos herangezogen werden.

4 Geotechnische Gestaltung der Absperrdämme

Das Thema der geotechnischen Bemessung und Erkundung ist explizit in einem gesonderten Beitrag mit dem Titel „Geotechnische Bemessung der Erdbauwerke von Flutpoldern“ (HASELSTEINER 2007b) in diesem Tagungsband behandelt. Deshalb wird hier weitgehend auf darauf verwiesen und hier nur einige Aspekte aufgegriffen.

4.1 Allgemeines

Prinzipiell sind aufgrund des temporären Einstaus der Absperrbauwerke nach DIN 19700-12/2004 Vereinfachungen bei der konstruktiven Durchbildung der Absperrbauwerke möglich. Ein expliziter Verweis auf die Norm für Deiche, DIN 19712/1997, fehlt zwar, jedoch ist die Verwendung dieser Norm aufgrund der analogen Beanspruchung der Bauwerke zu Bemessungszwecken sicherlich möglich. Die Vereinfachungen und deren *„Zulässigkeit [sind] durch detaillierte Untersuchungen nachzuweisen“*. Dies kann durch instationäre Durchsickerungsberechnungen bewerkstelligt werden. Für den Fall, dass die geohydraulischen Bodenparameter hinreichend genau bekannt und abschätzbar sind und die Streuung dieser Werte nicht allzu groß sein dürfte, liegt ein Großteil der Unsicherheit in der Bereitstellung hydrologischer Kenngrößen. Zuflussganglinien können, besonders bei Becken in den Ober- und Mittelläufen von Gewässern, aufgrund der schlechten und nicht abschätzbaren Datenlage sowohl in Scheitelabfluss als auch in Fülle enorme Schwankungsbereiche aufweisen. Die Festlegung von Bemessungsganglinien stellt sich dementsprechend schwierig dar.

4.2 Hinweise zur Querschnittsgestaltung von Absperrbauwerken

Die Absperrbauwerke haben, sofern kein Dauerstau auftritt, die charakteristische Belastung von Hochwasserschutzdeichen. Die Einstaudauer sowie die Zeiten für Füllung und Entleerung hängen von den Betriebsvorschriften und vom Hochwassergeschehen ab. Die Füllung hängt von der Form der zu erwartenden Hochwasserganglinie ab. Die Belastung der Böschung bei fallendem Wasserstand im Becken hängt von der Entleerungszeit ab.

Die Absperrdämme können als homogene Dämme oder Dämme mit Dichtungen und/oder Drainagekörper ausgebildet werden. Sofern ausreichend dichtes Material zur Verfügung steht, ein Trockenbecken vorliegt und aufgrund des temporären Einstaus mit relativ geringer Durchströmung zu rechnen ist, bietet sich ein homogener Damm an. Hierzu ist in grober Abschätzung bei einer mittleren Einstauzeit von bis zu sieben Tagen eine gesättigte Durchlässigkeit des Dammmaterials von $k_s < 10^{-5} - 10^{-6}$ m/s notwendig. Dränvorrichtungen fassen das durchströmende Wasser und leiten es bei niedrigen Gradienten im Drän ab. Die hydraulischen Gradienten im Damm bzw. Deich nehmen zu. Die austretenden Wassermengen können, sofern die dränierenden Bereiche weit in den Dammkörper hineinreichen um ein Vielfaches zunehmen (HASELSTEINER 2007a).

Dichtungen reduzieren die Durchströmung. Der in der Dichtung stattfindende Potentialabbau hängt in erster Linie vom Verhältnis der Durchlässigkeit der Dichtung und des anstehenden Dammkörpers ab. Ein Durchlässigkeitsunterschied von Dichtung zu Dammmaterial von mindestens 1.000 ist vorteilhaft, damit der Potentialabbau vornehmlich in der Dichtung auftritt. In diesem Zuge sind die zulässigen hydraulischen Gradienten für künstliche und natürliche Dichtungen zu beachten, um die Erosionsfestigkeit der Dichtung gewährleisten zu können (DVWK 215/1990).

Bei Flutpoldern sind i. d. R. ein Trenndeich zwischen Gewässer und Rückhaltebecken und ggf. ein Absperrdeich zwischen Rückhaltebecken und Hinterland vorhanden. Der Trenndeich kann somit einseitig und beidseitig auf unterschiedlichem Niveau eingestaut sein. Der Wasserstand im frei fließenden Gewässer stellt sich hierbei i. d. R. auf natürlichem Wege ein und ist abhängig von der Hydrologie des Flussregimes.

4.3 Durchströmung (in-/stationär)

Die Absperrdämme von Hochwasserrückhaltebecken können einem Dauerstau oder nur einem temporären Einstau ausgesetzt sein. Beim Vorhandensein von Trockenbecken tritt infolge der temporären Beaufschlagung erst eine instationäre Durchströmung auf, die, sofern der Einstau lange genug anhält, in stationäre Zustände übergehen kann.

Die Absperrbauwerke von Hochwasserrückhaltebecken mit Trockenbecken erfahren so die gleiche Belastung wie Hochwasserschutzdeiche. Die Möglichkeit der Ausbildung von homogenen Dämmen hängt u. a. von der hydraulischen Belastung ab.

Bei der Bemessung von Dräns sollte, sofern die eine hohe Beaufschlagung des Dräns zu erwarten ist, die Sicherheiten bei der Bemessung entsprechend erhöht werden, um der Abnahme des Abführvermögens aufgrund des Auftretens von turbulenten Strömungen (postlaminarer Strömungsbereich) zu begegnen (siehe BRAUNS & RAJU 1993).

Zur Abschätzung von instationären Durchströmungsvorgängen sind u. a. aus hydrologischer bzw. wasserwirtschaftlicher Sicht die Zuflussganglinie, die Rückhaltedauer und die Entleerungszeit notwendig. Bei gesteuerten Flutpoldern sind diese Größen weitgehend durch die Betriebsvorschrift bzw. festgelegten Steuerregeln vorgegeben und bekannt.

Zudem ist für die Abschätzung von instationären Durchströmungsvorgängen die Abbildung des Saugspannungsverhaltens von Böden und der sich im ungesättigten Zustand einstellende ungesättigten Durchlässigkeit Voraussetzung. Das

Saugspannungsverhalten von durchlässigen Böden, wie z. B. Kiesen (GW, GI), ist relativ einfach abzuschätzen und Fehleinschätzungen haben i. d. R. keine praktisch relevanten Auswirkungen, was natürlich von der Problemstellung abhängt. Schwieriger ist es hierbei das korrekte Saugspannungsverhalten von dichten Böden (Schluff, Ton) abzuschätzen. Dominierender Parameter ist jedoch die gesättigte Durchlässigkeit von Böden, deren Abschätzung i. d. R. anhand von analytischen Methoden oder Anhaltswerten aus der Literatur ausreichend ist (HASELSTEINER 2007a). Schwierig ist es i. d. R. auch einen Ausgangsfeuchtezustand abzuschätzen bzw. zu ermitteln. Die Verwendung der Feldkapazität als Restfeuchte oder feuchter dürfte i. d. R. ausreichend ungünstig sein (SCHEUERMANN 2005). Eine Betrachtung des gesamten Wasserhaushalts (Niederschlag-Boden-Grundwasser), wie dies bei Deponien häufig der Fall ist, wird bei der Abschätzung des Durchströmungsverhaltens von Dämmen an Hochwasserrückhaltebecken i. d. R. nicht notwendig sein.

4.4 Nachweis der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit

An Dammbauwerken sind die für geschüttete Erdbauwerke geforderten, übliche Nachweise erforderlich. Je nach Durchströmung, Gestaltung und sonstigen integrierten Bauteilen können i. d. R. die in Abb. 5 Nachweise zu führen sein müssen.

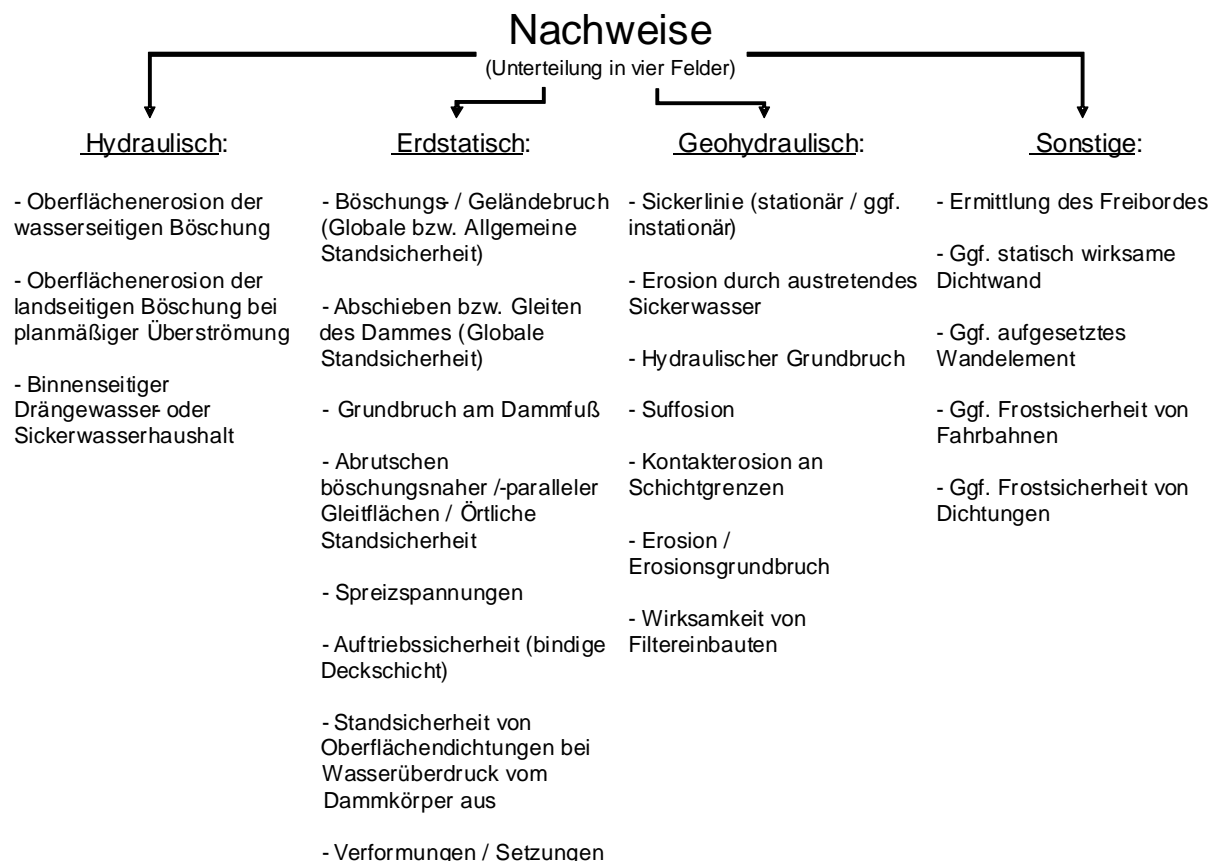


Abb. 5: Übersicht von notwendigen Nachweisen für Hochwasserschutzdeiche (nach HASELSTEINER & STROBL 2005)

5 Betrieb, Messungen, Überwachung und Sanierung

5.1 Betrieb

Innerhalb einer zu erstellenden Betriebsvorschrift sind u. a. der Betriebsplan (Hochwassersteuerplan), Hochwassermelde- und Alarmplan und sonstige Anleitungen z. B. für die Handhabung von Anlagenteilen und für die Überwachung enthalten.

Darüber hinaus ist ein Betriebshandbuch zu führen, in dem alle relevanten Daten festgehalten werden. Hierzu ist Betriebspersonal notwendig, das sich i. d. R. aus einem Betriebsleiter und einem Stauwärter und deren Vertretungen zusammensetzt.

Vor dem Normalbetrieb nach DIN 19700-12/2004 ist ein Probestau bis zu mindestens Dreiviertel des Vollstaus durchzuführen. Ein Probestau ist in der alten DIN 19700-12/1986 nicht vorgesehen.

5.2 Messungen und Überwachung

Neben den Pegeln im Staubereich und im Unterlauf können auch Pegel im Zulauf notwendig sein. DIN 19700-12/2004 behält die Forderung der alten Norm bei, dass „An den Verschlussorganen... Stellungsanzeigen anzuordnen“ sind.

Zur Bauwerksüberwachung sind zahlreiche Messungen und Kontrollen erforderlich. Besonders sind hierbei zu erwähnen (aus DIN 19700-12/2004):

- Lage- und Höhenmessungen am Absperrbauwerk (neu)
- Sickerwasserbeobachtung
- Grundwasserstandsbeobachtung luftseitig des Absperrbauwerks (neu)
- Zustand aller Bauteile, Ufer, Beckenbereiche, des Dauerstaus
- Zustand und Funktionstüchtigkeit aller maschinellen Teile, Schalteinrichtungen und Messeinrichtungen

Die Häufigkeit und der Umfang der Messungen können dem Einzelfall angepasst werden.

„Bei sehr kleinen Hochwasserrückhaltebecken kann die Überwachung auf die Sickerwasserbeobachtung sowie visuelle Kontrollen des Zustands aller Bauteile, der Ufer und des Beckenbereiches reduziert werden.“ (DIN 19700-12/2004) Diese Erleichterung fehlt in der alten Norm.

5.3 Sanierung und Instandsetzung

„Mängel oder Bemessungsdefizite, die sich aus der Überwachung oder der Sicherheitsprüfung ergeben, sind durch geeignete Sanierungs- und/oder Anpassungsmaßnahmen zu beheben.“ (DIN 19700-12/2004)

Hier kann eine Dringlichkeit von notwendigen Maßnahmen unter Berücksichtigung des dadurch verursachten Risikos bzw. der Versagenswahrscheinlichkeit und des Schadenpotentials festgelegt werden. Wenn eine akute Gefährdung der Anlage besteht, muss selbstverständlich sofort gehandelt werden.

Sind die Absperrbauwerke von Hochwasserrückhaltebecken Erdbauwerke bzw. Dämme kommen zur Sanierung, Ertüchtigung und Wiederherstellung weitgehend Maßnahmen wie

bei der Deichertüchtigung in Frage, welche z. B. in HASELSTEINER (2006) dargestellt sind.

DIN 19700-12/1986 enthält nur einen sehr kurzen Absatz zum Thema Instandsetzung, in dem gefordert wird, *„dass die Sicherheit und Betriebsbereitschaft für Hochwasserrückhalt und Abgaberegulung bei Hochwasserereignissen sichergestellt bleibt.“* Hierzu können z. B. bei wenig dringlichen Maßnahmen die Durchführung in hochwasserarme Perioden gelegt werden.

Eine Änderungen in der neuen Norm ist, dass im Zuge der Behandlung des Themas „Sanierung und Anpassung“ folgende, konkrete Anpassungsmaßnahmen *„aufgrund festgestellter hydrologischer und hydraulischer Bemessungsdefizite“* (DIN 19700-12/2004) genannt werden:

- Änderung des Betriebs im Hochwasserfall (Parallelentlastung, Erhöhung Regelabgabe)
- Erhöhung des Absperrbauwerks (Freibord)
- Tieferlegung des Vollstaus
- Tieferlegung des Dauerstauziels
- Anpassung der Betriebsorgane und/oder der HWE zur Leistungssteigerung
- Erneuerung und Ersatz von Verschlüssen
- Bau einer zusätzlichen HWE

Die Wirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen ist natürlich höchst unterschiedlich. Sofern Auswirkungen auf die naturhaushaltlichen Randbedingungen ausgeschlossen werden können, ist eine Tieferlegung von Stauzielen bzw. eine Änderung des Betriebs ohne bauliche Maßnahmen am günstigsten. Sofern es sich um Trockenbecken handelt, entfällt natürlich die Anpassung entsprechender Wasserstände.

6 Ökologische Gesichtspunkte

6.1 Allgemeines

Die ökologischen Gesichtspunkte wurden in der alten Fassung der Norm nicht berücksichtigt. Im Gegenteil bewertet DIN 19700-12/1986 den Bau eines HRB von vorne herein als ökologisch günstig, da *„häufig auf einen umfassenden Ausbau der Gewässerstrecke unterhalb des Beckens verzichtet werden“* kann. Wie bereits DVWK 202/1991 zeigt, ist dieser Blick auf die Dinge etwas zu einfach und es müssen sowohl im Beckenbereich als auch ober- und unterhalb die Auswirkungen auf die Natur minimiert und ggf. ausgeglichen oder ersetzt werden. In DVWK 202/1991 wurde deshalb auch das Kapitel *„Ökologie und Landschaftspflege“* aufgenommen. Die neue Norm berücksichtigt diese Thematik ebenfalls in größerem Ausmaß und schreibt vor, dass bei *„der Errichtung, der Sanierung und dem Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken sind die Belange von Landschafts- und Gewässerökologie zu berücksichtigen“* sind. Die Empfehlungen von DIN 19700-12/2004 zur Berücksichtigung der Ökologie konzentrieren sich auf folgende Punkte:

- Gestaltung der Absperrbauwerke als Erddämme, Vermeidung von Staumauern und Oberflächenabdichtungen
- HRB ohne Dauerstau sind i. Allg. günstiger zu bewerten als mit Dauerstau.
- HRB im Nebenschluss (Flutpolder) verursachen weniger Störungen als HRB im Hauptschluss.
- „Der Beckenraum sollte einer natürlichen Entwicklung überlassen werden“ (DIN 19700-12/2004), Feuchtzonen und naturnah gestaltete Uferbereiche wirken sich ebenfalls günstig aus.

Weitere Hinweise zum Thema „Ökologische Gestaltung von Hochwasserrückhaltebecken“ enthält MUTH et al. (2001).

6.2 Durchgängigkeit

Ein weiterer in DIN 19700-12/2004 aufgeführter Punkt ist die Durchgängigkeit.

Die Herstellung der Durchgängigkeit ist bei Trockenbecken i. Allg. einfacher als bei HRB mit Dauerstau. Die Betriebseinrichtungen können entsprechend den Anforderungen an die Durchgängigkeit angepasst werden.

Letztem Aspekt kann durch die Gestaltung des Betriebsauslasses, wie unter Punkt 3.4 beschrieben wird, Genüge geleistet werden.

DIN 19700-11/2004 schreibt zudem vor, dass „vor dem Bau, in der Bauphase und in den ersten Betriebsjahren auen- und gewässerbezogene Untersuchungen (z. B. im Hinblick auf spezielle Biozönosen, Indikatororganismen, physikalische, chemische und biologische Parameter) erforderlich“ sind.

6.3 Ökologische Flutungen

Ein weiteres Schwerpunktsthema im Zusammenhang mit der Herstellung eines naturhaushaltlichen Gleichgewichts ist die Art und Weise und die Häufigkeit von ökologischen Flutungen, um im Beckenraum Feuchtstandorte bzw. Auwälder zu erhalten. Hier spielen u. a. die Höhe des Wasserstands im Becken, die Dauer und die Häufigkeit der Flutung eine Rolle. Sofern steuerbare HRB vorliegen, kann eine Verregelmäßigung von Flutungen umgesetzt werden, was zum einen zwar den Erhalt bzw. die Pflege von entsprechenden Feuchtstandorten sicherstellt, aber was zum anderen nicht viel mit dem natürlichen Zustand zu tun haben wird. Am derzeit geplanten Polder Bellenkopf-Rappenwört südlich von Karlsruhe, welcher im Rahmen des Integrierten-Rhein-Programms (IRP) errichtet werden soll, wird deshalb der Betrieb soweit wie möglich an das natürliche Abflussgeschehen gekoppelt. Bis zu einem Abfluss im Rhein von $Q = 4.000 \text{ m}^3/\text{s}$ wird der Flutpolder nicht gesteuert. Erste Ausuferungen in den Flutpolder ergeben sich bei knapp unter $Q = 1.300 \text{ m}^3/\text{s}$, etwas über Mittelwasserabfluss. Die Häufigkeit der Flutungen hängt somit direkt vom natürlichen Abflussgeschehen ab.

Als Einstauhöhe bei gefluteten Polderbereichen mit Gehölzbewuchs wird i. Allg. versucht, den Einstau unter 2,0 m bis 2,5 m zu halten. Die Einstaudauern hängt, wie prinzipiell auch die Einstauhöhe, verstärkt von der Art des Gehölzbewuchses ab.

Literatur

BOBBE, A. (2005): Hochwasserschutzkonzeption des Freistaates Sachsen. Tagungsunterlagen, Erd- und Betonbau im Hochwasserschutz, Fachtagung, 20./21. Januar, Leipzig

BRAUNS, J.; RAJU, V. (1993): Bemessung von Sohldräns unter Staudämmen. Wasserwirtschaft 83, Heft 5, S. 286 – 290

BUCK, W. (2002): Überlegungen und Maßnahmen zur Verbesserung und Quantifizierung der Hochwassersicherheit auch bei eingedeichten Flussstrecken. Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau, Internationales Symposium, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Band 1, S. 281 – 290

DIN 1054/2005: Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)

DIN 4048-1/1987: Wasserbau. Begriffe. Stauanlagen. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)

DIN 19700/2004: Stauanlagen. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)

DIN 19700-10/1986: Stauanlagen. Gemeinsame Festlegungen. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)

DIN 19700-10/2004: Stauanlagen. Gemeinsame Festlegungen. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)

DIN 19700-11/1986: Stauanlagen. Talsperren. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)

DIN 19700-11/2004: Stauanlagen. Talsperren. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)

DIN 19700-12/1986: Stauanlagen. Hochwasserrückhaltebecken. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)

DIN 19700-12/2004: Stauanlagen. Hochwasserrückhaltebecken. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)

DIN 19712 (1997): Flussdeiche. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)

DVWK 202/1991: Hochwasserrückhaltebecken. Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Heft 202, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

DVWK 209/1989: Wahl des Bemessungshochwassers. Wahl des Bemessungshochwassers, Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Heft 209, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

DVWK 10/1985: Ökonomische Bewertung von Hochwasserschutzwirkungen – Arbeitsmaterialien zum methodischen Vorgehen. Mitteilungen, Heft 10, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

DVWK 246/1997: Freibordbemessung an Stauanlagen. Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Heft 246, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

HASELSTEINER, R.; STROBL TH. (2005): Abgeschlossenes Forschungs- und Entwicklungsvorhaben "Deichsanierung". Mitglieder-Rundbrief 2/2005, S. 39 - 43, DWA Landesverband Bayern, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), München 2005

HASELSTEINER, R.; STROBL, TH. (2006): Zum Freibord an Flussdeichen. Wasserbaukolloquium - Stauhaltungen und Speicher - Von der Tradition zur Moderne. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, , Band 2, S. 475 - 489, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität Graz

HASELSTEINER, R. (2006): Deichertüchtigung in Bayern - Eine Übersicht. Tagungsband zur Fachtagung "Deichertüchtigung und Deichverteidigung in Bayern", Berichte des Lehrstuhls und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität München, Band Nr. 107, S. 13 - 28, 13./14. Juli, Wallgau

HASELSTEINER, R. (2007a): Hochwasserschutzdeiche an Fließgewässern und ihre Durchsickerung. Dissertation, Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technische Universität München, Band 111

HASELSTEINER, R. (2007b): Geotechnische Bemessung der Erdbauwerke von Flutpoldern. Tagungsband zur Fachtagung "Flutpolder", Berichte des Lehrstuhls und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität München, Band Nr. 113, 18./19. Juli, Wallgau

LUA BW (1998): Studie über ökohydraulische Durchlassbauwerke für regulierbare Hochwasserrückhalteräume. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LUA BW), Karlsruhe

LUA BW (2004): Überströmbare Dämme und Dammscharten. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LUA BW), Karlsruhe

LUA BW (2005): Festlegung des Bemessungshochwassers für Anlagen des technischen Hochwasserschutzes. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LUA BW), Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie, Heft 92

LUA BW (2006): Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg – Arbeitshilfe zur DIN 19700. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUA BW); Karlsruhe (Gelbdruck)

MOSONYI, E.; BUCK, W. (1976): Die Auswahl des Bemessungshochwassers. Wasserwirtschaft 66, Heft 7/8, S. 195 – 199

MUTH, W.; ARMBRUSTER-VENETI, H.; BIEDERMANN; R.; BUCK, W.; IRHINGER, J.; SCHLENVOIGT, G.; WESTRICH, B.; WOLF, H. (2001): Hochwasserrückhaltebecken – Planung, Bau und Betrieb. Kontakt & Studium, Band 341, expert verlag, Renningen

OTTERBACH, H. (2007): Das HRB Schorndorf/Winterbach mit ökohydraulischem Durchlassbauwerk. Wasserwirtschaft 97, Heft 6, S. 16 – 19

POWELEIT, A. (1985): Bemessung des Freibords im Erddammbau. Wasserwirtschaft 75, Heft 10, S. 434 – 439

SCHEUERMANN, A. (2005): Instationäre Durchfeuchtung quasi-homogener Erddeiche. Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik, Universität Karlsruhe, Heft 164

STROBL, TH.; BRÜCKNER, K; SCHINDLER, M. (2004): Planungs- und Entscheidungshilfe für die Projektierung von Flutpoldern. Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technische Universität München

STROBL, TH. (2007): Deich oder Stauhaltungsdamm? Interpretationsprobleme bei der Anwendung der DIN 19700 Ausgabe 2004. DWA-Seminar "Flussdeiche – Bemessung, Dichtungssysteme und Unterhaltung", 22./23. Mai 2007, Fulda

WHG (1996): Wasserhaushaltsgesetz. Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes. 1996

Verfasser

Dr.-Ing. Ronald Haselsteiner

RMD-Consult GmbH

Bautechnik

Blutenburgstraße 20

80636 München

ronald.haselsteiner@rmd-consult.de