Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 98 (2006)

Heft: 3

Artikel: Erfahrungen mit dem Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg

Autor: Schultz, Werner K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939356

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 25.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Erfahrungen mit dem Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg

■ *Werner K. Schultz*

1. Die Hochwasserschutzstrategie von Baden-Württemberg

Die grossen Hochwasser vom Dezember 1993 und Januar 1995 haben die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) dazu veranlasst, den Hochwasserschutz zu überdenken. Die LAWA-Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz vom November 1995 haben einen Bewusstseinswandel in Gang gesetzt, der deutlich machte, dass nur das Bündel der aufgezeigten Massnahmen von Wasserrückhalt in der Fläche, Hochwasservorsorge und technischem Hochwasserschutz den zukunftsweisenden Hochwasserschutz möglich machen würden. Festzustellen blieb, dass auch nach allen Massnahmen der Hochwasserminderung eine vom Gewässer ausgehende natürliche Hochwassergefahr bleibt.

Die Hochwasserschutzstrategie Baden-Württemberg basiert auf den LAWA-Leitlinien und hat sich aus den Erfahrungen mit den Integrierten Programmen an Rhein (IRP) und Donau (IDP) sowie aus der Integrierenden Konzeption Neckar-Einzugsgebiet (IKoNE) entwickelt. Sie setzt sich aus den gleichrangigen Teilstrategien Hochwasser-Flächenmanagement, technischer Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge zusammen. Grundlage bilden Hochwassergefahrenkarten, die bis 2010 landesweit erstellt werden. Neben detaillierten Regelungen der Raumordnung zur Sicherung überschwemmungsgefährdeter Gebiete sind durch das Wassergesetz Überschwemmungsgebiete gesetzlich ausgewiesen. Zur Stärkung des Hochwassergefahrenbewusstseins werden seit 2003 landesweit Hochwasserpartnerschaften gegründet. Dort sollen auch Erfahrungen und Know-how auf dem Gebiet der Hochwasservorsorge an die Kommunen in Baden-Württemberg weitergegeben werden.

Im Rahmen der Hochwasserschutzstrategie des Landes sollen die Hochwassergefahren durch gemeinsames Handeln gemildert und die Hochwasserschäden durch ein gezieltes Hochwassermanagement verhindert oder wenigstens vermindert werden. Hierzu gehört in erster Linie das Hochwasser-Flächenmanagement, das versucht über die Instrumente der Raumordnung natürliche Überschwemmungsflächen zu sichern bzw. zurückzugewinnen. Zur Vermeidung von Hochwasserschäden ist jedoch der technisch-infrastrukturelle Hochwasserschutz nach wie vor ein geeignetes und notwendiges Mittel. Darüber hinaus bildet die Hochwasservorsorge durch angepasstes Bauen, richtiges Handeln im Hochwasserfall und eine finanzielle Risikovorsorge in Form einer adäquaten Elementarschadenabsicherung bzw. eigener Rücklagen einen wichtigen Baustein zur Vermeidung und Verminderung von Hochwasserschäden bzw. evtl. auftretende Vermögensschäden abzumildern. Zur Vermeidung existenzbedrohender Schäden bei extremen, die Schutzanlage überfordernden Hochwasserereignissen sind auch in Gebieten hinter oder unterhalb von Schutzanlagen Vorsorgestrategien wichtig.

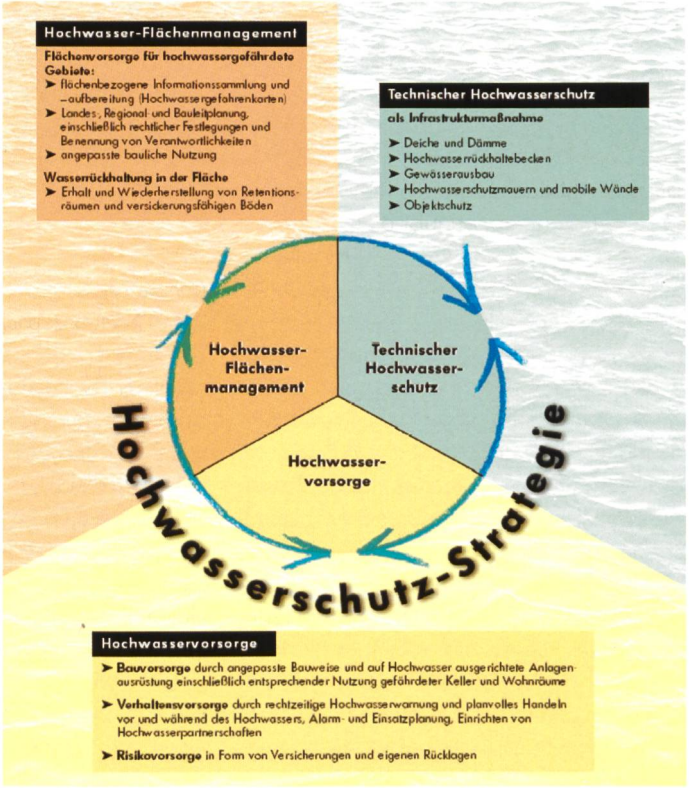

Bild 1. Hochwasserschutzstrategie Baden-Württemberg.

Das Ministerium für Umwelt und Verkehr, das Wirtschaftsministerium und das Innenministerium Baden-Württemberg haben gemeinsam eine Leitlinie «Hochwassergefahr und Strategien zur Schadensminderung in Baden-Württemberg» aufgestellt, die am 29. April 2003 vom Kabinett beschlossen und danach veröffentlicht wurde. In dieser Leitlinie wird von allen Beteiligten ein dringender Bedarf an flächendeckenden Hochwassergefahrenkarten festgestellt, welche die Ausdehnungen und Überflutungstiefen bei Hochwasserereignissen mit verschiedenen Wiederkehrintervallen aufzeigen und anhand von historischen Extremereignissen auf die Bedrohung weiterer hochwertig genutzter Flächen – auch hinter Schutzanlagen – aufmerksam machen.

• Hochwasser-Flächenmanagement

Die effektivste Begrenzung des Schadenspotenzials ist immer noch die Freihaltung überflutungsgefährdeter Gebiete von Vermögenswerten. Ziel ist es, kein Bauland in überschwemmungsgefährdeten Gebieten auszuweisen. Um diesem Aspekt in Zukunft verstärkt Geltung zu verschaffen, wurde Ende 2003 das Wassergesetz für Baden-Württemberg geändert und festgelegt, dass alle Gebiete im Aussenbereich, die natürlicherweise von einem 100-jährlichen Hochwasser überflutet werden, kraft Gesetz als Überschwemmungsgebiet festgesetzt werden. Der früheren aufwändigen Rechtsverordnungen für

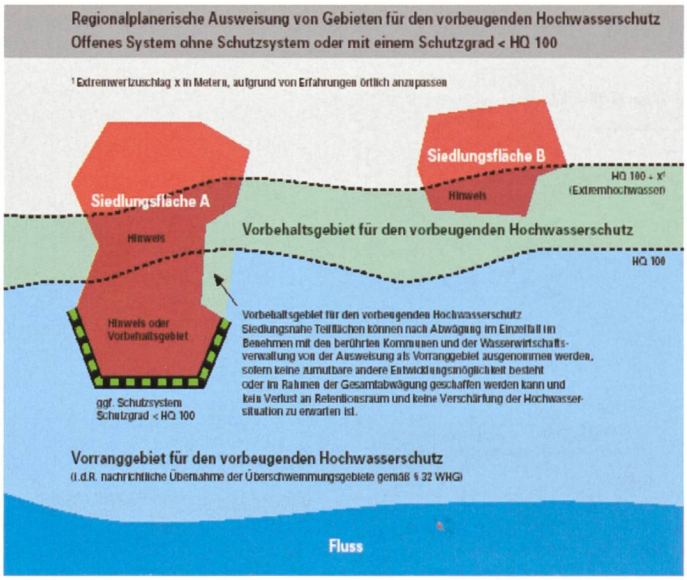

Bild 2. Regionalplanerische Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten.

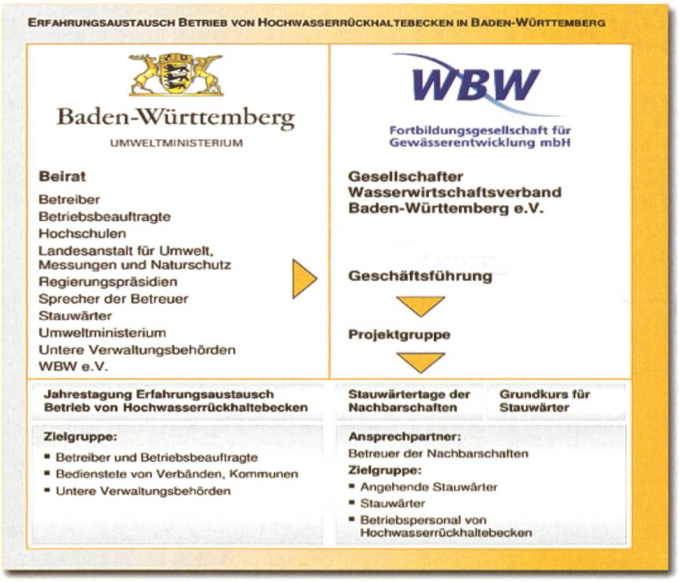

Bild 3. Organisation des Erfahrungsaustausches Betrieb von HRB.

jedes einzelne Überschwemmungsgebiet bedarf es heute also nicht mehr. Allerdings müssen diese Überschwemmungsgebiete im Aussenbereich noch abgegrenzt und in Karten, den so genannten Hochwassergefahrenkarten dargestellt werden. Die Erstellung dieser Karten wird derzeit durch die Regierungspräsidien (früher Gewässerdirektionen) in einem gemeinsamen Projekt von Land und Kommunen voran getrieben. Die Hochwassergefahrenkarten sollen landesweit bis zum Jahr 2010 vorliegen und veröffentlicht sein.

In diesen Gebieten sind Bauvorhaben nur ausnahmsweise und mit besonderer Genehmigung durch die unteren Wasserbehörden zulässig. Auch die Erweiterung bestehender Siedlungsgebiete über Flächennutzungs- bzw. Bebauungspläne ist künftig nur noch unter engen im Gesetz festgelegten Voraussetzungen möglich.

Die unterhalb bzw. hinter Schutzanlagen liegenden bebauten Gebiete, die bei einer Überschreitung des Bemessungshochwassers bzw. einem Versagen der Schutzeinrichtungen überschwemmt werden, gelten künftig als hochwassergefährdete Gebiete, in denen durch die Ortspolizeibehörden bestimmte Verhaltensregeln festgelegt werden können. In diesen Gebieten gelten aber auf jeden Fall erhöhte Anforderungen an die Lagerung, den Umgang und die Abfüllung von wassergefährdenden Stoffen, unter anderem auch für die Heizöltanks.

Im Rahmen der Flächenvorsorge sollen mit raumordnerischen Festlegungen von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten die entsprechenden hochwassergefährdeten Flächen frühzeitig gesichert werden. In den Regionalplänen werden im Freiraum die hochwassergefährdeten Gebiete als «Vorranggebiete für den vorbeugenden Hochwasserschutz» festgelegt. Diese Vorranggebiete sollen zusätzliche Schadensrisiken vermeiden, natürliche Überschwemmungsflächen erhalten und reaktivieren oder die Gewässerentwicklung und Auenrenaturierung ermöglichen.

In den Regionalplänen werden im Freiraum darüber hinaus die übrigen (nicht mit «Vorrang» belegten) hochwassergefährdeten Gebiete als «Vorbehaltsgebiete für den vorbeugenden Hochwasserschutz» festgelegt. Solche Vorbehaltsgebiete können auch innerhalb von besiedelten Gebieten, die nicht zum Aussenbereich im Sinne des § 35 BauGB gehören, festgelegt werden, wenn eine Festlegung auf Grund der Gefahrenlage sinnvoll und geboten ist. So können entsprechende Vorgaben für die Bauleitplanung der betroffenen Gemeinden geschaffen werden. Die Abgrenzung der Vorbehaltsgebiete erfolgt bei so genannten offenen Systemen auf der Grundlage der wasserwirtschaftlichen Informationen zu den hochwassergefährdeten Gebieten unter Zugrundelegung eines Hochwasserereignisses mit einem Wiederkehrintervall von 100 Jahren mit einem örtlich angepassten Extremwertzuschlag.

- **Hochwasservorsorge**

Hochwasservorsorge muss den technischen Hochwasserschutz immer flankieren. Nur wer mit einer Hochwassergefahr rechnet, kann dafür Vorsorge treffen. Verhaltensvorsorge bedeutet, auf Hochwasserereignisse vorbereitet zu sein und die Zeit zwischen dem Anlaufen eines Hochwassers und dem Eintritt kritischer Wasserstände zur Schadensvorbeugung und -minderung zu nutzen. Dies sollte gleichermassen von den öffentlichen Informationen, aber auch durch die vorausschauenden Hinweise von planenden Architekten und Ingenieuren gestützt werden. Es muss bekannt sein bzw. gemacht werden, welche aktuellen Informationsmöglichkeiten im Hochwasserfall zur Verfügung stehen.

Durch die in erster Linie den Betroffenen obliegende Bauvorsorge soll das Schadenspotenzial durch eine an Hochwasserereignisse angepasste Bauweise minimiert werden. Dies ist durch eine entsprechende Höhenlage, Verwendung unempfindlicher Baumaterialien und Nutzung der baulichen Anlagen möglich. Die Kommunen sollten in den Bebauungsplänen entsprechende Hinweise und Auflagen aufnehmen sowie eine entsprechende Beratung anbieten. Der Sicherung von Heizöltanks oder Stromverteilungsanlagen kommt dabei erhebliche Bedeutung zu. Zusätzlich kann objektbezogener Schutz, z.B. durch dichte und drucksichere Türen und Fenster Schäden verhindern.

Gerade bei extremen Hochwasserereignissen kann trotz geeigneter Bauvorsorge und zielgerichtetem Verhalten im Hochwasserfall ein Schaden nicht ausgeschlossen werden. Für diesen Fall sollte im Vorfeld finanziell vorgesorgt werden durch eine Elementarschadensversicherung, die das Risiko durch Hochwasser einschliesst und den persönlichen wirtschaftlichen Verlust begrenzen hilft.

- **Technischer Hochwasserschutz**

Zur Vermeidung von Hochwasserschäden ist der technisch infrastrukturelle Hochwasserschutz nach wie vor ein geeignetes und erforderliches Mittel. Dennoch darf bei allen technischen Schutzanlagen nicht ausser Acht gelassen werden, dass sie bei einem extremen Hochwasserereignis nur bis zu einer vorher bestimmten Grenze – dem Bemessungsabfluss bzw. Bemessungswasserstand – Schutz bieten können. In drei grossen und vielen re-

	Zuständigkeit 1) originär zuständig 11) Beauftragter von 1) 21) Beteiligung Pflicht 22) Beteiligung zweckmäßig/möglich	Literaturquelle	Beteiligte					
	Tätigkeitsbeschreibung	Vorschrift Kapitel, Absatz	Betreiber	BBA	Stauwärter	RP neu	UVB	Dritte [1]
I.	**Konzeption**							
1.	**Konzeptionelle Beratung**	Aufgabenverteilungspapier						
1.1	Beratung bei Auswahl des Verbandsprogramm-Planers	UVB - RP Stand 11.11.04				21	1	
1.2	Beratung beim Erstellen des Verbandsprogramms			22		21	1	
2.	**Erstellen und Fortschreiben des Verbandsprogramms**							
2.1	Grundlagenermittlung und Vorplanung, Untersuchungen für Maßnahmen einschließlich Prüfung von Standortalternativen	DIN 19700/ T.10 Nr. 4	1	22		22	21	11
2.2	Auftragsdefinition und -vergabe an Sonderfachleute		1	22			22	11
2.3	Aufstellung der wasserwirtschaftlichen sowie der Steuerungskonzeption		1	22		22	21	11
II.	**Planung**							
III.	**Bau**							
IV.	**Betrieb**							
IV. 1.	**Inbetriebnahme**							
IV. 2.	**Nutzungen**							
IV. 3.	**Instandhaltung (Unterhaltung, Wartung, Instandsetzung)**							
IV. 4.	**Eigenkontrolle und Überwachung**							
IV. 5.	**Sicherheitsüberprüfung**	DVWK 202/91 Nr. 7.6.7 und DVWK 231/95	1	11	21	22	21	11
V 1.	**Qualifikation Stauanlagenpersonal**	Erfahrungsaustausch Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken	1	21	21	22	22	11

[1]) Dritte können sein: Ingenieurbüros, Fachfirmen, Gutachter, L-Bank
[2]) Träger der Unterhaltungslast bei G.I.O. das RP, bei G.II.O. die Kommunen

g:\ablage\ebh\pglap2.xls/Stand: 25.11.2004

Bild 4. Arbeitspapier «Aufgaben und deren Zuordnung».

gionalen Investitionsprogrammen werden ca. 60 Mio. Euro pro Jahr Landes- und Fördermittel eingesetzt, um den Hochwasserschutz zu verbessern.

Massnahmen des technischen Hochwasserschutzes sind Gewässerausbauten, Deiche und Mauern sowie Hochwasserrückhalteanlagen. Gewässerausbauten werden heute zwar skeptisch betrachtet, da diese zum einen die europäische Wasserrahmenrichtlinie tangieren und zum anderen anrüchig sind, den Wasserabfluss zu beschleunigen und die Gefahr für die Unterlieger zu vergrössern. Im Zusammenhang mit Hochwasserrückhalteanlagen müssen diese jedoch auch im Hinblick auf eine bezahlbare wirtschaftliche Realisierung des Hochwasserschutzes eine Möglichkeit bleiben.

• Hochwasserrückhaltung

In Baden-Württemberg wurden Anfang der fünfziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts ein Programm vor allem im nordwürttembergischen Raum aufgelegt, Hochwasserschutz durch den Bau von Hochwasserrückhaltebecken (HRB) zu bewerkstelligen. Dafür wurden 26 Wasserverbände gegründet, die im Sinne des badenwürttembergischen Wassergesetzes Aufgaben des Landes, d.h. des so genannten überörtlichen Hochwasserschutzes durch rd. 150 Stauanlagen erfüllen. Für die meisten Becken hat die Wasserwirtschaftsverwaltung, d.h. das damals jeweilig zuständige Wasserwirtschaftsamt die technische Leitung bei Planung, Bau und Betrieb übernommen. Um Akzeptanz für den Bau der HRB bei den Gemeinde- und Verbandsgremien zu finden, wurden viele Becken mit einem Dauerstau für Niedrigwasseranreicherung und vor allem für Naherholungszwecke ausgestattet. An den Kosten für Unterhaltung und Betrieb hat sich das Land durch eine pauschalierte Förderung nach den Förderrichtlinien Wasserwirtschaft beteiligt.

Zwischenzeitlich wurden in Baden-Württemberg über 600 HRB, in der jüngsten Zeit nur noch so genannte Trockenbecken gebaut. Die Mehrzahl dieser Becken weisen eine Dammhöhe von mehr als 5 m bzw. einen Stauraum grösser als 100 000 m^3 auf.

2. Erfahrungsaustausch für den Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken (HRB) in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg betreiben Kommunen und Verbände also eine Vielzahl von HRB, deren Betrieb als komplexe Aufgabe den Betreibern, Betriebsbeauftragten und Stauwärtern eine Menge Wissen und Können abverlangt. Viele dieser Anlagen sind mittlerweile einige Jahrzehnte alt. Zu einem grossen Teil wurden diese saniert bzw. stehen noch vor aufwändigen Sanierungsmassnahmen. Dazu kommen viele neu gebaute oder sich in der Planung befindliche HRB, die sich aus neu durchgeführten Flussgebietsuntersuchungen für den technischen Hochwasserschutz als notwendig erweisen. Unterschiedliche Rückhaltebecken mit ihren individuellen Problemstellungen treffen oft in Beckensystemen aufeinander und stellen durch neue EDV gestützte Überwachung und Steuerung der Becken besonders hohe Anforderungen an die Verantwortlichen. Damit die HRB nicht zu einem Sicherheitsrisiko werden, bedarf es einer ständigen Weiterbildung aller mit dem Betrieb und der Planung der Anlagen betrauten Personengruppen.

Mit dem Sonderbehördeneingliederungsgesetz wurden 1995 die Ämter für Wasserwirtschaft aufgelöst und die Aufgaben der fachtechnischen Betreuung und Beratung der so genannten überörtlichen Verbände im Sinne des Betriebsbeauftragten den unteren Verwaltungsbehörden übertragen. Um einen weiterhin ordnungsgemässen Betrieb der Stauanlagen zu sichern hat das Land die Notwendigkeit gesehen, einen Erfahrungsaustausch zum Betrieb solcher Anlagen durchzuführen. Das Land hat 1997 die WBW-Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH des Wasserwirtschaftsverbandes Baden-Württemberg e.V. (WBW) beauftragt, einen Erfahrungsaustausch für die Betreiber, Betriebsbeauftragen und das Stauanlagenpersonal zu organisieren und durchzuführen.

Ziele sind dabei nach wie vor

- der Erfahrungsaustausch und die Zusammenarbeit der Beteiligten,
- das Erkennen von Problemen,
- die Erhöhung der Anlagen und Betriebssicherheit,
- die Vermittlung des dazu erforderlichen Wissens,
- die Erweiterung der Fachkenntnisse und
- die Qualitätssicherung.

Um diese Ziele zu erreichen, werden zentrale Jahrestagungen für die Betreiber, Betriebsbeauftragten und Fachbehörden durchgeführt. Die danach herausgegebenen Tagungsbände sind willkommene Hilfsmittel und Nachschlagewerke. Beim dritten Erfahrungsaustausch wurde die Endfassung des Arbeitspapiers «Aufgaben und deren Zuordnung bei Konzeption, Planung, Bau und Betrieb von HRB» vorgestellt. Dies waren und sind auf Dauer klare Regeln für das erforderliche Zusammenspiel, um einen funktionierenden Hochwasserschutz und sicheren Betrieb der Anlagen zu erreichen: «Was ist wann von wem zu tun?» Zum 1. Januar 2005 war dieses Papier erneut anzupassen, weil sich die Verwaltung in Folge des Verwaltungsstruktur-Reform-Gesetzes erneut verändert hat.

Themen der Tagungen sind

- Rechtsangelegenheiten wie Wasserrecht und Haftungsrecht
- Arbeitsschutz
- Hochwasservorhersage und Anlagensteuerung
- Sicherheit der Dammbauwerke – Hochwasserentlastung und Sanierung, DIN-19 700
- Möglichkeiten und Grenzen des technischen Hochwasserschutzes
- Hochwasservorsorge – Stabsrahmen- und Einsatzübungen.

Inzwischen sind bereits neun Jahre ins Land gegangen und die so genannte 13. Jahrestagung findet im November 2006 statt. Die 13. Tagung deshalb, weil in den ersten drei

Bilder 5 und 6. Titelblätter des Jubiläumsbandes und der Ausbildungsunterlagen.

Jahren die Tagungen jeweils zweimal pro Jahr stattgefunden haben. Anlässlich der 10. Jahrestagung wurde ein Jubiläumsband mit allen bisherigen Tagungsbänden als Nachschlagewerk herausgegeben, in dem Probleme aus der Praxis und deren mögliche Lösungen aus den vergangenen Jahren geschildert und diskutiert werden. Die Berichte wurden inhaltlich nicht überarbeitet und beziehen sich auf den jeweiligen Erkenntnisstand. Der Hochwasserschutz durch Rückhaltung funktioniert nur mit entsprechend geschultem Personal vor Ort. Die komplexe Aufgabe des Stauwärters lässt sich mit folgendem Satz umschreiben: «Der Stauwärter überwacht das HRB und stellt sicher, dass die Anlage jederzeit betriebsbereit ist.» Aus dieser Formulierung lässt sich leicht ableiten, dass diese Aufgabe über eine Vielzahl an Wartungs- und Pflegearbeiten hinaus geht und durch die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten beeinflusst wird. Zur Erledigung der Aufgaben ist spezielles Wissen erforderlich.

Um den Stauwärtern bei der Bewältigung dieser Aufgaben die nötigen Grundkenntnisse an die Hand zu geben, sah es der Beirat Erfahrungsaustausch Betrieb von HRB in Baden-Württemberg für dringend geboten an, eine Ausbildung für Stauwärter anzubieten. Durch einen dreitägigen Grundkurs soll der Stauwärter in die Lage versetzt werden, aus den vielfältigen Aufgabenstellungen und möglichen Vorgehensweisen diejenigen erkennen zu können, die bei den eigenen örtlichen Gegebenheiten anzuwenden sind.

Mit dem Grundkurs soll somit ein Grundstein gelegt werden, um die oftmals nebenberuflich tätigen Stauwärter so zu qualifizieren, dass sie ihrer hohen Verantwortung gerecht werden, die ihnen beim Betrieb der HRB auferlegt ist. Die Ausbildungsunterlagen dienen als Grundlage für die Schulungen und sind gleichzeitig ein Nachschlagewerk für den Stauwärter.

Die Ausbildungsunterlagen enthalten die folgenden Kapitel:

- Kap. 1 «Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge»
- Kap. 2 «Zusammenhang zwischen Niederschlag und Abfluss»
- Kap. 3 «Hochwasserrückhaltebecken – Zweck und Funktion»
- Kap. 4 «Aufbau der Absperrbauwerke und Anlagenteile»
- Kap. 5 «Maschinentechnische, stahlwasserbauliche und elektrotechnische Ausrüstung»
- Kap. 6 «Mess- und Kontrolleinrichtungen»
- Kap. 7 «Betrieb»
- Kap. 8 «Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit»
- Kap. 9 «Ökologische Aspekte bei Betrieb und Unterhaltung»
- Kap. 10 «Rechtsfragen beim Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken»

Zusammen mit den seit 1999 stattfindenden regionalen Stauwärternachbarschaftstagen und dem seit 2002 angebotenem Grundkurs für Stauwärter sollen auf möglichst breiter Basis die Verantwortlichen und Zuständigen an den HRB informiert und geschult werden, um die Sicherheit beim Betrieb der Becken gewährleisten zu können. Im November 2006 findet der 9. Stauwärter-Grundkurs statt. Rund 180 Stauwärter sind dann durch diese Ausbildung gegangen und haben sich für ihre Aufgabe qualifiziert.

3. Betrieb / Steuerung von Hochwasserrückhaltebecken (HRB) mit Beispielen

Die 9. Jahrestagung im Mai 2002 behandelte schwerpunktmässig das Thema «Steuerung von HRB». Hierzu wurde von Betreibern über Erfahrungen mit Steuertechniken und deren Einsatzmöglichkeiten bei den verschiedenen HRB und -beckensystemen berichtet. Immer mehr HRB werden im Zuge der Sanierung mit modernen Steuerungssystemen ausgerüstet, um ein HRB oder ein Beckensystem effizienter steuern zu können.

Bis 1950 wurden in Baden-Württemberg ca. 30 der zuvor genannten 600 Anlagen erstellt, oft als Einzelbecken oberhalb Ortslagen in Verbindung mit Gewässerverdolungen mit begrenzter Abflussleistung. Diese Verdolungen wurden grösstenteils zur Schaffung von Verkehrsflächen verlegt. Die Grundablässe wurden hydraulisch nach dem Bemessungshochwasser während der Bauzeit bzw. nach Gesichtspunkten späterer Inspektionsmöglichkeiten (Bekriech-/Begehbarkeit) dimensioniert – d.h. öfter grösser als die maximale Dolenleistung – und nach Fertigstellung der Becken über einen «Schieber» gedrosselt, der «fest eingestellt» wurde. Mess- und Steuereinrichtungen waren also nicht vorgesehen.

Ab Mitte der fünfziger Jahre im letzten Jahrhundert wurden hauptsächlich in Nordwürttemberg Wasserverbände (WV) gegründet mit dem Ziel, Hochwasserschutz durch Bau von Rückhaltebeckensystemen in mittleren (ca. 100 km^2) bis grösseren (ca. 500 km^2) Einzugsgebieten zu erreichen. Diese Systeme wurden seinerzeit auch zur Abflusskompensation aus Siedlungsgebieten und aus landwirtschaftlichen intensiv genutzten Gebieten mit grossräumigen Dränmassnahmen konzipiert. Auch hier war zunächst eine Steuerung im Hochwasserfall nicht vorgesehen, d.h., auch hier waren die Schieber fest eingestellt.

Zwischen 1970 und 1980 wurden über 100 Becken gebaut. Um die Stauräume, insbesondere in Ballungsgebieten mit hohen spezifischen Stauraumkosten effektiver nutzen zu können, wurden ab ca. 1975 einzelne Anlagen mit automatischen Steuerungen ausgerüstet. Zudem war vorgesehen, durch den damals erstmaligen Einsatz von hydrologischen Modellrechnungen Steuerstrategien für Beckensysteme zu entwickeln. Da damals eine Vielzahl weiterer Becken mit Steuerung vorgesehen war, bot sich eine «Standardisierung der Mess- und Steueranlagen einschliesslich der Regulierorgane» auf Grundlage der vorliegenden Betriebserfahrungen an.

1977/1978 liess das Regierungspräsidium Stuttgart im Auftrag des damaligen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten (MELUF) durch die Dornier-System GmbH die Studie «Standardisierungsempfehlungen für Mess- und Steuereinrichtungen an HRB» erarbeiten.

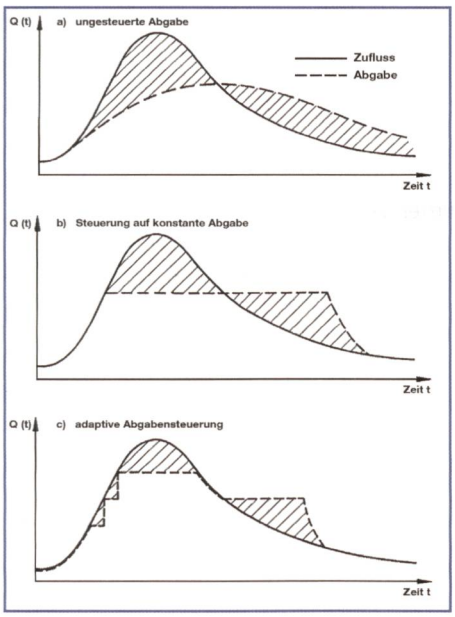

Bild 7. Steuerung der Beckenabgaben.

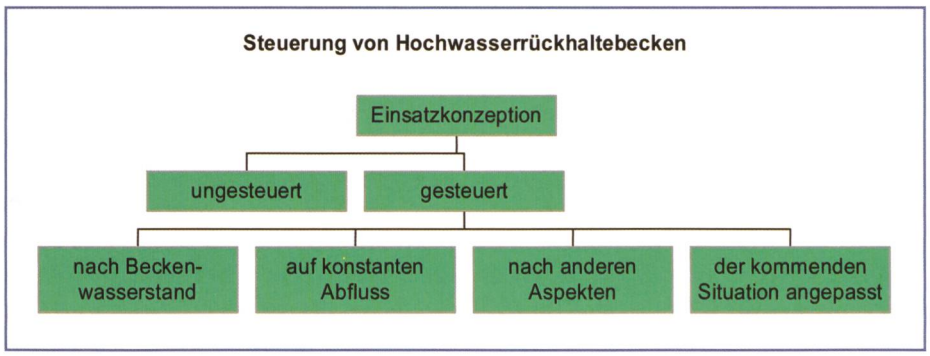

Bild 8. Steuerung von HRB.

Die Vorteile für Planer, Gerätehersteller, Betreiber der Anlage und Aufsichtsbehörde durch eine «Standardisierung nach Baukastensystem» waren

- höhere Wirtschaftlichkeit durch Kostensenkung,
- Erleichterung bei Planung und Erstausstattung durch Verwendung normierter Bausteine nach Baukastensystem,
- Erleichterung bei Betrieb und Wartung durch einheitliche Systeme,
- einfachere Um- bzw. Nachrüstung durch definierte «Schnittstellen»,
- Erhöhung der Betriebssicherheit durch einheitliche Bedienungselemente und
- bessere Messdatenauswertung durch einheitliche Datengewinnung, -erfassung und -speicherung.

Die Standardisierung war so aufgebaut, dass je nach Bedeutung des Beckens die Mess- und Regeltechnik

- vom einfachen Beckenwasserstandpegel bis zur zeitsynchronen Mehrfachregistrierung aller möglichen Messgrössen (wie z.B. Zu- und Abfluss, Stellung der Regulierorgane, Erfassung von Überwachungsmessungen) und
- von der einfachen Unterwasser-Steuerung bis zur Verbundsteuerung modular zusammengestellt werden kann.

Datenauswerte(Vorort)- und Datenfernübertragungssysteme sollten jederzeit nachrüstbar sein.

Nach einer Erprobungsphase wurden dann 1986 in der MELUF-Schriftenreihe «Handbuch Hydrologie» Anwendungsempfehlungen «Mess- und Regeltechnik bei Hochwasserrückhaltebecken» samt der Originalstudie veröffentlicht.

Im DVWK-Merkblatt 202/1991 (zurückgezogen) war die Steuerung wie folgt definiert: «Die Steuerung dient der Umsetzung der wasserwirtschaftlichen Aufgabe des Hochwasserrückhaltebeckens. Hierzu gehört die Steuerung der Abgaben aus dem Hochwasserrückhaltebecken (Beckenabgaben), die durch die Entnahmeeinrichtungen an den Unterlauf abgeführt werden können und die darauf abgestimmte Einstellung der erforderlichen Regelarmaturen.»

Nach DIN 19700-11:2004-07 sind die Anlagen der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik gemäss dem Grundsatz hoher Betriebssicherheit und Verfügbarkeit aufzubauen und zu betreiben. Alle Einrichtungen sind mit Anzeigen vor Ort auszustatten. Eine Vorortspeicherung wesentlicher Betriebsdaten kann zweckmässig sein. Darüber hinaus sind die Daten an geeigneten Schnittstellen zur Weiterverarbeitung (z.B. Fernübertragung) zur Verfügung zu stellen.

Die Steuerung hat nach den Regeln des Betriebsplans zu erfolgen. Dies gilt für den planmässigen als auch für den überplanmässigen Betrieb. Wird ein HRB gesteuert, erfolgt dies über eine Handsteuerung oder über eine automatisierte Steuerung, die zum einen nach dem Beckenwasserstand oder zum anderen auf einen konstanten Abfluss ausgelegt ist. Eine Steuerung kann aber auch ereignisabhängig bzw. -angepasst (adaptiv) erfolgen.

HRB werden meist so gesteuert, dass für den unterhalb der Stauanlage liegenden Bereich der festgelegte Hochwasserschutz erreicht wird. Die hydrologische Bemessung des Hochwasserrückhalteraumes wird durch einen schadlos abzuführende Regelabfluss aus dem HRB bestimmt, der über das gesamte Hochwasserereignis konstant gehalten wird.

Eine ereignisabhängige Steuerung sieht vor, während eines Hochwasserereignisses eine computergesteuerte Anpassung der Beckenabgabe vorzunehmen. Dafür muss eine Prognose für die dem HRB zufliessende Hochwasserwelle bekannt sein. Folgende Informationen sind für eine solche Prognose erforderlich:

- Abflüsse und Wasserstände im Einzugsgebiet
- Abflussbereitschaft des Einzugsgebiets (z.B. Sättigung des Bodens)
- Örtliche und zeitliche Niederschlagsverteilung
- Wettervorhersage

Problematisch bei dieser Steuerungsart ist das Erfassen von kurzzeitigen Starkniederschlägen in kleinen Einzugsgebieten. Dazu Näheres unter 4. «Niederschlags- und Hochwasservorhersage». Die Möglichkeit der Fernbedienung von Betriebseinrichtungen kann vorgesehen werden. Die Fernbedienung muss aber gegen Fehlbedienungen abgesichert sein. Im Falle einer Fernübertragung ist eine Plausibilitätsprüfung von Meldungen, Befehlen und Messwerten vorzusehen. Bei der Datenfernübertragung werden alle wichtigen Mess- und Steuergrössen zentral an eine Stelle übertragen. So können beispielsweise die Pegelstände und die Stellung der Verschlüsse an einem PC abgerufen und Steuereingriffe vorgenommen werden. Besonders zu empfehlen ist eine Datenfernübertragung, wenn mehrere HRB im System zu steuern sind.

Die Vorteile einer Datenfernübertragung sind

- bessere Möglichkeiten der Dokumentation durch den Einsatz der EDV wie z.B. ein Excel-Diagramm der Hochwasserwelle,
- einfachere Weiterverarbeitung der Daten und die Datensicherung,
- der Gesamtüberblick bei einem Hochwasserereignis,
- schnelleres Reagieren während eines Hochwassers,
- eine Alarmmeldung bei Ausfall einer Messgrösse in hochwasserfreien Zeiten und
- eine schnellere Hochwasseralarmierung.

Ein Nachteil ist darin zu sehen, dass das Übertragungssystem ausfallen kann. Das System ist deshalb mit entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen auszustatten. Hierzu gehören z.B. Blitz- und Überspannungsschutz und die Möglichkeit zur Überbrückung eines eventuellen Stromausfalls durch eine unterbrechungsfreie Stromversorgung.

Beispiel 1:
Wasserverband Kocher-Lein

Die Lein ist ein Nebenfluss des Kochers, die im Welzheimer Wald entspringt und in Abtsgmünd in den Kocher fliesst. Sie hat ein Einzugsgebiet von ca. 250 km². Der Wasserverband betreibt 11 HRB mit einem Gesamtstauraum von 14 Millionen m³, die in den Jahren 1957 bis 1982 gebaut wurden. Alle HRB besitzen einen Dauerstauraum. *Bild 9* zeigt die Standorte der HRB im Gewässernetz. Ausserdem ist die räumliche Distanz zwischen den Anlagen zu erkennen.

Beispielhaft für die Anlagen des Verbandes wird das HRB Götzenbach näher vorgestellt: Es besitzt ein Einzugsgebiet von 17,4 km² und einen Gesamtstauraum von 1,75 Millionen m³. Die Dammhöhe über dem Grundablass beträgt 23 m, und das Becken besitzt als Steuerorgane 2 Schieber (Höhe 1200 mm, Breite 800 mm). Die Beckenwasserspiegel sind ganzjährig auf Dauerstau. Es wird auch nicht zwischen Sommer- und Winterstau unterschieden. Der Dauerstauwasserstand wird über eine Mönchwand gehalten. Die Steuerschieber sind immer so weit geöffnet, dass durch Vorregen kein Einstau entsteht, d.h. aber, dass sie bei bestimmten Wasserständen geschlossen werden müssen. Diese Drosselung erfolgt entsprechend der Betriebsvorschrift (*Bild 10*).

Beim WV Kocher-Lein hat man sich vor rund 15 Jahren erstmals mit dem Thema Datenfernübertragung und Fernsteuerung befasst. Ziel war Zeit, Wege und Geld zu sparen sowie schneller und flexibler auf Hochwasserereignisse reagieren zu können. In den Jahren 1993 und 1994 wurden die notwendigen Voraussetzungen zur Installation von Blitzschutzeinrichtungen geschaffen. Anschliessend wurde dann die Installation der elektrotechnischen Anlagen sowohl an den Becken als auch in der Leitzentrale durchgeführt. Für jedes HRB und damit jeden Abflusspegel wurde ein PC installiert, der die vorhandenen Daten (Beckenwasserstand, Abflusspegelwasserstand, Schieberstellungen usw.) erfasst und speichert. Die Daten werden täglich zur festgesetzten Zeit in die Leitzentrale übertragen. Dort steht ein Steuer-PC des Wasserverbandes. Veränderungen an den Schieberstellungen über die Fernsteuerung sind nur über die Eingabe eines Passwortes möglich. Durch Mausklick können sämtliche Anlagen aufgerufen werden. Das Systembild (*Bild 11*)

Bild 9. HRB-Standorte im Gewässernetz.

Betriebsvorschrift

Schematisierter Betriebsplan für das HRB Götzenbach

Betriebszustand	Abfluss-zustand/ entwicklung	Steuerkriterium	Becken-Wasser-spiegel	Steuer-schieber [1] [Umdrehung]	Wasser-menge am Abflußpegel	Abfluß im Unterlauf
hochwasser-freier Betrieb	kein Hochwasser	Pegel Leinzell unter 100 bis 110 cm	bis 1,00 m	7	Zufluss-menge	schadlos
planmäßiger Hochwasser-betrieb	steigendes Hochwasser	Pegel Leinzell unter 100 bis 110 cm	1,00 m bis 12,77 m	7	weniger als Zufluss-menge	bordvoll
	steigendes Hochwasser	Pegel Leinzell über 100 bis 110 cm	1,00 m bis 12,77 m	2	weniger als Zufluss-menge	bordvoll
überplan-mässiger Hochwasserbetr.	steigendes Hochwasser	HWE in Betrieb	12,77 m und höher	2	Zufluss-menge	Ausufer. Hochwasser -gefahr
	fallendes Hochwasser	HWE in Betrieb	12,77 m und höher	2	Zufluss-menge	Ausufer. abnehm.
planmäßiger Hochwasser-betrieb	fallendes Hochwasser	Pegel Leinzell über 140 cm	12,77 m bis 1,00 m	2	mehr als Zufluss-menge	bordvoll
	fallendes Hochwasser	Pegel Leinzell unter 140 cm	12,77 m bis 1,00 m	7	mehr als Zufluss-menge	bordvoll

[1] Steuerschieber geschlossen 0 Umdrehungen; vollständig geöffnet: 95 Umdrehungen

Bild 10. Betriebsvorschrift.

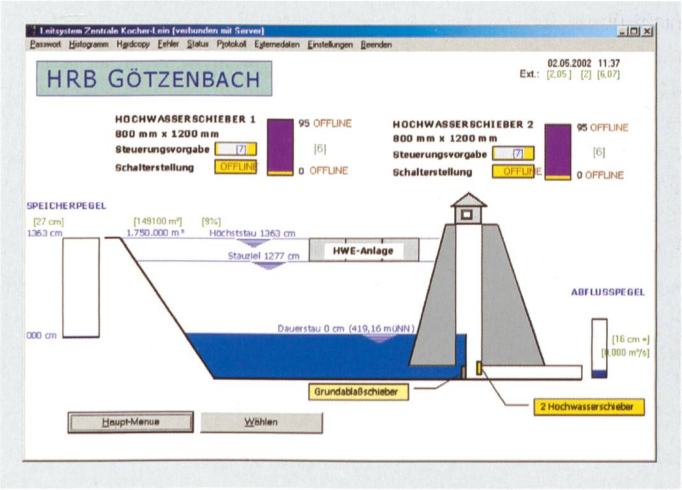

Bild 11. Systembild HRB Götzenbach.

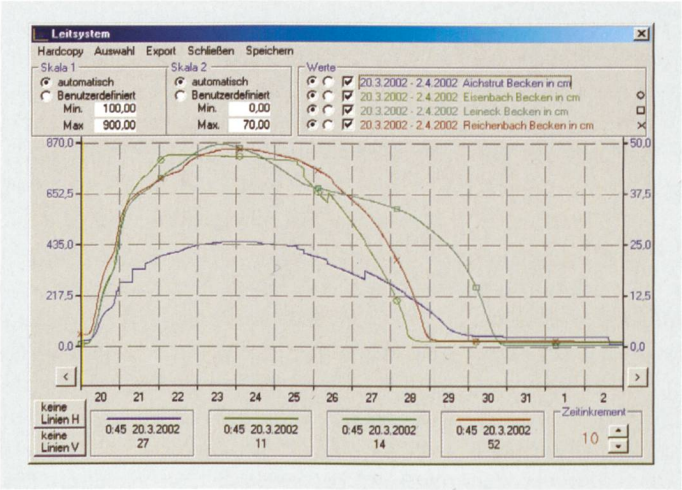

Bild 12. Beckenwasserstände von 4 HRB während des Hochwassers vom März 2002.

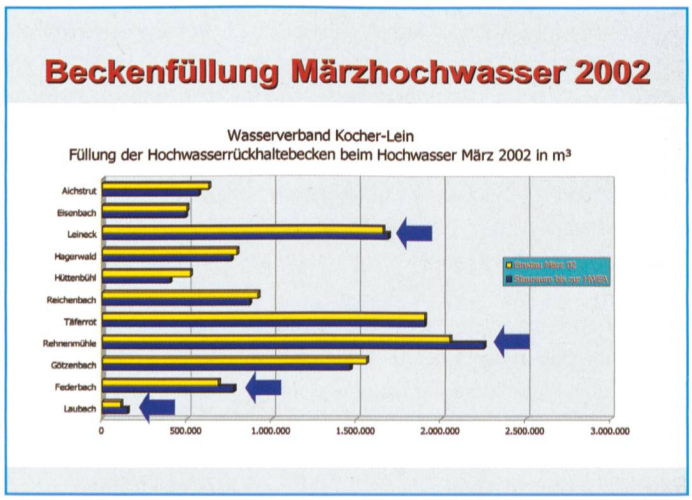

Bild 13. Beckenfüllungen durch das Hochwasser vom März 2002.

zeigt die wichtigsten Angaben und Daten wie Stauhöhen, Schieber, Speicher und Ablaufpegel. Wenn das System offline ist, werden die dann nicht aktuellen Werte in Klammern angezeigt. Es können aber auch gespeicherte Werte wie Beckenpegel, Ablaufpegel, Schieber 1 oder 2, Beckenfüllung in %, Ablaufpegel in m^3/s usw. abgerufen werden. Weiter ist es möglich, auch Ganglinien verschiedener Anlagen in derselben Grafik darzustellen. *Bild 12* zeigt als Beispiel die Beckenwasserstände der HRB Aichstrut, Eisenbach, Leineck und Reichenbach in der Zeit vom 20.03.2002 bis zum 02.04.2002.

Bei Überschreiten von festgelegten Grenzwasserständen an allen HRB wird vom System die Meldung «Hochwasser» erzeugt. Ausserdem sind wichtige Ablaufpegel so programmiert, dass Grenzwerte auf telefonischem Weg an festgelegte Personen (Stauwärter, Betriebsbeauftragte) und Einrichtungen (Leitstelle) weitergeben werden. Die Weitergabe dieser Meldungen wird über das System protokolliert und gemeldet. Durch diese Möglichkeiten soll in Zukunft die Steuerung an mehreren Becken auf Automatik umgestellt werden, d.h., es wird ein bestimmter Abfluss am Ablaufpegel vorgegeben, der nicht überschritten werden darf. Die Steuerung des Schiebers wird dann vom System übernommen. Selbstverständlich muss dann eine genaue Überwachung erfolgen, um jederzeit manuell eingreifen und die Automatik beenden zu können.

Eindrucksvoll bewährt hat sich das System beim Märzhochwasser 2002, welches die Becken des Wasserverbandes Kocher-Lein doch sehr stark gefüllt hat (*Bild 13*). Lediglich an den vier mit einem Pfeil bezeichneten Becken sind die Hochwasserentlastungsanlagen nicht in Betrieb gegangen. Trotzdem und vor allem auf Grund der guten technischen Ausstattung konnte dieses Hochwasser relativ mühelos und schadlos beherrscht werden. Es wurde eine Gesamtwassermenge von 11,3 Millionen m^3 zurückgehalten.

Beispiel 2: Acher-Rench-Korrektion (AREKO)

Die AREKO hatte als Massnahme des Landes die Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse in der Rheinebene zwischen Kinzig und Sandbach (Bühlot) bzw. zwischen Offenburg und Baden-Baden zum Ziel. Im Mittelpunkt standen

- der Hochwasserschutz und
- die schnelle und sichere Vorflut / Entwässerung der Fläche.

Die Umsetzung des dafür eigens geschaffenen Gesetzes sollte hauptsächlich durch

- Bau des Acherflutkanals,
- Bau des Renchflutkanals,
- Neuregelung der Abflüsse (185 Regelungsbauwerke) und
- Hochwasserrückhaltung (5 Rückhaltebecken mit 9 Mio. m^3 Stauvolumen)

erreicht werden. Diese baulichen Massnahmen wurden 1967 abgeschlossen.

Die Rench hat ein Einzugsgebiet von 423,4 km^2 und bewegt sich vom Quellgebiet (Kniebis, 950 m ü. NN) rund 60 km bis zum Rhein. Der Jahresniederschlag liegt zwischen 800 und 1000 mm.

Die AREKO war damals im Wesentlichen auf eine Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutzung ausgelegt. Sie war allerdings auch die Grundlage für eine weitergehende Siedlungsentwicklung. Aus diesem Grund war sie an diese Entwicklung anzupassen. Dabei wurden

- der örtliche Hochwasserschutz und die weitere Siedlungsentwicklung überprüft,
- die Ziele des Hochwasserschutzes in der freien Landschaft mit den Anforderungen der Landwirtschaft abgeglichen,
- die wasserbaulichen Anlagen und die Steuerungstechnik dem Stand der Technik angepasst und
- die neuen gesetzlichen Forderungen zur Entwicklung naturnaher Gewässer nach dem Wassergesetz für Baden-Württemberg und der EU-Wasserrahmenrichtlinie beachtet.

Für den Hochwasserschutz hiess dies,

- sämtliche Deiche von Acher, Acherflutkanal, Rench und Renchflutkanal und die Dämme HRB Holchen, Hürben und Mühlig auf ihren Zustand zu überprüfen und soweit notwendig zu erhöhen und zu sanieren,
- die Abflussregelung zu optimieren,
- Überschwemmungsgebiete auszuweisen und einen
- Notfallplan zu erstellen.

Heute kann die im Unterlauf des Renchflutkanals oberhalb der Mündung in

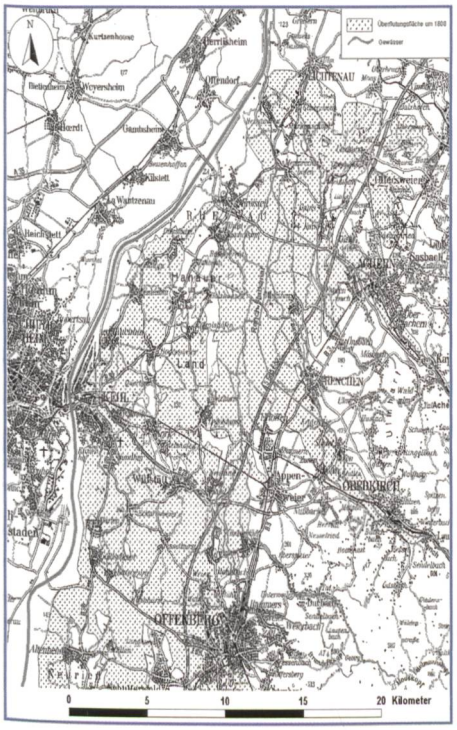

Bild 14. Überschwemmte Flächen im AREKO-Gebiet vor Beginn der Flussbaumassnahmen.

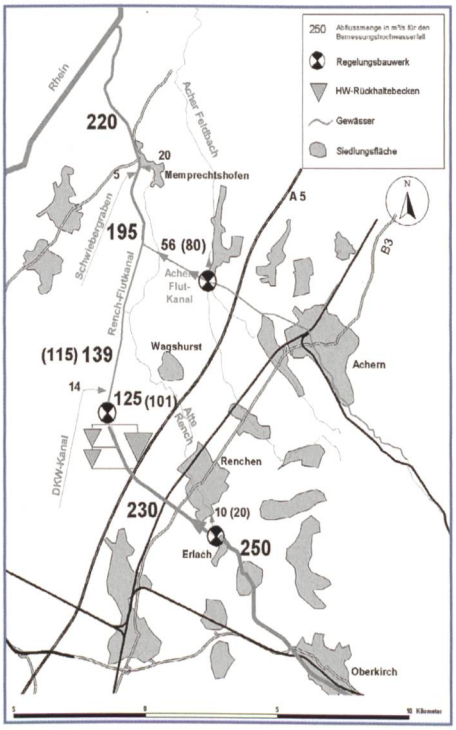

Bild 15. Steuerung vor der Optimierung.

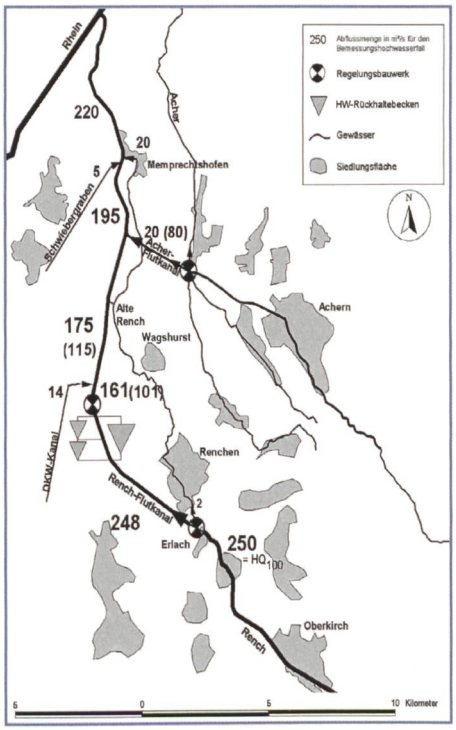

Bild 16. Optimierte Steuerung.

Rückhalte-becken	Rückhaltekapazität V [m³]	max. Zulaufmenge (Einlassleistung) Q [m³/s]
Holchen	1,8 Mio	30
Hürben	1,7 Mio	35
Mühlig	1,5 Mio	66

Bild 17. HRB Holchen/Hürben/Mühlig.

den Rhein vorhandene Abflussleistung von 220 m³/s auch bei unterschiedlichen Abflussverhältnissen voll ausgenutzt werden kann. Der Hochwasserschutzgrad erhöhte sich von bisher 30- auf nahezu 100-jährlich. Für den Oberrhein bringt dies keine Verschlechterung, da maximale Hochwasserspitzen an Oberrhein und Rench nicht zu gleicher Zeit auftreten. Das frühere System ging von einer Abflussleistung von 230 m³/s oberhalb des Regulierwehrs Renchen und 139 m³/s von der Einmündung des sog. DKW-Kanals (14 m³/s bis zur Mündung des Acher-Flutkanals aus (*siehe Bild 15*). Die Abflussreduzierung auf 125 m³/s wird durch Füllen der HRB Holchen, Hürben und Mühlig erreicht. Aus den abgelaufenen Hochwassern und der Flussgebietsuntersuchung wurde deutlich, dass die Rückhaltebecken nicht in der Lage waren, die Fülle eines 100-jährlichen Hochwassers aufzunehmen. Darüber hinaus reichte die Leistungsfähigkeit der Flutkanäle ebenfalls nicht aus. Der vorhandene Schutz entsprach etwa einem Hochwasserereignis mit einer Jährlichkeit von 30 Jahren (HQ30).

Durch die Optimierung der Steuerung (*Bild 16*) konnte ein bestmöglicher Hochwasserschutz erreicht werden. Bei dem verbesserten Bemessungshochwassersystem wird berücksichtigt, dass wie bisher maximal 220 m³/s dem Rhein zugeleitet werden. Die Systemänderung berücksichtigt, dass Rench und Acher meist nicht zur gleichen Zeit maximale Hochwasserabflüsse haben. Deshalb kann im Renchflutkanal unterhalb des Regulierwehrs mehr Hochwasser weitergeleitet werden, wenn die Acher nicht gleichzeitig Spitzenabfluss hat. Mit dieser angepassten (adaptiven) Steuerung erfolgt eine Rückhaltung erst, wenn ein Abfluss von 195 m³/s am Absturzbauwerk in Memprechtshofen erreicht wird. Dazu waren zusätzliche Wasserstands- und Abflussmessstellen erforderlich.

Im Weiteren wurde auf dem Betriebshof Wagshurst eine Hochwasserorganisationszentrale für das AREKO-Gebiet eingerichtet, um im Hochwasserfall direkt «am Geschehen» alle Wasserstands- und Lageinformationen zu haben. Damit können alle nötigen Entscheidungen für den Betrieb der Hochwasserschutzanlagen getroffen werden.

Zur Überprüfung der Einlassbauwerke wurden in der Flussgebietsuntersuchung verschiedene Bemessungswellen durchgerechnet und eine Simulation der Beckenfüllung durchgeführt. Dadurch konnte die Reihenfolge der Befüllung optimiert werden. Am Regulierwehr Renchen werden die im Rench-Flutkanal ankommenden Wassermengen abgemindert. Das zurückgehaltene Wasser fliesst in die Rückhaltebecken in der Reihenfolge Holchen/Hürben/Mühlig (*Bild 17*).

Die HRB Holchen/Hürben/Mühlig umfassen eine Staufläche von ca. 4 km² bei einer maximalen Stauhöhe von 2,0 bis 2,5 Meter. Um ein unkontrolliertes Überströmen der Dämme bei Systemüberlastung (Katastrophenfall) mit hohem Dammbruchrisiko zu vermeiden, wurden bei allen drei HRB Entlastungsanlagen in Form von Dammscharten angelegt.

Beispiel 3: Integriertes Rhein-Programm (IRP)

Mit der Durchführung des IRP soll ein ökologisch verträglicher Hochwasserschutz wieder hergestellt werden, wie er vor dem Oberrheinausbau unterhalb der Staustufe Iffezheim vorhanden war. Das entspricht einem 200-jährlichen Hochwasserschutzgrad. Dazu sind 13 Rückhalteräume auf badenwürttembergischem Gebiet mit zusammen rd. 170 Mio. m³ zu realisieren (*Bild 18*).

Von diesen Rückhalteräumen sind die Rückhalteräume Kulturwehr Kehl/Strassburg (37 Mio. m³ Rückhaltevolumen) und Polder Altenheim (17,6 Mio. m³ Rückhaltevolumen) fertig gestellt und einsatzbereit.

Der Rückhalteraum Söllingen/Greffern (12 Mio. m³ Rückhaltevolumen) wurde im Jahr 2005 seiner Bestimmung übergeben. Der Probebetrieb erfolgt im Herbst 2006. Danach steht ein Gesamtvolumen von 66,6 Mio. m³ zur Verfügung.

Der Rückhalteraum Rheinschanzinsel ist im Bau. Für die Rückhalteräume Weil-Breisach, Kulturwehr Breisach, Breisach/Burkheim und Elzmündung laufen die Planfeststellungsverfahren.

Die Planungen aller weiteren Projekte werden im Rahmen der zur Verfügung stehenden Finanzmittel fortgeführt.

Diese Rückhalteräume werden auf Grund der abfliessenden Hochwasserwelle und den Abflussvorhersagen unserer Hochwasser-Vorhersage-Zentrale (HVZ) bei der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz in Karlsruhe gesteuert.

Durch den Einsatz des Kulturwehres Kehl/Strassburg und der Polder Altenheim können durch einen Aufstau um bis zu 6 m auf einer Fläche von 7 km² bis zu 54 Mio. m³ Hochwasser gespeichert werden. Damit werden bis zu 400 m³/s aus der Hochwasserwelle des Rheins zurückgehalten.

In der ausgebauten Rheinstrecke zwischen Basel und Strassburg wird der Rheinabfluss zwischen den Kraftwerkskanälen der Schlingen bzw. des Rheinseitenkanals und dem ursprünglichen Rhein aufgeteilt. Im Hochwasserfall wird beim sog. «Sonderbetrieb der Rheinkraftwerke» der Durchfluss in den Kraftwerkskanälen gedrosselt, sodass möglichst der gesamte Rheinabfluss durch das alte Rheinbett fliesst. Dadurch erhöhen sich dort die Wasserstände und es kommt zur Ausuferung in die angrenzenden Überschwemmungsgebiete. Wegen seiner Steuerbarkeit kann der Sonderbetrieb der Rheinkraftwerke gezielt und mit hoher Wirksamkeit eingesetzt werden.

4. Niederschlags- und Hochwasservorhersage

Grosse Flüsse wie z.B. der Rhein sind durch relativ langsame Reaktionszeiten auf den Niederschlag gekennzeichnet. Die hochwasserrelevanten Niederschläge sind meist grossflächig und über mehrere Tage anhaltend. Die Abflussbildung aus kurz andauernden und kleinräumigen Starkniederschlagsereignissen wird innerhalb des Flusssystems gedämpft und macht sich im Wasserstand grosser Flüsse kaum bemerkbar. Hochwasservorhersagen für Pegel an grossen Flüssen zeichnen sich dadurch aus, dass die «näheren» hydrologischen Vorhersagestunden (z.B. Vorhersagestunde 1 bis 12 für den Pegel Maxau/Rhein) noch massgeblich vom Wasser beeinflusst sind, welches zum Vorhersagezeitpunkt bereits «im Fluss unterwegs» ist. Die Auswirkungen meteorologischer Vorhersagen auf diesen Zeitbereichen der Hochwasservorhersage sind daher eher gering.

Flüsse mit kleineren Einzugsgebieten (mehrere hundert km²) zeichnen sich durch sehr schnelle Reaktionszeiten des Einzugsgebietes auf den Niederschlag aus. Die Hochwasservorhersagen für Pegel an solchen Flüssen sind daher bereits in den «näheren» hydrologischen Vorhersagestunden massgeblich von den meteorologischen Vorhersagen beeinflusst. Da die derzeitig verfügbaren Niederschlagsvorhersagen in Bezug auf kleine Einzugsgebiete räumlich,

zeitlich und quantitativ zu ungenau sind, sind die Hochwasservorhersagen für diese Gebiete entsprechend unsicher und können für eine auf Vorhersagen beruhende adaptive Steuerung nicht genutzt werden. Für den operationellen Hochwasservorhersagedienst der Länder ist eine möglichst genaue und zeitnahe Kenntnis des zukünftigen Niederschlagsverlaufes in seiner räumlichen und zeitlichen Verteilung erforderlich. Die derzeit verfügbaren Niederschlagsvorhersagen des DWD basieren jedoch auf Wetterdaten, die (je nach Tageszeit) mindestens 6, teilweise sogar über 12 Stunden alt sind. Sofern innerhalb dieses Zeitraumes Abweichungen zwischen der tatsächlichen Wetterentwicklung und den entsprechenden Berechnungen des Wettervorhersagemodells auftreten, bleibt dies in der aktuell vorliegenden Niederschlagsvorhersage unberücksichtigt.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) und das Land Baden-Württemberg betreiben seit 1996 ein gemeinsames Ombrometermessnetz in Baden-Württemberg. Dieses Messnetz besteht aus dem so genannten Grundmessnetz des DWD mit 62 Stationen sowie einem Verdichtungsmessnetz des Landes mit 53 Stationen. Eingesetzt werden dabei jeweils Ombrometer, die den Niederschlag nach dem Wägeprinzip messen. Hinzu kommen weitere 37 Ombrometer aus dem Luftmessnetz des Landes Baden-Württemberg, an denen der Niederschlag nach dem Tropferprinzip gemessen wird (*Bild 19*).

Ombrometer sind automatisch registrierende und digital aufzeichnende Niederschlagsmessgeräte, die mit einer Datenfernübertragung ausgestattet sind. Als Messwertsensoren kommen standardmässig Präzisionswaagen, Tropfen- und/oder Wippenzähler zum Einsatz.

Die Niederschlagsdaten für die drei o.g. Ombrometermessnetze werden während dem Gültigkeitszeitraum von DWD-Starkregenwarnungen sowie während der Einsatzzeiten der Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg (HVZ) stündlich aktuell auf den HVZ-Internetseiten (www.hvz.baden-wuerttemberg.de) als stationsbezogene Zeitreihen sowie als Isolinien der letzten 24 Stunden veröffentlicht (*Bild 20*).

Ein weiteres Ombrometermessnetz wird von der Meteomedia AG betrieben. Es umfasst rund 70 Stationen in Baden-Württemberg, deren Messdaten im Internet unter www.meteomedia.ch (Menüpunkt «Messnetz») veröffentlicht werden

Das Wetterradar ist ein indirektes Verfahren zur flächendeckenden Bestimmung des aktuellen Niederschlages. Das Radargerät misst in einem Radius von üblicherweise 125 Kilometern um den Radarstandort die Reflektivität der Atmosphäre für elektromagnetische Wellen, die ihrerseits stark abhängig ist von der Grösse und Menge der darin enthaltenen Wassertropfen. Die aus der Reflektivität berechneten Niederschlagsmengen sind räumlich hochaufgelöst und zeigen in der zeitlichen Abfolge sehr gut die Zugrichtungen von Niederschlagsfronten.

Derzeit werden die Online-Messungen des Wetterradars in der Regel nur in qualitativer Form veröffentlicht, d.h. mit einer Klassifizierung der Niederschlagshöhe von «niederschlagsfrei» bis zur Klasse «sehr starker Niederschlag». Zukünftig werden jedoch genauere, quantitative Angaben der Niederschlagshöhe verfügbar werden. Im Zuge der Zusammenarbeit verdichten die Länder das automatische Messnetz des DWD mit entsprechenden eigenen Stationen (Ombrometer). Im südwestdeutschen Bereich ist dieser Ausbau abgeschlossen, sodass hier bereits ein verdichtetes, auch auf die Erfordernisse der RADar-OnLine-ANeichung (RA-DOLAN) abgestimmtes Messnetz zur Verfügung steht. Das Projekt RADOLAN wurde von der LAWA gefördert.

Die online angeeichten Radardaten sollen im Weiteren zur RADargestützten,

Bild 18. IRP-Rückhalteräume.

Bild 19. Niederschlagsmessnetz.

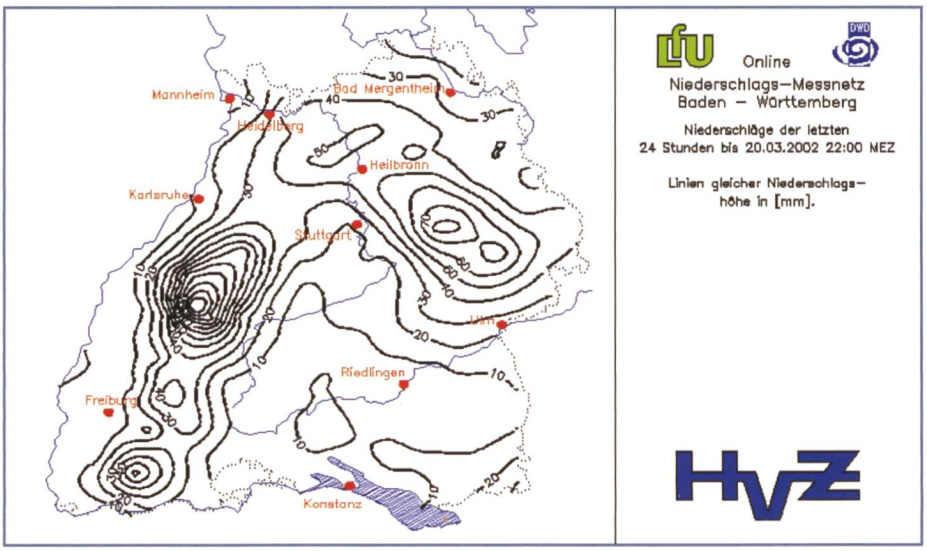

Bild 20. Niederschlags-Isolinien.

zeitnahen NiederschlagsVORhersage im OPerationellen Einsatz genutzt werden (RAD-VOR-OP). Mit dem ebenfalls von der LAWA mitfinanzierten Projekt RAD-VOR-OP soll ein operationelles Niederschlag-Nowcasting-System geschaffen werden, das zu möglichst genauen und zeitnahen Kenntnissen über den zukünftigen Niederschlagsverlauf in seiner räumlichen und zeitlichen Verteilung führt, um sie für operationelle Hochwasservorhersagen nutzen zu können. Innerhalb des DWD soll eine Verbesserung der Niederschlagsvorhersage erreicht werden. Da diese schwerpunktmässig im qualitativen Bereich liegt, wurde von der LAWA wiederholt deutlich gemacht, dass für die Wasserwirtschaft der quantitative Bereich von Bedeutung ist und sich dies im Projekt RADVOR-OP niederschlagen muss.

Mit Beginn der operationellen Bereitstellung dieser Daten müssen Erfahrungen gesammelt werden über die Güte der Aneichung und wie weit der zeitnahe Datenfluss sowie die zeitnahe Bereitstellung der RADOLAN-Produkte als Input für die z.B. von den Hochwassermeldezentren eingesetzten Modelle tatsächlich gewährleistet werden kann.

5. Zusammenfassung/Fazit

Nach der Hochwasserschutzstrategie des Landes Baden-Württemberg hat die Hochwasserrückhaltung einen wesentlichen Anteil am technisch-infrastrukturellen Hochwasserschutz. HRB werden heute flussgebietsweise in Einzugsgebietsgrössen zwischen 150 und 500 km^2 konzipiert. Um diese Rückhaltung realisieren zu können, ist auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ein optimierter Einsatz des Volumens unabdingbar, d.h. ein gesteuerter Rückhalteraum lässt sich wirkungsvoller nutzen. Die Steuerung verhindert, dass ein Becken vorzeitig eingestaut wird. Mit einer Steuerung lässt sich die Form der ablaufenden Hochwasserwelle beeinflussen. Damit lässt sich also ein zielsicheres Hochwassermanagement erreichen. Durch das Aufzeigen der hochwassergefährdeten Flächen unterhalb von HRB wird verdeutlicht, dass die Hochwasserschutzanlage keinen absoluten Schutz bietet und deshalb ergänzend Vorsorgemassnahmen zu treffen sind.

Bei der Sanierung von HRB sind Steuerungsgesichtspunkte u.U. von ausschlaggebender Bedeutung. Wenn früher relativ grosszügig dimensionierte Hochwasserrückhalteräume neu zu beurteilen sind, könnten sie möglicherweise mit Hilfe einer adaptierten Steuerung erhöhte Hochwasserabflüsse – wo immer diese auch herrühren – ohne Beeinträchtigung des statistischen Hochwasserschutzgrades kompensieren.

All dies ist aber nur möglich, wenn die bei den vorgenannten Einzugsgebietsgrössen die für eine an die jeweilige Situation angepasste Steuerung erforderliche Niederschlags- und Hochwasservorhersage relativ genau ist. Dies gilt im Besonderen für die flussgebietsweisen Beckensysteme. Das Land arbeitet mit seiner Hochwasser-Vorhersage-Zentrale daran, dies zu verbessern.

Mit der Komplexität steigt auch der Aufwand für Investitionen und Betrieb. Bedeutsam in diesem Zusammenhang ist auch die Sicherstellung der erforderlichen Fachkompetenz und Erfahrung des Personals. Insoweit hat das Land Baden-Württemberg mit seinem Erfahrungsaustausch den richtigen Weg beschritten.

Literatur:

LAWA-Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz, 1995

Leitlinie «Hochwassergefahr und Strategien zu Schadensminderung in Baden-Württemberg», 2003

Jubiläumssammelband «Erfahrungsaustausch Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg», 2003

Anschrift des Verfassers:
Werner K. Schultz
Umweltministerium
Baden-Württemberg
Hauptstätter Straße 67
D-70178 Stuttgart
werner.schultz@um.bwl.de

Agenda

Datum/Ort Date/Lieu		Veranstaltung Manifestation	Organisation Information
Okt. 2005 – Juli 2007 (wel 11-12/04)	ETH Lausanne	Master d'études avancées en gestion et ingénierie des ressources en eau/ Master of advanced studies in water resources management and engineering	Master of advanced studies in water resources management and engineering, EPFL ENAC LCH, Bât. GC A3, Station 18, CH-1015 Lausanne, Telefon +41 21 693 25 17 or 63 24, Fax +41 21 693 22 64, http://water-eng-mas.epfl.ch, mailto: water-eng-mas@epfl.ch
7./8.9.2006	Castelgrande Bellinzona	Fachtagung: Wasserkraft 2006/95 Symposium: La force hydraulique en 2006/ 95e Hauptversammlung/assembée générale, Exkursion/excursion	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Rütistrasse 3a, CH-5401 Baden, Telefon 056 222 50 69, Fax 056 221 10 83, E-Mail: i.keller@swv.ch, www.swv.ch