

Der folgende Beitrag wurde von Prof. Sumi und Dr. Kantoush des Forschungsinstitutes der Universität Kyoto als Auszug ihres Forschungsprojektes und der vergleichenden Studien über Rückhaltebecken in den USA und in Europa in englischer Sprache geliefert. Die Übersetzung erfolgte durch Frau Mag. Eva Kauch. Der Beitrag wird ohne weitere redaktionelle Bearbeitung in dieser Ausgabe der Wasserland Zeitschrift veröffentlicht.

## Felduntersuchungen an Hochwasserschutzbauten in der Steiermark und Vergleiche mit japanischen Fallstudien

**Tetsuya Sumi und Sameh A. Kantoush**

Forschungsinstitut für Katastrophenschutz,  
Universität Kyoto, Goka-sho, Uji-shi, 611-0011, Japan  
Email: sumi.tetsuya.2s@kyoto-u.ac.jp,  
kantoush.samehahmed.5s@kyoto-u.ac.jp

**Akio Shirai**

Technologiezentrum für Wasserwirtschaft und Umwelt, 2-14-2, Kojimachi,  
Chiyoda, Tokio, 102-0083, Japan, Email: shirai@wec.or.jp

### KURZFASSUNG

Für Sperrbauwerke, deren alleiniger Zweck der Rückhalt von Hochwässern ist, gibt es weltweit unterschiedliche Definitionen und Einteilungskriterien. In den USA spricht man von „Trockenbecken“, in Österreich von „Hochwasserrückhaltebecken“, in Japan nennt man sie „Dämme zum Schutz vor strömender Überflutung“ (auf Japanisch Ryusuigata-Dämme), anderenorts wiederum hat sich der Begriff „Hochwasserrückhaltesperre“ durchgesetzt. Diese Art von Bauwerken stellt eine der bewährten technischen Lösungen für ein nachhaltiges Management von Stauräumen, stromabwärts liegenden Flussgebieten sowie des Sedimenttransports dar. Dieser Beitrag enthält eine Zusammenfassung der an verschiedenen Hochwasserschutzbauten in der Steiermark (Österreich) durchgeführten Felduntersuchungen und vergleicht die österreichischen und japanischen Erfahrungen aus verschiedenen Gesichtspunkten wie etwa der baulichen und hydraulischen Auslegung der Sperre, dem Sedimenthaushalt im Stauraum, der Qualität des abgeführten Wassers, der Erhaltung des Ökosystems und der Landbewirtschaftung im Staugebiet sowie des Problems der Verklausung des Grundablasses durch Geröll oder Treibgut.

### EINLEITUNG

Unter Hochwasserrückhaltesperre versteht man eine Sperre mit schieberlosem Ablass, die mit dem ausschließlichen Ziel errichtet wurde, einen langfristigen und wirksamen Schutz vor Überflutungen zu gewährleisten. Hochwasserrückhaltesperren sind eine der bewährten technischen Lösungen für ein nachhaltiges Management von Stauräumen, stromabwärts liegenden Flussgebieten sowie des Sedimenthaushalts. Hoch-

wasserrückhaltesperren gelten als umweltfreundlich, da nahezu das gesamte Sediment, das bei Hochwasser mitgeführt wird, über den Grundablass, der auf demselben Niveau wie das eigentliche Flussbett liegt, wieder abgeführt wird, und sie das darunter liegende Flussgebiet weniger stark beeinträchtigen.

Lempérière (2006) hat darauf hingewiesen, dass „Künftige Sperrbauwerke generell als Mehrzweckdämme konzipiert sein werden, aber auch Anlagen, die einzig und allein dem Schutz vor Hochwässern dienen und abgesehen von ein paar Wochen in hundert Jahren trocken sind, durchaus als umweltverträglich eingestuft werden können. Sperrren dieser Art unterscheiden sich in ihrer Bauweise zumeist erheblich von Mehrzweckdämmen und sind bei gleichem Speichervermögen wesentlich kostengünstiger.“ Es gibt noch eine Reihe unbekannter Faktoren wie etwa die Wirksamkeit des Sandfangs, Strömungsverlauf und Abflussregime, Anzahl der Grundablässe, Größe des Tosbeckens (Tiefe, Länge, Breite) in Abhängigkeit von Hochwasserganglinie und Wasserspiegel.

Derzeit gelten für Hochwasserrückhaltesperren unterschiedliche Definitionen und Einteilungskriterien. Für ein und dasselbe Wasserbauwerk findet man in den verschiedenen Ländern mehrere Definitionen und Bezeichnungen. Zwingend notwendig sind deshalb detaillierte Richtlinien für die Auslegung, die Gestaltung und den Betrieb der Anlage in Verbindung mit Untersuchungen zur Verbesserung der Biodiversität sowie deren Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz durch die Öffentlichkeit. In Abb.1 ist das Verhältnis zwischen Brutostauvermögen und Sperrhöhe anhand von Beispielen aus Japan, Österreich, der Schweiz, (Orden Hochwasserrückhaltesperre) und den USA dargestellt. Bedingt durch die geografischen Gegebenheiten sind die Sperrren höchst unterschiedlich konzipiert. In den USA zeichnen sich die Anlagen durch ein großes Speichervolumen gemessen an der Sperrhöhe aus, da sie an Flüssen mit geringem Gefälle in breiten Tälern errichtet wurden.

Anders ist die Situation an japanischen Flüssen, in denen die Flutwelle innerhalb kurzer Zeit an- und wieder

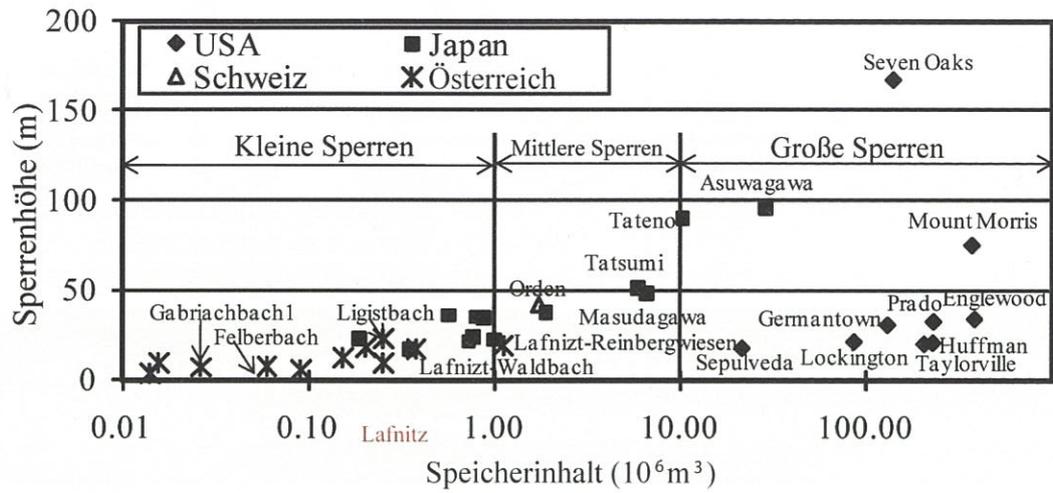


Abb. 1: Internationale Einteilung von Hochwasserrückhaltesperren nach Speicherinhalt und Sperrhöhe

abschwillt, sodass der Spitzenabfluss selbst bei kleinem Speichervolumen beträchtlich reduziert werden kann. In Japan hat sich deshalb die Bereitstellung von Stauräumen in Verbindung mit Gewässersanierungen als wirkungsvolle Maßnahme zum Schutz vor Hochwässern durchgesetzt (Sakurai et al. 2009). In Japan begann man in den Fünfzigerjahren des letzten Jahrhunderts mit dem Bau kleiner Hochwasserrückhalteanlagen unter 1 Million m<sup>3</sup>, wie in Abb. 1 dargestellt, vor allem um landwirtschaftlich genutzte Flächen vor Überflutungen zu schützen. In jüngerer Zeit wurden auch relativ große Sperrenprojekte zum Schutz städtischer Bereiche vor Hochwässern geplant und umgesetzt. Ein Beispiel hierfür ist der Masudagawa Staudamm. Bei großen Stauanlagen gilt es, besonderes Augenmerk auf die hydraulische Auslegung, den Sedimenthaushalt im Staubecken, das Ökosystem und die Landbewirtschaftung,

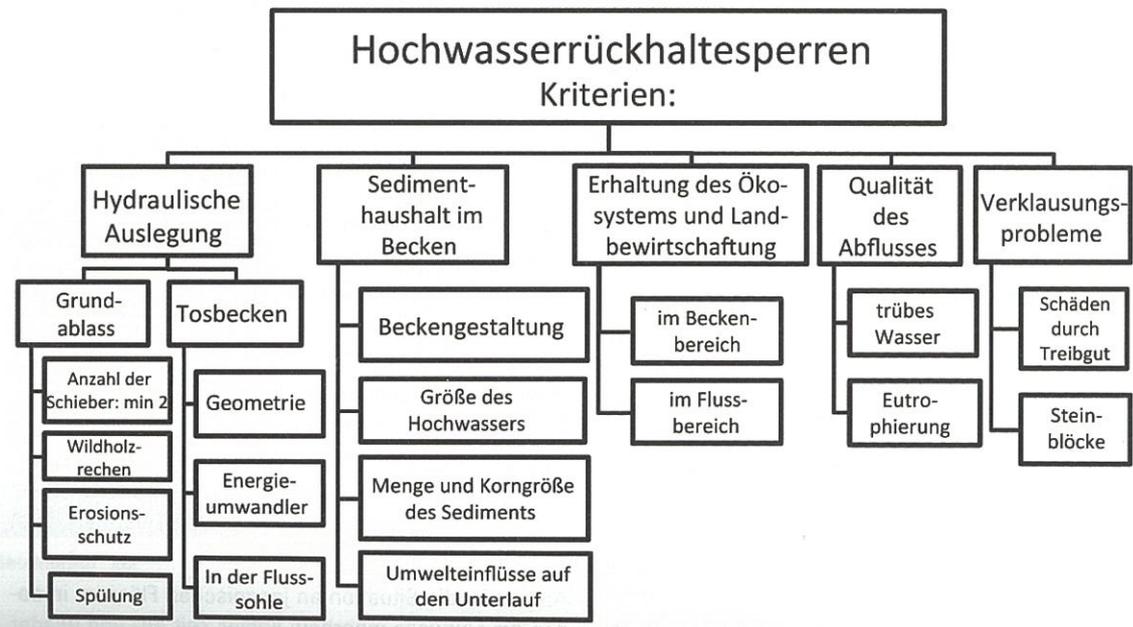
die Wasserqualität und die Verkläuerung der Grundablässe zu legen. Diese Kriterien sind in Abb. 2 zusammengefasst.

Aus Fallstudien und Berichten in den USA, der Schweiz und Japan (Sumi 2008, Kantoush und Sumi 2010) konnten wir bereits einige Lehren, was diese Kriterien angeht, ziehen. Um weitere Erkenntnisse zu gewinnen und eine Zusammenarbeit mit österreichischen Experten zu initiieren, wurde die Besichtigung von Hochwasserrückhaltebecken in der Steiermark geplant. Dieses Vorhaben konnte im Juni und November 2009 realisiert werden.

**Felduntersuchungen in der Steiermark/Österreich**

In der Steiermark, einem der 9 österreichischen Bundesländer, wird der Bau von Hochwasserrückhaltebecken seit den Sechzigerjahren des letzten Jahrhunderts

Abb. 2: Kriterien für die Auslegung und den Betrieb von Hochwasserrückhaltesperren



aktiv von der Landesregierung betrieben. Mittlerweile wurden über 100 Sperren an kleinen Zubringern in der Nähe der Stadt Graz und in den Bergregionen errichtet. 1992 wurde eine interessante Leitlinie für die Planung, den Bau und den Betrieb von Hochwasserrückhaltesperren herausgegeben. Darin werden die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekte erläutert.

Unter der fachkundigen Führung von Prof. Dr. Helmut Knoblauch von der Technischen Universität Graz und Hofrat Dipl.-Ing Rudolf Hornich vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung besichtigten wir Hochwasserrückhaltebecken in der Steiermark (siehe Tabelle 1).

Die für die Einteilung von Hochwasserrückhaltesperren in Japan und Österreich relevanten und maßgeblichen Größen und Parameter, nämlich Sperrenhöhe, Sperrlänge, Anordnung der Einzugsgebiete – eine zentrale Sperre oder mehrere Einzelsperren -, Baumaterial, Fischauftieghilfen, Rechensystem, Verbindung zwischen Becken und Flussbett, Häufigkeit des Bemessungshochwassers, Anordnung des Grundablasses, Betrieb der Regelungsvorrichtung, Größe des Einzugsgebiets, Auslegung des Tosbeckens, Landschaftsplanung und ästhetische Gesichtspunkte, sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Einteilung und Vergleich von Hochwasserrückhaltesperren in Österreich und Japan

	Österreich	Japan
Namen der vor Ort untersuchten Hochwasserrückhaltebecken und -sperren	12 Sperren (Bärndorfbach, Dobelbach, Felberbach, Gabriachbach1 & 2, Labuchbach, Lafnitz-Reinbergwiesen, Lafnitz-Waldbach, Ligistbach, Sauhaltbach, Stullneggbach, Gamlitzbach)	8 Sperren (Sotomasuzwe, Rentaki, Kawachi, Matsuo, Sagatani, Ootouge, Sasakura, Takaono)
Sperrhöhe (min. bis max.)	5,8 bis 23,2 m	17 bis 37,7 m
Sperrlänge (min. bis max.)	84 bis 241 m	63,6 bis 169 m
Bruttospeichervermögen (min. bis max.)	14 000 bis 1 100 000 m <sup>3</sup>	186 000 bis 6 500 000 m <sup>3</sup>
Einzugsgebiet	0,8 bis 162 km <sup>2</sup>	5,5 bis 16,8 km <sup>2</sup>
Anordnung der Sperrenanlage im Einzugsgebiet	mehrere verteilte Einzelsperren	eine zentrale Sperre
durchschnittliche Niederschlagsmenge	865 mm/Jahr	1700 mm/Jahr
Nutzung des Stauraums	Spielplatz, Lebensraum	Spielplatz
Migration für Fische	Kaskaden mit natürlicher Sonneneinstrahlung	in Entwicklung
Rechenkonstruktion	Abstand zwischen den Rechenstäben gemäß Leitlinie	in Entwicklung
Häufigkeit des Bemessungshochwassers	HQ <sub>30-50</sub>	HQ <sub>80-100</sub>
Anordnung des Grundablasses	nur einer mit zusätzlichem Bypass für Notfälle	zumeist zwei Grundablässe
Betrieb der Regelungsvorrichtung	mit Schieber (automatische und fixe Einstellung)	zumeist ohne Schieber
Gestaltung des Tosbeckens	Tosbecken im Sohlbereich mit Wechselsprung	Wechselsprung mit Endschwelle
Baumaterial	Erddamm mit Ablaufbauwerken aus Beton	zumeist Betonschwergewichtsmauern
Landschaftsplanung	naturnahe Einbindung	in Entwicklung
Gefälle von Flussbett und Flusstal	geringes Gefälle	steiles Gefälle
Sedimentfracht	mittel	hoch
Sedimentablagerung im Becken	gering	gering

Die in der Steiermark untersuchten Becken haben ein Speichervermögen von 14.000 m<sup>3</sup> bis 1.100.000 m<sup>3</sup>. Die Höhe der Sperren beträgt zwischen 5,8 m und 23,2 m. Zur Ausführung kamen ausschließlich Erdämme mit Ablaufbauwerken aus Beton. In Japan weisen die aus Beton gefertigten Staudämme eine Höhe zwischen 17 m und 37,7 m und ein Stauvolumen von 186.000 m<sup>3</sup> bis 6.500.000 m<sup>3</sup> auf. Im Zuge unserer Besichtigung wurden einige Besonderheiten, die für uns an den steirischen Fallbeispielen auffällig waren, eingehend erörtert. Diese werden für uns von großem Wert im Bemühen um eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Hochwasserrückhaltesperren sein.

### Besonderheiten der Hochwasserrückhaltebecken in der Steiermark

#### Gestaltung des Grundablasses

Wie in den Leitlinien festgelegt, sind alle Grundablässe mit Schiebern versehen. Je nach Regelung unterscheidet man zwischen (a) fix eingestellter kleiner Schieberöffnung, (b) geschlossenem Schieber mit kleiner Öffnung und (c) rundem, kleinem Durchmesser mit automatischem Schieber, wie in Abb. 3 dargestellt. Alle Schieber sind so groß dimensioniert, dass sie problemlos gewartet werden können.



Abb. 3: Gestaltung des Grundablasses: (a) Lafnitz-Waldbach, (b) Ligistbach und (c) Labuchbach

#### Vorkehrung gegen Verklausung des Grundablasses

Um eine Verklausung der Grundablässe durch Geröll und Treibholz zu verhindern, werden diese durch Rechen geschützt. Je nach Bemessungsabfluss beträgt der Abstand zwischen den Rechenstäben zwischen 15 und 50 cm (siehe Abb. 4). Diese Rechen werden nicht nur im Einlaufbereich sondern auch über den Grundablässen selbst angeordnet, um den notwendigen Abfluss sicherzustellen. Die Rechen müssen regelmäßig gereinigt werden bzw. konstruktiv entsprechend gestaltet sein, damit sie nicht durch Sediment und Laub verlegt werden, wodurch sich das Wasser unerwartet aufstauen könnte.

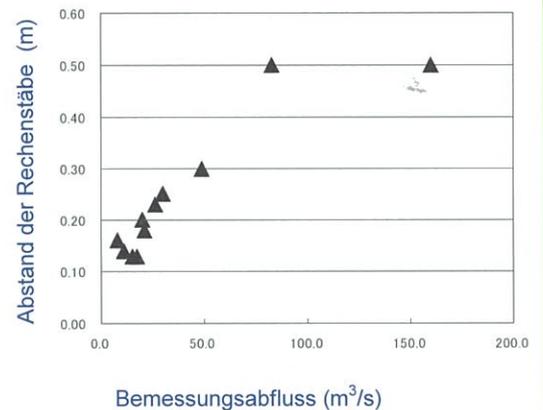


Abb. 4: Abstand der Rechenstäbe in Abhängigkeit vom Bemessungsabfluss des Grundablasses



Abb. 6: Gestaltung des Grundablasses für die Migration von Fischen mit Natursteinen und Kaskaden

### Migration für Fische

Die Grundablässe sind so gestaltet, dass eine Migration für Fische möglich ist. Mit Hilfe von großen Steinen oder Kaskaden wird die Fließgeschwindigkeit reduziert und

somit ein naturnahes Fließgewässer im Kanal geschaffen. Für natürliche Sonneneinstrahlung sorgen Gitteröffnungen an beiden Enden des Kanals.



Abb. 6: Gestaltung des Grundablasses für die Migration von Fischen mit Natursteinen und Kaskaden

### Gestaltung des Staubereichs

Die landschaftliche Gestaltung des Staureums erfolgt in enger Abstimmung mit den umliegenden Gemeinden und Fachleuten. Biotope werden angelegt, um wieder

mehr Natur am Fließgewässer zu schaffen. In einem der Staureume wurde für Erholungssuchende ein BADETEICH geschaffen.

### Künftige Herausforderungen für Hochwasserrückhaltesperren

Abb. 7 zeigt eine Hochwasserrückhaltesperre, die erst vor wenigen Jahren errichtet wurde, nämlich den Masudagawa Staudamm in Japan. Die Sperre weist eine Höhe von 48 m auf und das Speichervolumen beträgt 6,75 Millionen m<sup>3</sup>. Der Grundablass misst H 3,4×B 4,45 m×2. In Japan werden Rückhalteanlagen dieser Größenordnung in jüngster Zeit vermehrt errichtet, um schwere Schäden durch Hochwasser abzuwehren. In Abb. 8 ist das Hochwasserrückhaltebecken am Labuchbach in der Steiermark, Österreich, abgebildet. Diese Anlage, die 2009 fertig gestellt wurde, ist relativ klein, stellte aber dennoch die Verantwortlichen vor interessante Herausforderungen wie etwa Gestaltung des Grundablasses und des Tosbeckens, Landschafts- und Umweltplanung u. dgl.

Die Hochwasserereignisse der jüngsten Vergangenheit in Österreich und Japan haben einmal mehr aufgezeigt, wie wichtig es ist, Hochwasserrückhaltesperren entlang von Fließgewässern weiter zu verbessern. Dazu bedarf es weiterer Forschungsaktivitäten, und es gilt, die neuen Erkenntnisse in die Planung, den Bau und den Betrieb der Anlagen einfließen zu lassen. Hochwasserrückhaltesperren gelten als umweltfreundlich, da sie in der Lage sind, den Spitzenabfluss zu reduzieren, ohne das normale Abflussregime des Flusses zu unterbrechen. Jede Anlage muss unter Berücksichtigung der jeweiligen Gegebenheiten individuell konzipiert werden, wobei insbesondere drei Bereiche zu beachten sind, nämlich der Staureaum mit dem Zulauf, die Abläufe samt deren Steuerung sowie das Tosbecken mit dem Abstrombereich der Sperre.



Abb. 7: Masudagawa Staudamm in der Präfektur Shimane, Japan; Fertigstellung 2007



Abb. 8: Rückhalteanlage am Labuchbach in der Steiermark, Österreich; Fertigstellung 2009

### Stauraum und Zulauf zur Sperre

Bei der Verzögerung des Hochwasserabflusses verändern sich die Eigenschaften des Sediments (Sand und Schotter) gegenüber dem Normalzustand, und sie sind zumeist nicht bekannt. Wie groß diese Veränderung ist, hängt von den Hochwasserschutzplänen, den Eigenschaften des mitgeführten Sediments und der Größe des Ereignisses ab. Deshalb muss jede Sperre für sich analysiert werden. Weiters sollten Untersuchungen für eine bessere Vorhersage und ein optimales Sedimentmanagement angestrebt werden.

### Abläufe und Steuerung der Schieber

Um die Änderungen im Sedimenttransport zu verringern, sollten die Geometrie des Ablaufbauwerks und des Tosbeckens näher untersucht werden, um die Durchgängigkeit für Fische und Sediment am Ende des Hochwasserereignisses zu gewährleisten. Am zielführendsten erscheint es, für weniger häufige Schwankungen des Wasserspiegels im Staubecken zu sorgen, sofern dies mit den Hochwasserschutzplänen vereinbar ist. Durch Vergrößerung des Querschnittes von Ablaufbauwerken, die auf Flussbettniveau liegen, ist es möglich, den Wasserspiegel im Staubecken weniger oft anzuheben. In Japan allerdings ist die Dämpfung der Hochwasserspitze durch die Anlage zumeist so hoch, dass es für die Einhaltung der Hochwasserschutzpläne notwendig ist, den Querschnitt des Ablaufbauwerks zu verkleinern. Eine Maßnahme, die derzeit zur Diskussion steht, besteht darin, ein großes Ablaufbauwerk für den Abtransport von Sediment und ein kleines, getrenntes für den Hochwasserschutz vorzusehen und im Falle eines Ereignisses auf Letzteres umzuschalten. Unter normalen Gegebenheiten ist ein großer Querschnitt, der einerseits einen rationellen Einsatz der Anlage ermöglicht und auch deren Betrieb bei Hochwasser einfacher gestaltet und andererseits eine Durchgängigkeit für Sediment, Strömung und wassergebundene Organismen ermöglicht, vorteilhaft. Für den Ereignisfall allerdings sollte die Entwicklung in Richtung Ablaufanlagen, die eine Verringerung des Querschnitts und somit eine Steuerung des Hochwasserabflusses ermöglichen, gehen. In diesem Sinne sind automatisch gesteuerte Schieber, wie sie z.B. in der Steiermark verwendet werden, eine der möglichen Lösungen.

### Tosbecken und Abstrombereich

Um die Funktion der Ablaufbauwerke sowie der Tosbecken, deren Aufgabe die Umwandlung der Energie ist, zu verbessern, muss deren Geometrie optimiert werden. Die entscheidende Frage hierbei ist, wie die Geometrie und die Bedingungen stromaufwärts beschaffen sein müssen, um möglichst viel Energie umzuwandeln ( $\Delta E$ ), die Durchgängigkeit für Fische bestmöglich zu gewährleisten und die Kosten möglichst gering zu halten. Für eine optimale Tosbecken-Geometrie mit einem vertretbaren Hochwasserrisiko bedarf es eines ganzheitlichen Ansatzes, wobei eine Vielzahl von Kriterien, angefangen von Durchflussparametern, Bemessungshochwasser, Wasserspiegel im Staubecken und Energieumwandlung über Flussökologie bis hin zum Faktor Mensch und sozioökonomischen Themen, bei der Planung und Umsetzung Berücksichtigung finden müssen.

### Danksagung

Die Autoren danken Herrn Hofrat Dipl.-Ing. Rudolf Hornich für die fachkundige und freundliche Betreuung während ihres Besuches und seine Teilnahme am Symposium über Hochwasserrückhaltesperren in Tokio im Jahr 2010.

### Literatur

- Lempérière, F., 2006, The role of dams in the XXI century, Achieving a sustainable development target, Hydropower and Dams, Issue Three, pp. 99–108.
- Sakurai, T., Aoyama, T., Hakoishi, N., Takasu, S., and Ikeda, T., 2009, Evaluation of the impact of stream type flood control dams on sediment management, Proc. International Commission of Large Dams (ICOLD), proceeding of 23<sup>rd</sup> congress ICOLD, Q. 89, Brasilia.
- Sumi, T., 2008, Designing and Operating of Flood Retention Dry Dams in Japan and USA, ICHE, 8th Int. Conference on Hydro-Science and Engineering, Nagoya, Japan.
- Kantoush, S. A., and Sumi, T., 2010. "Influence of stilling basin geometry on flow pattern and sediment transport at flood mitigation dams", 9<sup>th</sup> FISC, The Federal Interagency Sedimentation Conferences, Las Vegas, Nevada, pp. 115–133.