

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Jensen, Jürgen; Frank, Torsten; Welp, T.; Wieland, Jörg**

## **Umfassende Sicherheitsprüfung von Hochwasserrückhaltebecken**

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104038>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Jensen, Jürgen; Frank, Torsten; Welp, T.; Wieland, Jörg (1999): Umfassende Sicherheitsprüfung von Hochwasserrückhaltebecken. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Betrieb, Instandsetzung und Modernisierung von Wasserbauwerken. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 15. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 21-31.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## **Umfassende Sicherheitsüberprüfung von Hochwasserrückhaltebecken**

### **Kurzfassung**

Das Landeswassergesetz NRW fordert nach § 106 Abs. 5 die Durchführung von Sicherheitsberichten. Die Arbeitsgruppe "Hochwasserschutz im Lande NRW" hat dazu einen "Leitfaden für die Aufstellung von Sicherheitsberichten für Hochwasserrückhaltebecken" herausgegeben. Im folgenden werden die Erkenntnisse von durchgeführten 10-jährlichen Sicherheitsberichten für zwei Hochwasserrückhaltebecken des Bergisch-Rheinischen Wasserverbandes (BRW) dargestellt, sowie auf geltende Regelwerke und einige grundlegende Überlegungen zur Sicherheitsüberprüfung, sowohl die Hydrologie, die Hydraulik als auch die Geotechnik betreffend, hingewiesen.

### **Abstract**

Flood control reservoirs are often the only solution for effective flood protection. In Germany about some hundreds of flood control reservoirs are in operation. When there is no additional utilisation, e.g. recreation area, the reservoirs are nowadays mainly realised as dry reservoirs. The reservoir generally divides the stream into two ecosystems. In order to meet the actual required safety standards for flood control reservoirs, preference is increasingly given to the safety standards and the evaluation of the reliability of such hydraulic structures. An overview of the technical standards and legal regulations of the reliability of flood control reservoirs in Germany is given with respect to the planning, construction, maintenance and operation of dams. The most problems of evaluation of the reliability are less in the principal hydraulic structures and stability analysis than in the agreement concerning safety standards and operational demands of a flood control reservoir between operator, authorities and committee of experts. First experiences in preparation of 10-yearly safety reports for two typical flood control reservoirs in Germany are presented.

## **1 Einleitung**

Durch die baulichen Eingriffe der Vergangenheit in die Gewässerlandschaft (Siedlungen, Verkehrswege usw.) ist viel natürlicher Retentionsraum verlorengegangen und die Nutzung hochwassergefährdeten Raumes intensiver geworden. Eine in vielen Bereichen gute Möglichkeit der Reduzierung von

Hochwassergefahren (durch temporäre Speicherung) stellen Hochwasserrückhaltebecken (HRB) dar. HRB speichern bei Belastung erhebliche Wassermengen; sollte bei diesem Zustand ein Versagen der Stauanlage eintreten, entstehen erhebliche Gefahren im Unterwasser. Bei der Konzeption und Planung ist deshalb neben wirtschaftlichen und umweltrelevanten Aspekten die Sicherheit der Stauanlage vorrangig. Im wesentlichen sind es zwei Gesichtspunkte, nach denen ein HRB bemessen wird:

- Planmäßiger Betrieb: Ausgleich von Hochwasserspitzen und damit Entlastung des unterhalb liegenden Gewässerabschnittes durch Rückhalt, vorgesehene Wiederholungszeitspannen meist  $T_n = 50$  bis 100 Jahre
- Außerplanmäßiger Betrieb: Schutz der Anlage selbst, um ein Versagen der Stauhaltung und damit eine Katastrophe durch unkontrolliertes, plötzliches Abströmen des angestauten Volumens zu verhindern.

Bereits bestehende HRB müssen in diesem Sinne in regelmäßigen Abständen auf die fortdauernde Gültigkeit der ursprünglichen Bemessungsgrundlagen und Einhaltung aller aktuellen Sicherheitsbestimmungen und ihre Gesamtfunktionsfähigkeit überprüft werden.

Mit zunehmendem Alter der entsprechenden Anlagen können aufgrund von Veränderungen im Einzugsgebiet des HRB Änderungen des Bemessungsabflusses auftreten und geänderte Nutzungen oder Ausbaumaßnahmen im Unterlauf des Beckens ein geändertes Schutzbedürfnis erzeugen. Schließlich kann durch nachträgliche Veränderungen in hydraulischen Anlagen oder durch allgemeine Materialalterung eine verminderte Sicherheit gegen ein Versagen resultieren.

Hinzu kommt, daß zwar auch schon bei den ersten in der Bundesrepublik gebauten HRB zu Beginn der 50'er Jahre von den Verantwortlichen für Planung und Ausführung höchste Priorität auf Sicherheit gegen Versagen der Anlagen gelegt wurde, jedoch gerade in dieser Zeit nur ungenügende Daten zur Bemessung und noch keine erprobten Standardbauweisen zur Ausführung zur Verfügung standen. Da HRB häufig in kleineren Einzugsgebieten angeordnet werden, waren Pegelzeitreihen entweder sehr kurz oder nicht vorhanden, so daß die Dimensionierung der ersten Becken nur aufgrund von Rekonstruktion abgelaufener Hochwasserwellen oder Erfahrungswerten durchgeführt werden konnte.

Heute stehen längere und qualitativ hochwertige Zeitreihen sowie erweiterte Kenntnisse in der Hydrologie zur Verfügung, darüber hinaus sind mit den Erfahrungen in Planung, Bau und Betrieb auch Sicherheitsansprüche der bestehenden und zukünftig zu planenden HRB gewachsen.

In Nordrhein-Westfalen hat daher die Arbeitsgruppe "Hochwasserschutz im Lande NRW" einen "Leitfaden für die Aufstellung von Sicherheitsberichten für

Hochwasserrückhaltebecken“ aufgestellt [1]. Er dient dazu, den im Landeswassergesetz geforderten Sicherheitsbericht (LWG § 106 Abs. 5) in den Grundzügen zu vereinheitlichen. Diese Sicherheitsberichte gliedern sich in jährlich aufzustellende Berichte von begrenztem Umfang und die im folgenden behandelten, alle 10 Jahre aufzustellenden Berichte über eine umfassende Sicherheitsüberprüfung.

Aufgrund dieses 1995 im Entwurf vorgestellten Leitfadens wurden von den zuständigen Wasserbehörden die ersten 10-jährigen Sicherheitsberichte von den Betreibern von HRB eingefordert. Die Erfahrungen bei der Erstellung dieser Berichte für zwei HRB des Bergisch-Rheinischen Wasserverbandes (BRW) mit einem Staurauminhalt von 55000 m<sup>3</sup> respektive 64300 m<sup>3</sup> [2] sind im folgenden dargestellt.

## **2 Veranlassung**

Alle 10 Jahre ist in NRW nach dem Leitfaden für die Aufstellung von Sicherheitsberichten von Hochwasserrückhaltebecken eine umfassende Sicherheitsüberprüfung erforderlich. Diese soll die Ergebnisse und Beobachtungen der jährlichen Sicherheitsberichte aufgreifen und desweiteren insbesondere den Alterungsstand sämtlicher Anlagenteile und die aktuell fortdauernde Gültigkeit der Grundlagen und Annahmen für die Standsicherheitsberechnungen und der hydrologischen und hydraulischen Bemessungen untersuchen. Abschließend ist die Beurteilung der Sicherheit der Anlage, ggf. mit Erläuterungen zu einer erforderlichen Anpassung an die aktuell anerkannten Regeln der Technik, zusammenzufassen.

Eine Zahl von 404 Stauanlagen mit einem Volumen von über 100.000 m<sup>3</sup> nach einer DVWK-Erhebung zwischen 1984 und 1988 bzw. allein 335 Stauanlagen (alle Größen) in Baden-Württemberg [3] verdeutlicht dabei die Größenordnung der durchzuführenden Sicherheitsuntersuchungen.

## **3 Geltende Regelwerke**

Anzuwendende Regelwerke für die Konstruktion und Bemessung von Hochwasserrückhaltebecken in Deutschland sind in erster Linie die DIN 19700 Stauanlagen [4] (insbesondere Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken [5]) und das DVWK-Merkblatt 202/1991 „Hochwasserrückhaltebecken“ [6].

Die untersuchten HRB „Kasparstraße“ und „Hesperbach“ sind nach diesen Regelwerken als „kleine Becken“ aufgrund ihres Staurauminhaltes unter 100.000 m<sup>3</sup> einzustufen. Daraus ergeben sich die anzusetzenden Lastfälle für die

Bemessung der Hochwasserentlastungsanlage (nach DVWK 202/1991, Tafel 2) zu:

1. Normallastfall:  $T_n = 100 \text{ a}$

2. Außergewöhnlicher Lastfall:  $T_n = 1000 \text{ a}$  ( $T_n = \text{Wiederholungszeitspanne}$ )

Zur Festlegung des Bemessungstauzieles wird der sog. Normallastfall herangezogen, bei dem ein 100-jährliches Hochwasser auf den bis zum Stauziel gefüllten Stauraum trifft. Der zugehörige Beckenwasserstand (Bemessungstauziel) ist dabei unter Berücksichtigung der Retention zu ermitteln. Dabei ergibt sich der zugehörige Abfluß über die Hochwasserentlastungsanlage (HWE).

Für den „Außergewöhnlichen Lastfall“ ist darüber hinaus nachzuweisen, daß das Absperrbauwerk auch bei einem 1000-jährlichen Hochwasser, das auf den bis zum Stauziel gefüllten Stauraum trifft, nicht gefährdet ist.

Die hydrologischen Bemessungskriterien stehen derzeit als zu undifferenziert in der fachlichen Diskussion, etwa wenn es um die Wahl des außergewöhnlichen Lastfalles geht, der in der derzeitigen Definition aufgrund der vorausgesetzten Vollfüllung des Beckens zum Einen zu unterschiedlichen Sicherheiten für Becken unterschiedlicher Fassungsvermögen (20 oder 100jährige Welle) führt bzw. zum Anderen aus besonderen lokalen Situationen heraus eine Vollfüllung des Beckens kaum vorkommen dürfte [7]; ebenso wie die zur Bestimmung der Belastungsereignisse heranzuziehenden Verfahren, die von der Ermittlung der PMF über Extrapolation von Pegelzeitreihen bis zu Top-Ten Betrachtungen von historischen Belastungsregen reichen.

Ebenfalls in [7] wird in einer Beispielrechnung die Wahrscheinlichkeit für ein für eine 20-jährliche Abflußwelle ausgelegtes Becken aufgezeigt: Dafür werden die Eintretenswahrscheinlichkeiten der einzelnen Bedingungen miteinander multipliziert. Bei dieser Berechnung wird daher ein Tag (=365 d/a) mit dem Ereignis, das das Becken füllt (im Beispiel 20a für das  $HQ_{20}$ ) und dem Bemessungslastfall ( $HQ_{100}$  bzw.  $HQ_{1000}$ ) multipliziert. Diese Multiplikation ergibt die Wahrscheinlichkeit, mit der alle Bedingungen gleichzeitig auftreten. In dieser Berechnung wird angenommen, daß das ungünstigste Hochwasserereignis ungefähr einen Tag andauert. So ergeben sich folgende rechnerische Wahrscheinlichkeiten:

$$HQ_{100}: T_n = 730.000 \text{ a} (= 365 \text{ d/a} \cdot HQ_{20} \cdot HQ_{100})$$

$$HQ_{1000}: T_n = 7.300.000 \text{ a}$$

Die hydrologische Situation ist aber auch die wichtigste Eingangsvoraussetzung für die Überprüfung der Leistungsfähigkeit der hydraulischen Anlagen wie Hochwasserentlastung, Grundablaß etc.. So ist im Rahmen der Sicherheitsüberprüfung zunächst die aktuelle hydrologische Situation festzustellen und zu beurteilen. Hat sich das Einzugsgebiet durch Beileitungen vergrößert? Sind Nutzungsänderungen aufgetreten, die zu verändertem Abflußverhalten im Einzugsgebiet führen? Schließlich kann die Bemessungsgrundlage aufgrund von aktuellen Zeitreihen verbessert oder durch neue Verfahren ganz neu berechnet werden.

## 4 Ablauf der Sicherheitsuntersuchung

Anhand der durchgeführten Untersuchungen läßt sich der in Bild 1 dargestellte Arbeitsablauf entwickeln. Die Wechselwirkungen der einzelnen Untersuchungsblöcke und die Erfahrungen mit der Erstellung sind im folgenden näher dargestellt.

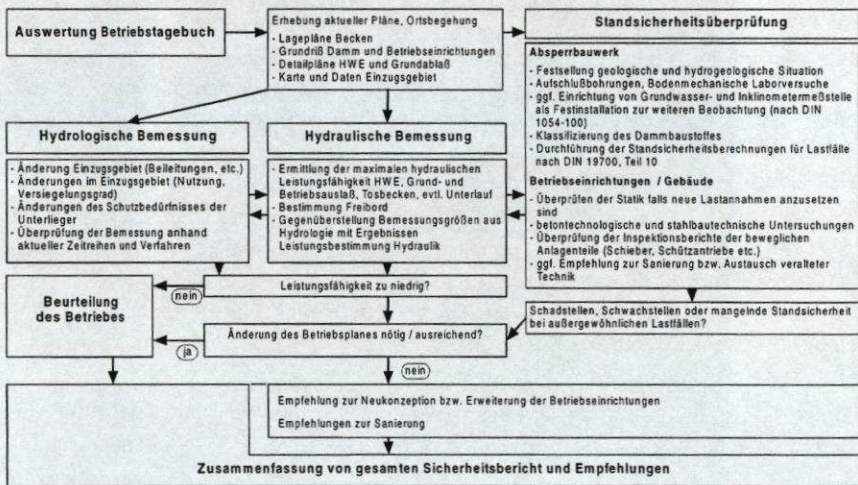


Bild 1: Schematischer Ablaufplan zur Durchführung 10-jährlicher Sicherheitsberichte

### 4.1 Vorbereitung

Zur Vorbereitung der Untersuchungen sollte nach Gesprächen mit dem Betreiber der Anlage zur Situation, Historie und Betrieb der jeweiligen HRB die

Auswertung aller zugehörigen Unterlagen (z.B. Betriebstagebuch) durchgeführt werden. Oftmals dürften diese Unterlagen, wie bei den hier untersuchten HRB, unzureichend sein, so daß anschließend die Erhebung aktueller Pläne und Karten sowie die Besichtigung der Anlage notwendig wird.

Die drei Hauptkomplexe der Sicherheitsuntersuchung: Hydrologie, Hydraulik und Nachweis der Standsicherheit benötigen die jeweils ermittelten Ergebnisse zwar gegenseitig als Bemessungsgrundlage, können prinzipiell jedoch relativ getrennt voneinander zeitgleich bearbeitet werden.

Neben der hydraulischen und hydrologischen Überprüfung sind geotechnische Überprüfungen aufgrund von Aufschlußbohrungen, bodenmechanische Laborversuche und darauf basierende Standsicherheitsberechnungen und erdstatische Nachweise sowie bauwerks- bzw. betontechnologische Überprüfungen erforderlich. Die Bearbeitung der einzelnen Fachkomplexe kann je nach Erfordernis zeitlich parallel in entsprechend befähigten Instituten und Ing.-Büros erfolgen.

## 4.2 Durchführung der Untersuchungen

Bei der hydraulischen Bemessung wurde nach Feststellung der aktuellen baulichen Geometrie die Bestimmung der maximalen Leistungsfähigkeit der einzelnen Betriebseinrichtungen wie Grundablaß und HWE durchgeführt. Im Falle von geschlossenen Leitungen sowohl für Freispiegel- als auch für Druckabfluß. Dabei erwiesen sich einfache analytische Ansätze als vollkommen ausreichend für die Leistungsberechnung.

Wichtiger Bestandteil der Hochwasserentlastung ist das Tosbecken. Dem Tosbecken kommt die Aufgabe zu, daß unterhalb des HRB befindliche Tal vor Erosion und insbesondere das Stauwerk selbst vor rückschreitender Erosion und einer daraus resultierenden Gefährdung des Bauwerks zu schützen.

Die Gestaltung und Größe sowie die hydraulische Leistung des Tosbeckens ist abhängig von der Intensität der Beaufschlagung, so daß eine Neufestlegung des Bemessungsabflusses eine notwendige Überprüfung der Tosbeckenbemessung bedingt.

In der jüngeren Vergangenheit werden Energieumwandlungsanlagen häufig als Toskolke ausgeführt. Durch die naturähnliche Gestaltung können die klassischen Ansätze zur Tosbeckenbemessung nicht oder nur sehr unsicher zur Berechnung der hydraulischen Effizienz des Bauwerks herangezogen werden, so daß zur Überprüfung der Funktion ein Modellversuch empfehlenswert ist. Oftmals sind auch die Voraussetzungen für eine umfangreiche Energieumwandlung nicht gegeben, wie etwa zu geringe FROUDE-Zahlen. Auch in

diesem Fall muß das Abschlußbauwerk eine Sicherheit der Stauanalge gegen rückschreitende Erosion voll gewährleisten.

Aufgrund des Alters der zu untersuchenden Becken finden sich auch oft Erprobungs- und Sonderkonstruktionen, die sich nicht besonders bewährt haben oder die zwar damals wirtschaftlich zu errichten waren – unter heutigen Aspekten aber als hydraulisch problematisch angesehen werden müssen.

DVWK (202) [6] führt z.B. an: *„Bei einer baulichen Kombination von Grundablaß und Betriebsauslaß sowie Hochwasserentlastungsanlage ist die Möglichkeit einer gegenseitigen hydraulischen Beeinflussung besonders zu überprüfen. In keinem Falle darf es zu einer Beeinträchtigung oder Behinderung des Hochwasserabflusses über die Entlastungsanlage kommen. Ebenso sind hydrodynamische Rückwirkungen auf Verschlüsse unbedingt zu vermeiden.“*

Für Fragestellungen solcher oder ähnlicher Natur – wie z.B. Ablösungserscheinungen an Krümmungen, Lufteintrag in Rohrleitungen (siehe Bild 2) oder Kreuzwellenbildungen – können allerdings durchaus hydraulische Modellversuche erforderlich werden, bzw. bei notwendigen Neukonzeptionen zur Lösungsoptimierung dienen.

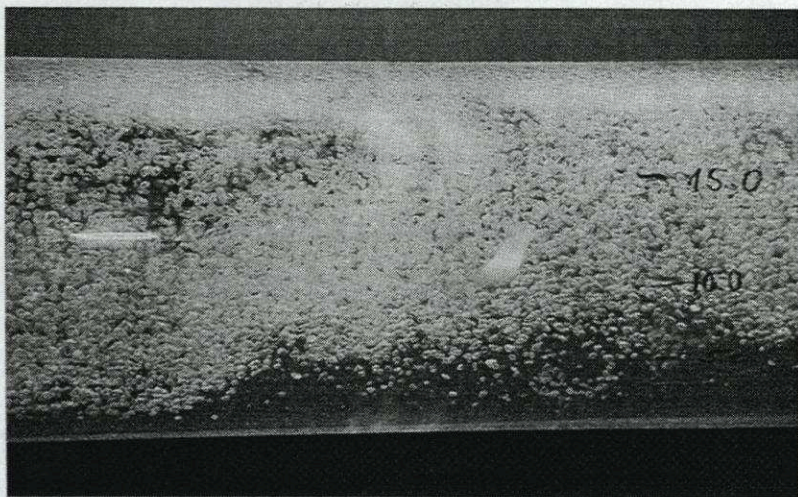


Bild 2: Luft-Wasser-Gemisch als Zweiphasenströmung (Modellversuch Maßstab 1:10) in einem Grundablaß

Durch den Ansatz der Ermittlung der jeweiligen maximalen Leistungsfähigkeit konnte die hydraulische Bemessung unabhängig von den noch zu ermittelnden Eingangsgrößen der Hydrologie durchgeführt werden. Die Beurteilung einer



ausreichenden oder nicht ausreichenden Dimensionierung erfolgte nach Vorliegen der neuen Bemessungsabflüsse durch Vergleich mit der ermittelten hydraulischen Leistungsfähigkeit.

Bild 3 zeigt die Bedeutung der Überprüfung aller Pläne durch Ortsbegehungen bevor diese Eingang in die Berechnungen finden. Oftmals sind nur die ursprünglichen Ausführungspläne vorhanden. Diese müssen zum Einen nicht mit der tatsächlichen damaligen Ausführung in allen Details übereinstimmen und enthalten zum Anderen auch keine späteren Änderungen, Umbauten oder entstandene Schäden. So kann die hydraulische Situation erheblich verändert worden sein. Auch kann der bauliche Zustand, über den die Standsicherheitsnachweise Auskunft geben müssen, bestimmte Betriebsweisen – z.B. Druckabfluß – überhaupt nicht zulassen. Ob in solchen und anderen Fällen eine Änderung des Betriebsplanes ausreichend ist, um die weitere Betriebssicherheit zu gewährleisten, ist im Einzelfall zu überprüfen. So fand z.B. bei beiden untersuchten HRB aufgrund nicht ausreichender Standsicherheiten des Erdammes für den Lastfall "Schnelle Absenkung nach einem Dauerstau" die Anweisung in den Betriebsplan Eingang, die Absenkung in dem gefährdeten Bereich langsam durchzuführen, da dieser Lastfall einen Sonderlastfall, der nur durch eine wasserwirtschaftliche Notsituation infolge eines nicht vorgesehenen Dauerstaus entstehen kann, darstellt.

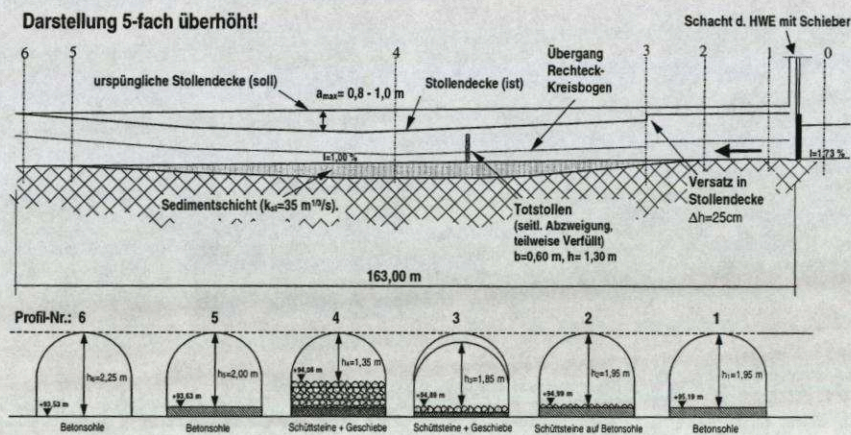


Bild 3: Längsschnitt des Grundablaßstollens "HRB Kasparstraße. Vergleich Plan zur tatsächlichen Situation

## 5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse aller Einzeluntersuchungen müssen anschließend zusammengefaßt und die Auswirkungen auf den weiteren Betrieb des Hochwasserrückhaltebeckens beurteilt werden. Während die Beurteilung der einzelnen Bemessungen klare Aussagen zuläßt, ist es oft die Beurteilung des bisherigen und Empfehlungen für den künftigen Betrieb, die aufgrund spärlicher Unterlagen, wechselnden Schutzbedürfnissen im Unterlauf des Beckens und natürlich der Einbindung der einzelnen Becken in ein wasserwirtschaftliches Gesamtkonzept, sehr schwierig und nur im ständigen Dialog mit den Betreibern und den zuständigen Wasserbehörden möglich ist. In diesem Bereich liegt auch der größte Konsensbedarf. Denn die wesentlichen Probleme bei den Sicherheitsberichten liegen weniger in den prinzipiellen, hydraulischen und standsicherheitstechnischen Untersuchungen, sie liegen im Umfeld der Übereinstimmung von Betreibern, Behörden und Fachgremien über Sicherheitskonzepte und betriebliche Ansprüche eines Hochwasserrückhaltebeckens.

Abschließend sind stichpunktartig einige Erkenntnisse über die zwei betrachteten HRB aufgeführt, die das Spektrum möglicher sicherheitsrelevanter Unzulänglichkeiten umreißen:

### **HRB Kasparstraße:**

Einzugsgebiet: 7,26 km<sup>2</sup>, Stauraum: ~55000 m<sup>3</sup>, Regelabgabe: 4,0 m<sup>3</sup>/s, HQ<sub>1000</sub>: 20,0 m<sup>3</sup>, Baujahr: 1959, Typ HWE: Kombiniert mit Grundablaß

- unzureichende Unterlagen zum Probestau
- Elektrische Kabelverbindung (für Störungsmeldung) unmittelbar an Überlaufkante der HWE befestigt und damit gefährdet
- Lagerung des Rechengutes und Grünabfälle direkt neben dem Grundablaß-Einlauf – Gefahr des Aufschwimmens und Verlegung des Rechens
- Mangelhafter Aufschluß über Betrieb; Betriebsvorschrift und Betriebsplan existieren nur mündlich; Betriebstagebuch lag zur Auswertung nicht vor
- Hydraulik: max. Leistungsfähigkeit der HWE (Stollen)  $Q = 12,3 \text{ m}^3/\text{s}$  versus Bemessungsabfluß  $Q_{\text{Bem}} = 20 \text{ m}^3/\text{s}$
- Zur Wiederherstellung einer ausreichenden Leistungsfähigkeit ist konstruktive Neugestaltung der HWE notwendig
- Geotechnik: für alle Lastfälle ausreichende Sicherheiten bis auf Lastfall schnelle Absenkung nach einem Dauerstau
- Betontechnologie: insgesamt guter Eindruck, vorhandene Oberflächenschäden können durch kunststoffmodifiziertes Sanierungssystem ausgebessert werden

## **HRB Hesperbach:**

Einzugsgebiet: 2,16 km<sup>2</sup>, Stauraum: ~64300 m<sup>3</sup>, Regelabgabe: 2,04 m<sup>3</sup>/s,  
HQ<sub>1000</sub>: 16,0 m<sup>3</sup>/s, Baujahr: 1979, Typ HWE: Separate Hangentlastung

- Handbetrieb des Grundablaßschiebers benötigt 8400 Umdrehungen für gesamte Öffnungsweite – Handbedienung so kaum notbedienungstauglich
- Keine Überprüfung und Bewertung eines Probetaus möglich, da keine Unterlagen im Beckenbuch
- Hydraulik: Grundablaß kann die geforderten 2,04 m<sup>3</sup>/s Regelabgabe im Freispiegelabfluß abführen, die Ausführung eines Bypasses wird empfohlen
- Die Leistungsermittlung der HWE führt zu einem maximal abführbaren Abfluß von 36 m<sup>3</sup>/s und kann den aktuellen Bemessungsabfluß von 16 m<sup>3</sup>/s sicher abführen.
- Ausreichendes Freibord vorhanden
- Geotechnik: für alle Lastfälle ausreichende Sicherheiten bis auf Lastfall schnelle Absenkung nach einem Dauerstau
- Eine Durchnässung an der luftseitigen Dammkehle resultiert aus Oberflächenwasser der Böschung und des benachbarten Talraumes. Zur Absicherung wird eine permanente digitale Datenerfassung in der errichteten Grundwassermeßstelle empfohlen.
- Betontechnologie: insgesamt guter Eindruck, vorhandene Oberflächenschäden können durch kunststoffmodifiziertes Sanierungssystem ausgebessert werden.

## **6 Acknowledgements**

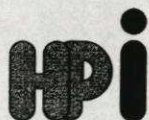
Wir möchten allen Beteiligten, insbesondere von Seiten des Bergisch-Rheinischen Wasserverbandes (BRW) Herrn Dr.-Ing. Schitthelm, Herrn Dipl.-Ing. Gerlitz und Herrn Dipl.-Ing. Hiemenz, für die sehr gute Unterstützung und Kooperation bei der Auftragsabwicklung danken.

## **7 Literaturverzeichnis**

- [1] Jensen, J. et. al: Aufstellung eines 10-jährlichen Sicherheitsberichtes für das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Kasparstraße, fwu Uni GH Siegen 1998, unveröffentlicht
- [2] Arbeitsgruppe "Hochwasserschutz im Lande NRW": Leitfaden für die Aufstellung von Sicherheitsberichten für Hochwasserrückhaltebecken, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 1995
- [3] DVWK: „Die Auswirkungen des Betriebs von Hochwasserrückhaltebecken auf Lebensräume, Tier- und Pflanzenlebensgemeinschaften“, DVWK Materialien 4, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH (WVGW), Bonn, 1993

- [4] DIN 19700, Teil 10: Stauanlagen; Gemeinsame Festlegungen, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1986
- [5] DIN 19700, Teil 12: Stauanlagen; Hochwasserrückhaltebecken, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1986
- [6] DVWK: "Hochwasserrückhaltebecken", DVWK-Merkblätter, Verlag Paul Parey, Hamburg, H. 202, 2. erw. Aufl. 1991
- [7] Brandt, T.; Lang, J.: Beitrag zur Sicherheitsbetrachtung von Hochwasserrückhaltebecken, Brandt-Gerdes-Sitzmann Wasserwirtschaft GmbH, Darmstadt, 1995, unveröffentlicht

Prof. Dr.-Ing. J. Jensen  
Dipl.-Ing. (FH) T. Frank, Dipl.-Ing. (FH) T. Welp, Dipl.-Ing. (FH) J. Wieland  
Forschungsstelle für Wasserwirtschaft und Umwelt (fwu)  
an der Universität Gesamthochschule Siegen  
57076 Siegen, Paul-Bonatz-Str. 9-11  
e-mail: fwu@fb10.uni-siegen.de



**HYDROPROJEKT**  
**INGENIEURGESELLSCHAFT**

---

**Seit Jahrzehnten bewährt -  
Ingenieurleistungen für:**

**WASSER**

**UMWELT**

**INFRASTRUKTUR**

**Firmensitz:**

Hydroprojekt Ingenieurgesellschaft mbH  
Dittelstedter Grenze 3  
99099 Erfurt

Telefon: (0361) 4 37 64 00

Telefax: (0361) 4 37 64 05

e-mail: [hydroprojekt@compuserve.com](mailto:hydroprojekt@compuserve.com)

Internet: <http://www.hydroprojekt.de>

**Büros in:** Berlin, Blankenburg, Dresden,  
Erfurt, Potsdam und Rostock

**Planung und Consulting  
für umweltgerechten Wasserbau**