

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Bornschein, Antje; Pohl, Reinhard**

## **ZASA – Eine App zur ZustandsAnalyse für StauAnlagen**

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/20.500.11970/107068>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Bornschein, Antje; Pohl, Reinhard (2020): ZASA – Eine App zur ZustandsAnalyse für StauAnlagen. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Interdisziplinärer Wasserbau im digitalen Wandel. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 63. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 255-264.

### **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.



# ZASA – Eine App zur ZustandsAnalyse für StauAnlagen

Antje Bornschein  
Reinhard Pohl

Die sachgerechte Bewirtschaftung und Unterhaltung von Stau- und Hochwasserschutzanlagen ist ein wichtiger Bestandteil des Sicherheitskonzeptes. Eine Dokumentation der turnusmäßigen Kontrolle ist erforderlich. Die vorgestellte App soll eine niederschwellige digitale Unterstützung bei der systematischen und einheitlichen Erhebung von Daten zur Überprüfung vor allem kleiner Anlagen bieten und den Betreibern helfen, Schwachstellen selbst zu erkennen. Ziel ist dann, die Anlagen zu ertüchtigen, um Schäden zu vermeiden.

Stichworte: Kleine Stauanlagen, Deiche, Überprüfung, Analyse, Bauwerkssicherheit, Ertüchtigung

## 1 Motivation

Am 22.8.1977 brach der Damm des Ibrastausees in Hessen (vgl. Tabelle 1). Die Stauanlage war durch die Gemeinde Kirchheim erbaut wurden und sollte den Betreibern einer Hotelanlage bzw. einer Ferienhaussiedlung im Seepark Kirchheim zur Verfügung gestellt werden (*Hessischer Landtag, 1977*). Nach der Fertigstellung des Erdschüttdammes mit Außendichtung erfolgten in der Zeit zwischen Dezember 1975 und Mai 1977 mehrere Probestau an der Anlage. Dabei festgestellte Undichtigkeiten und Leckagen wurden abgedichtet. Eine geplante, endgültige Abnahme am 16.5.1977 erfolgte wegen erneut auftretenden Undichtigkeiten nicht (*Hessischer Landtag, 1977*). Daraufhin sollte der See für eine weitere Reparatur des Damms abgelassen werden. Jedoch verneinte ein Gutachten eine Gefahr für den Damm und der See wurde nicht abgestaut.

Kurz vor dem Versagen der ca. 10 m hohen Stauanlage, kam es laut Augenzeugen zu einem fontänenartigen Wasseraustritt am luftseitigen Böschungsfuß. Der Bruch erfolgt kurz nach 15.00 Uhr (*HR-Online, 2012*).

Die durch den Bruch verursachte Überschwemmung des unterhalb liegenden Ibratales und mehrere Ortslagen wurde nach Augenzeugen als „kurze Überschwemmung“, gefolgt von einer „Wasserwalze über dem stehenden Wasser“ beschrieben (*Hamburger Abendblatt, 1977*).

Es gab keine Toten. Eine rechtzeitige Warnung der Unterlieger verhinderte vielleicht Schlimmeres. Zahlreiche Häuser wurden beschädigt. Einige Dutzend Schweine und Kühe ertranken (*HR-Online, 2012*). Der Abfluss der Talsperrenbruchwelle verursachte signifikante morphologischen Veränderungen im unterhalb gelegenen Ibratal. Im Nachgang wurde das Ausmaß der Erosions- und Sedimentationsprozesse detailliert dokumentiert (*Glatthaar & Kuttler, 1979*).

Die verschiedenen Angaben zum verursachten Schaden differierten stark. So wurde schon kurz nach dem Ereignis von 30 Mio. DM Schaden ausgegangen (*Hamburger Abendblatt, 1977*), während 4 Monate später in einer offiziellen Stellungnahme immer noch „nur“ 5,5 Mio. DM Schaden als „vorläufige Schätzungen“ genannt wurden (*Hessischer Landtag, 1977*).

Als mögliche Ursachen kommen sowohl Planungsfehler als auch Baumängel in Betracht. Die genaue Ursache wurde jedoch nie ermittelt. Ebenso musste sich niemand für das Unglück vor Gericht verantworten (*HR-Online, 2012*).

**Tabelle 1:** Versagensbeispiele privater und kommunaler Anlagen für Deutschland

(TS – Talsperre).

Anlage	Besitzer/ Betreiber	Jahr	Höhe [m]	Art des Versagens	Quelle
Ibrastausee	Gemeinde Kirchheim/ privat	1977	9,8	Sickerröhrenbildung oder Kontakterosi- on	Hessischer Landtag (1977)
HRB Gissigheim	Gemeinde Gissigheim	1984	9,7	Überströmung	Hofrichter (2017), Rupp (2007)
HRB Glashütte	Gemeinde Glashütte	2002	8,8	Bruch durch Über- strömung	Bornschein et al. (2002)
HRB Otzdorf	Gemeinde Otzdorf	2011	4,5	Sickerröhrenbildung oder Kontakterosi- on	Bornschein (2014)
Wedelbachteich	privat	2011	kleine Anlage	teilweises Versagen	Mehl (2011)

In den USA brach am 12.3.2004 der Erddamm des privaten Stausees Big Bay Lake. Die stärksten Zerstörungen traten innerhalb der ersten 8 km unterhalb der Stauanlage auf. Direkt unterhalb des Dammes, in einem Gebiet von ca. 700 m Länge und 280 m Breite wurden alle Bäume umgelegt. 53 Häuser und Wohnmobile wurden zerstört, 24 schwer und 24 leicht beschädigt (*Yochum et al., 2008*). Nach einer außergerichtlichen Einigung bezahlte die Versicherung der Big Bay Lake Eigentümer eine Summe von 1 Mio. US \$ an die betroffenen Unterlieger (*WDAM, 2017*).

Aus diesem kurzen historischen Exkurs können folgende Dinge abgeleitet werden. Auch kleinere Stauanlagen können ein großes Schadenspotential besitzen. Bei privaten oder kommunalen Stauanlagen sind sich die Besitzer bzw. Betreiber eventuell dessen nicht bewusst. Im Falle des Versagens solcher Anlagen ist die dokumentierte sachgerechte Bewirtschaftung und Unterhaltung sowie turnusmäßige Kontrolle auch eine Haftungsfrage.

Das Versagen von Stauanlagen ist auch für Deutschland dokumentiert (vgl. *Köhler et al. 2018* und Tabelle 1), wenngleich in den letzten Jahrzehnten eher kleinere Anlagen betroffen waren.

Kleine Hochwasserschutzanlagen oder kleine und kleinste Stauanlagen befinden sich jedoch oft im Eigentum oder der Betreiber-Verantwortung von Kommunen, Firmen, Vereinen oder Privatpersonen. Auch Mühlteiche, Schlossteiche, Fischteiche und andere kleinere Anlagen gehören mitunter privaten Eigentümern oder genossenschaftlich organisierten Verantwortlichen wie z. B. Deichverbänden. Bei kleineren Anlagen sind die verantwortlichen Aufsichtsbehörden oft die lokalen Bauämter.

Mitunter kommt es vor, dass die genannten Akteure selbst nicht über den notwendigen wasserbaulichen und geotechnischen Sachverstand und Erfahrungsschatz, gleichwohl aber eben auch nicht über die notwendigen finanziellen Mittel verfügen, um diesen von Extern einzukaufen.

Gerade Hochwasserschutzanlagen, die für seltene Ereignisse, wie z. B. ein 50- oder 100-jährliches Hochwasser bemessen sind, können so von den Eigentümern oder Betreibern und im Verwaltungsalltag einer Gemeinde schnell „vergessen“ werden.

Eine niederschwellige digitale Unterstützung bei der Überprüfung dieser Anlagen kann Betreibern helfen, Schwachstellen selbst zu erkennen und die Anlagen zu ertüchtigen, um Schäden zu vermeiden.

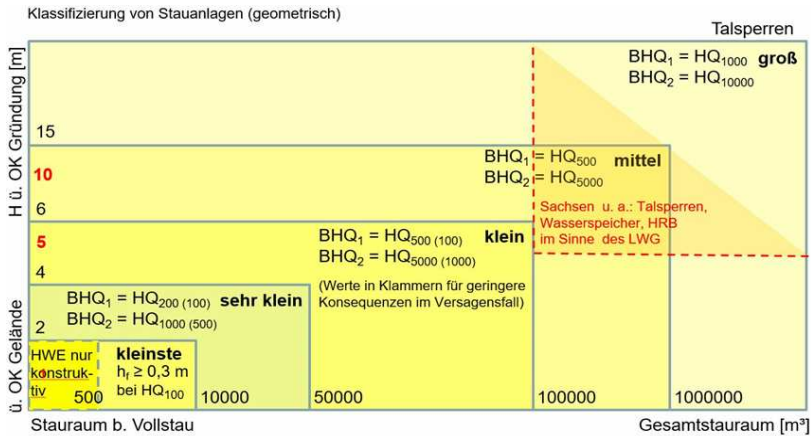


Abbildung 1: Stauanlagen in Deutschland nach ICOLD Kriterium, DIN 19700 T11, DIN 19700 T12, DIN 19700 T14, DWA M-522.

## 2 Klassifizierung von Stauanlagen

In Deutschland gibt es etwas mehr als 300 große Stauanlagen im Sinne der offiziellen Klassifizierung (Abb. 1). Die Anzahl der kleineren Anlagen ist nicht genau bekannt, weil es hierfür keine zentrale Erfassung gibt. Aus Vergleichsbetrachtungen in Beispielgebieten (vgl. Köhler et al. 2018) kann geschlossen werden, dass die Anzahl der Anlagen in der jeweils nächstkleineren Kategorie sich jeweils wenigstens verdreifacht. Das führt zu einer sehr großen Zahl kleiner und kleinster Stauanlagen, für die die o. g. Überlegungen häufig zutreffen und die vorgestellte Anwendung hilfreich sein kann.

Die Hochwasserschutzanlagen verfügen über eine Klassifizierung, die in der DIN 19712 und im DWA-Merkblatt 507-1 dargestellt ist.

## 3 Das Sicherheitskonzept von Stauanlagen

In der DIN 19700 „Stauanlagen“ sind die Anforderungen an die Planung und den Bau von Talsperren (Teil 11), Hochwasserrückhaltebecken (Teil 12), Stau-stufen mit Stauhaltungsdämme (Teil 13), Pumpspeicherbecken (Teil 14) und Sedimentationsbecken (Teil 15) dargelegt. Für kleine Talsperren liegt derzeit das Merkblatt DWA-M 522 (2015) mit einem ergänzenden Themenband (DWA

2019) vor. Für die Anwendung der Vorschriften sind die Eigentümer bzw. Betreiber zuständig.

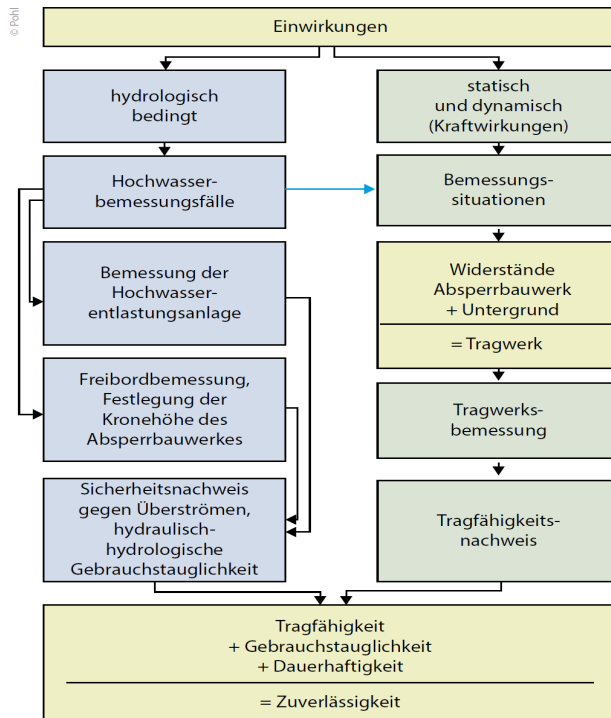


Abbildung 2: Zuverlässigkeitskonzept für Stauanlagen nach DIN 19700 T11, DWA M-522 (Pohl, 2019).

Die Tragfähigkeit, die Funktionsfähigkeit und die Dauerhaftigkeit einer Stauanlage bestimmen zusammen die Zuverlässigkeit oder Bauwerkssicherheit (Abb. 2). Dabei ist die regelmäßige Kontrolle und Überwachung ein wesentlicher Teil im derzeitigen Sicherheitskonzept (vgl. Sieber, 2004). Auch an anderer Stelle wird darauf verwiesen, dass gerade der Nachweis der Dauerhaftigkeit, der z. B. beim Bau einer Anlage nicht per se möglich ist, durch eine turnusmäßige visuelle und messtechnische Kontrolle einer Stauanlage erbracht werden muss und kann (LUBW, 2007). Wichtig ist hierbei deren Dokumentation.

Für kleinere Anlagen gibt es erleichternde Randbedingungen z. B. hinsichtlich des Bemessungshochwassers (vgl. Abb. 1) und der Anforderungen an die

Anzahl der Verschlüsse. Aus den Bemessungskriterien ist ein Teil des Fragenkataloges der mobilen App abgeleitet.

## 4 Methodik

Anhand von geometrischen, geotechnischen und hydrologischen Daten soll eine Aussage über die Sicherheit einer Stauanlage getroffen werden. Für kleinere Stauanlagen sind hierbei vereinfachte Ansätze möglich, weshalb die Methodik auch nicht für große Absperrbauwerke vorgesehen ist.

Erfasst werden zunächst die allgemeinen Anlagendaten wie z. B. Name und geografische Lage der Stauanlage, gestautes Gewässer, Baujahr und Besitzer bzw. Betreiber. Bei einer vor-Ort-Erfassung der Daten kann die Ermittlung der geografischen Lage auch über den GPS-Sensor des mobilen Endgerätes erfolgen.

Zur Zustandsanalyse von Stauanlagen sind dann weitere Informationen u. a. zu folgenden Punkten nötig:

- ◁ Art und Größe des Absperrbauwerkes
- ◁ Bemessungshochwasserabfluss bzw. -hochwasserstand
- ◁ Böschungsneigungen
- ◁ Vorereignisse
- ◁ Risse, Rutschungen, Setzungen
- ◁ Zustand der Grasnarbe, der Dichtung
- ◁ Grabende Tiere
- ◁ Wasseraustritte

Für Längsbauwerke, wie z.B. Deiche, wird eine Erhebung der Daten entlang des Bauwerkes an mehreren Stellen, z. B. in Anlehnung an die Vorgabe des Erkundungsabstandes aus der DIN 19712 alle 100 Meter empfohlen. Die Auswertung der erfassten Daten soll eine möglichst zutreffende Aussage zum Anlagenzustand und zur Bauwerkssicherheit gestatten.

Wesentlich für die Anwendbarkeit ist dabei eine Auswertungsmatrix auf der Basis begründeter Annahmen, die es erlaubt, auch bei fehlenden Informationen bzw. bei Nichtbeantwortung von Fragen eine relativ verlässliche (Vor-) Einschätzung der Bauwerkssicherheit durchführen zu können, wenngleich dann weiter gefasste Konfidenzgrenzen bei gleichem Vertrauensintervall zu erwarten sind.

## 5 Funktionalität der App ZASA

Die in Abschnitt 4 beschriebene Methodik wurde als Mobile App, d. h. als Anwendungssoftware für Mobilgeräte (zunächst im Android-Standard) implementiert (Programmierung: Georg Bär und Felix Flocken). Damit kann die Datenerfassung direkt vor Ort an der Anlage erfolgen. Der Name ZASA steht für **Z**ustands**A**nalyse für **S**tau**A**nlagen.

Die App enthält einen Fragenkatalog, der von einem Bearbeiter des jeweiligen Unterhaltungspflichtigen der Anlage vor Ort beantwortet werden kann. Da die Fragebögen auch später wieder geöffnet werden können, ist es möglich, nachträglich weitere Daten hinzuzufügen. Die App erfasst die eingegebenen Angaben und speichert sie. Als Austauschformat wurde mit Tabs formatierter Text gewählt.

Die App erfasst zunächst Daten zur Anlage selbst (Abb. 3). Anschließend erscheinen Fragen zur Tragfähigkeit, zur Dauerhaftigkeit und zur Gebrauchstauglichkeit (Abb. 4), die anlagenspezifisch ausgewertet und verarbeitet werden.

ZASA	Allgemein	Allgemein
ZASA - ZustandsAnalyse StauAnlagen	Name der Anlage: _____	Höhe Absperrbauwerk über Gründung (m): _____
NEUER FRAGEBOGEN	Geographische Lage: <b>STANDORT</b> _____	Stauinhalt (m³): _____
AUSGEFÜLLTE FRAGEBOGEN	gestautes Gewässer: _____	BHQ <sub>1</sub> (m³/s): _____
	Eigentümer/Betreiber: _____	BHQ <sub>2</sub> (m³/s): _____
	Art des Absperrbauwerkes: _____	Falls BHQ unbekannt, Abschätzung BHQ <sub>3</sub> aus Bild 3 DWA-M522, BHQ <sub>1</sub> ≈ 0,7 · BHQ <sub>2</sub>

Abbildung 3: ZASA Screenshots (Startbildschirm und allgemeine Angaben).



In einem ersten Schritt dient die App der Dokumentation der zur Anlage vorliegenden Daten bzw. weiterer Unterlagen.

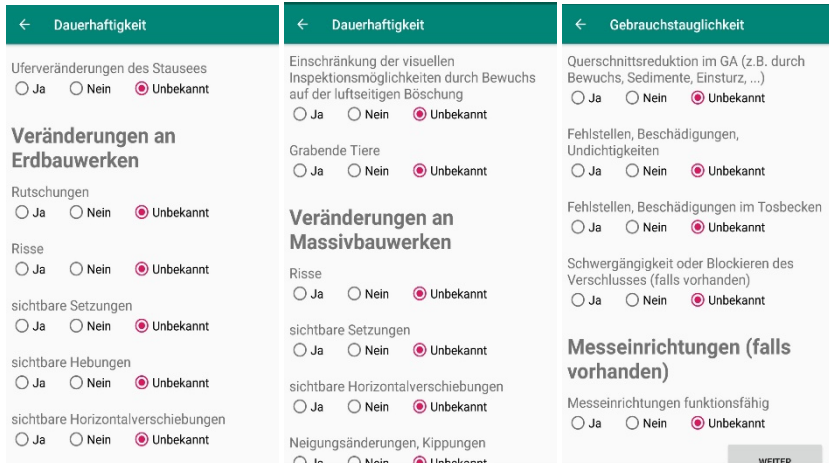


Abbildung 4: ZASA Screenshots (Fragen zur Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit).

Der zweite Schritt beinhaltet eine Auswertung hinsichtlich lückenhafter, unklarer oder widersprüchlicher Angaben. Eine Liste fehlender Nachweise wird zusammengestellt und ausgegeben. Dies erlaubt dem Anlagenbetreiber, weitere Schritte zur Ermittlung der Daten und Führung der Nachweise zu veranlassen.

Im letzten Schritt wird bei ausreichender Datenbasis eine Anlagensicherheitsbewertung ähnlich einem Schulnotensystem zurückgegeben. Dies erfolgt unter Angabe der jeweiligen Unsicherheit, die dann steigt, wenn wesentliche Informationen nicht zur Verfügung standen. Kriterien, die auf eine mangelnde Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit oder Gebrauchstauglichkeit der Anlage hindeuten, werden zusätzlich tabellarisch zusammengestellt und benannt.

## 6 Ausblick

Die App existiert zurzeit als beta-Version. In einem nächsten Schritt ist die Testung an realen Anlagen unter Einbeziehung der Betriebserfahrungen geplant.

Die Kalibrierung und Wichtung einzelner Antworten sowie die Ableitung des Streubereiches (Unschärfe) bei nur teilweise vorliegenden Informationen soll an Hand von Schadensfällen und speziellen Betriebssituationen bekannter Anlagen vorgenommen werden.

Perspektivisch wird erwogen, den hinterlegten Algorithmus lernfähig zu gestalten, um eine Vielzahl von Betriebserfahrungen in die Weiterentwicklung und die Erhöhung der Zuverlässigkeit der Aussage einzubeziehen.

## 7 Literatur

- BAW-Merkblatt Dammspektion (MDI), Ausgabe 2017
- Bornschein, A.; Aigner D.; Pohl R. (2002): Der Dammbruch von Glashütte. wwt awt, Berlin, Heft 7, S. 6-10
- Bornschein, A. (2014): One-dimensional and two-dimensional hydraulic-numerical modeling of dam break waves. In: Schleiss et al. (eds.) River Flow 2014. Taylor & Francis Group, London, S.1699-1706 (211.pdf)
- DWA-M 522 (2015): Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhalte-becken, Merkblatt Hennef, Mai 2015
- DWA-T3 (2019): Dokumente für kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken. Handreichung für Betreiber ergänzend zu Merkblatt DWA-M 522, Themenheft, Hennef, Juli 2019
- Glatthaar, D., Kuttler, W. (1979): Dammbruchbedingte Hochwasser-schäden auf Talauen. Natur und Museum, Bd. 109, Heft 5, Frankfurt a.M., S. 156-164
- Hamburger Abendblatt (1977): 30-Millionen-DM-Schaden durch Damm-bruch, 195/23.08.1977, S. 14
- Hessischer Landtag (1977): Antwort des Ministers für Landwirtschaft und Umwelt auf die kleine Anfrage des Abg. Stanitzek (CDU) betreffend Staudammbruch in Kirchheim, Drucksache 8/5380 vom 12.12.1977, Landtag Hessen, <http://starweb.hessen.de/cache/DRS/08/0/05380.pdf>, Zugriff am 29.12.2019
- Hofrichter, R. (2017): Chronologie einer Katastrophe. <http://info.koenigheimer.com/koenigheim/hochwasser.htm>, Zugriff am 25.1.2017
- HR-Online (2012): Als der Seepark-Staudamm brach. Hessenschau vom 8.2.2012, <http://www.hr-online.de/website/archiv/hessenschau/hessenschau.jsp?t=20120208&type=v>

- Köhler, A., Bornschein, A., Pohl, R. (2018): Sicherheit mittlerer und kleiner Stauanlagen. Wasserwirtschaft (108)4, S. 24-31
- LUBW (2007): Arbeitshilfe zur DIN 19700 für Hochwasserrückhaltebecken. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- Pohl, R. (2019): Talsperrensicherheit und Folgen bei Überschreiten der Bemessungsannahmen. Wasserwirtschaft 109(2019)5, S. 174-177
- Rupp, A. (2007): Versagen der Stauanlage Gissigheim. In: Erfahrungsaustausch Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg. Berichtsband zur 13. Jahrestagung am 29.11.2006, Dotternhausen, erschienen im September 2007, S. 7-9
- Sieber, H.-U. (2004): Die Berücksichtigung von Risikoaspekten in den Sicherheitsnachweisen für Talsperren nach der novellierten DIN 19700. Wasserbauliche Mitteilungen, Heft 27, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, Technische Universität Dresden
- Singh, V. P. (1996): Dam Breach Modeling Technology. Kluwer Academics Publisher, Dordrecht, The Netherlands
- Yochum, S. E., Goertz, L. A., Jones, P. H. (2008). Case study of the Big Bay dam failure – accuracy and comparison of breach prediction. J. of Hydr. Eng., September, S. 1285-1293, doi:10.1061/(ASCE)0733-9429(2008)134:9(1285)
- WDAM (2017): <http://www.wdam.com/story/12204070/settlement-reached-in-big-bay-dam-break-trial>, Zugriff am 24.1.2017

Autoren:

Dr.-Ing. Antje Bornschein

Prof. Dr.-Ing. habil. Reinhard Pohl

iKD Ingenieur-Consult GmbH  
Zur Wetterwarte 50  
Haus 337/G  
01109 Dresden

Institut für Wasserbau und  
Technische Hydromechanik  
Technische Universität Dresden  
01062 Dresden

Tel.: +49 351 88441-26  
Fax: +49 351 88441-33  
E-Mail: antje.bornschein@ikd-consult.de

Tel.: +49 351 463-  
Fax: +49 351 463  
E-Mail: reinhard.pohl@tu-dresden.de