

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Malewski, Christian; Spies, Karl-Heinz**

## **TaMIS – Ein Baustein zur Digitalisierung für das Risikomanagement an Talsperren**

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/20.500.11970/104619>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Malewski, Christian; Spies, Karl-Heinz (2018): TaMIS – Ein Baustein zur Digitalisierung für das Risikomanagement an Talsperren. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Wasserbauwerke im Bestand - Sanierung, Umbau, Ersatzneubau und Rückbau. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 60. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 221-227.

### **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.



# TaMIS – Ein Baustein zur Digitalisierung für das Risikomanagement an Talsperren

Christian Malewski  
Karl-Heinz Spies

In dieser Arbeit stellen wir mit dem Talsperrenmanagement- und Informationssystem (TaMIS) ein System vor, welches sicherheitstechnische Entscheidungshilfen für relevanten Parameter einer Talsperre bereitstellt. Um der Anforderung einer bestmöglichen Kompatibilität gerecht zu werden, fußt TaMIS auf offenen, standardisierten Datenmodellen und Webschnittstellen. Durch seine abgesicherte Verfügbarkeit im Web und die Institutions-übergreifende Datennutzung fügt sich TaMIS als weiterer Baustein in die Digitalisierungsstrategie im Kontext der Wasserwirtschaft 4.0 ein.

Stichworte: Talsperren, Sicherheitsmonitoring, Digitalisierung, Sensor Web

## 1 Talsperrenmonitoring

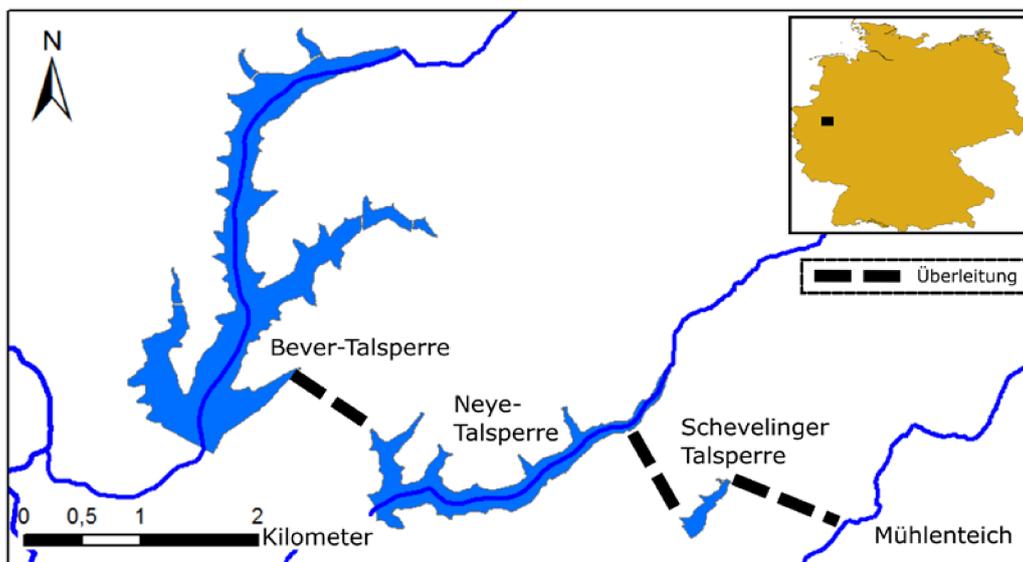
Talsperren fallen wesentliche Aufgaben in unserer Gesellschaft zu. Neben ihrer Hauptaufgabe, der Sicherung der Brauch- und Trinkwasserversorgung des Umlandes, werden Talsperren zur Vermeidung aufkommender Hochwasserrisiken, der Niedrigwasseraufhöhung und der Stromerzeugung genutzt. Talsperren unterliegen dem direkten Einfluss unterschiedlicher Natureinwirkungen. Im Versagensfall eines Staudammes kann es zu erheblichen Schäden im Umfeld kommen. Talsperrenbauwerke fallen deshalb in die Kategorie der kritischen Infrastruktur.

Die Gefahren für das Versagen von Staudämmen lassen sich unter anderem in drei Kategorien einteilen: unkontrollierter Überlauf (Abtrag des Dammbauwerks an der Dammkrone), erhöhtes, unkontrolliertes Sickerwasseraufkommen (Abtrag des Dammbauwerks am Dammfuß) und Deformation (Risse und Undichtigkeiten im Dammbauwerk). In diesen drei Fällen ist vor allem die Standfestigkeit des Dammbauwerks gefährdet. Talsperrenbauwerke bedürfen daher eines kontinuierlichen Monitorings, wofür unterschiedliche Messparameter erhoben werden. Diese Messparameter sind in DIN 19700 – 2004 explizit definiert.

Um frühzeitig Gegenmaßnahmen im Gefährdungsfall zu ergreifen, ist eine frühzeitige Detektion einer potentiellen Gefahrenlage notwendig. Das im gleichna-

migen Forschungsvorhaben entwickelte Talsperrenmess- und Informationssystem (TaMIS) zielt auf die Bereitstellung von Entscheidungshilfen für das Sicherheitsmanagement von Talsperren ab. Die Entscheidungshilfen werden auf Basis der Darstellung von Richtwerten und Kennzahlen für den Talsperrenbetrieb sowie von Vorhersagen kaskadierender Effekte im Talsperrenumfeld abgeleitet, um das bestehende Restrisiko an einem Dammbauwerk weiter zu minimieren.

Das TaMIS-System kommt zunächst in der Modellregion Bever-Block in Nordrhein-Westfalen zum Einsatz (Abbildung 1). Eine zentrale Anforderung an das System ist eine intuitive, praxisgerechte Bedienung, die einfache Anpassbarkeit an die Bedürfnisse des Talsperren-Betriebs und die Übertragbarkeit auf andere Talsperren und Anlagen.



**Abbildung 1:** Der Bever-Block ist ein Talsperrenverbund aus Talsperren, welche durch Überleitungen miteinander verbunden sind

## 2 Geostandards – der Schukostecker für das digitale Datenmanagement

Um der Anforderung einer bestmöglichen Übertragbarkeit gerecht zu werden, fußt das TaMIS-System auf offenen, standardisierten Datenmodellen und Webschnittstellen. TaMIS bedient sich hierbei aus Standardprotokollen des Open Geospatial Consortiums (OGC). Das OGC ist eine gemeinnützige Organisation, die sich zum Ziel gesetzt hat, Standards für den Umgang und Austausch von raumbezogenen Informationen (Geodaten, Messdaten) zum Zweck der Interope-

rabilität festzulegen. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die Systemkomponenten, welche im Folgenden ausgeführt werden.

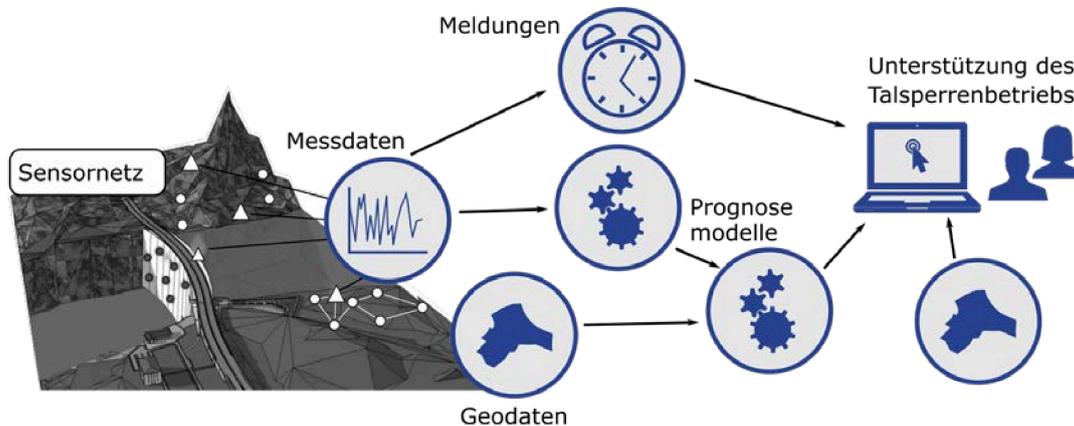


Abbildung 2: Das TaMIS Systemkonzept

## 2.1 Einheitliche Webdienste für den Zugriff auf Messdaten

Die Webdienste sind der logische Unterbau des TaMIS-Systems. Sie stellen zum einen den Zugriffspunkt auf Mess- und Geodaten dar und enthalten zum anderen die Logik für die Geoprozessierung und Prüfung der gemessenen Werte auf Unregelmäßigkeiten. Im Folgenden sind die unterschiedlichen Webdiensttypen näher erläutert.

### *Zugriff auf Messdaten*

Die Form der Datenaufnahme an Talsperren erfolgt je nach Messgröße und Aktualitätsbedarf automatisiert, halb-automatisiert oder manuell. Am Dammbauwerk der Bever-Talsperre sind unterschiedliche Messsysteme (z.B. Sohlenwasserdruck, Sickerwasser) vorhanden, deren Daten in verschiedenen Fachsystemen gesammelt und analysiert werden. Aus diesen Fachsystemen existiert ein regelmäßiger Importmechanismus in eine vereinheitlichte Datenbank, um die Daten in einem nächsten Schritt abteilungs- und institutsübergreifend austauschen zu können. Die in der oben genannten Datenbank vorliegenden Messdaten stehen über standardisierte Webdienste bereit, die im OGC Sensor Observation Service-Standard (Bröring et al., 2011) definiert sind.

Für ein engmaschigeres Monitoring an der Bever-Talsperre wurde das bestehende Sensornetzwerk erweitert. Die Daten aus diesen neuen Sensoren lassen sich ihrerseits über SOS-Schnittstellen abrufen. Hierdurch wird die Wiederverwendbarkeit der Messdaten extrem erhöht und der TaMIS Client mit erheblich reduziertem Aufwand auf die neuen Daten zugreifen. Zudem können so auch standardisierte Daten anderer Institutionen (Open Data) eingebunden werden.

### *Zugriff auf Geobasisdaten*

Die Grundlage für die räumliche Einordnung der Messungen bildet digitales Kartenmaterial (Einzugsgebiet, Topologie, Topographie, detaillierte Lagepläne). Diese Geobasisdaten sind über das OGC Web Map Service-Dienste (*Open Geospatial Consortium, 2006*) verfügbar.

Da für die Standsicherheit die Messgröße Höhe (Piezometer) relevant ist, bringt eine 3D-Visualisierung des Dammmuffeldes einen erheblichen Mehrwert und wurde in TaMIS integriert. Hierbei werden Teilstrukturen des Dammbauwerks (Grundablass, Hochwasserentlastung) im OGC Standardformaten KML (*Wilson, 2008*) und CityGML (*Gröger et al., 2008*) modelliert und bereitgestellt.

### *Modellberechnungen über das Web*

Im Hinblick auf die frühzeitige Detektion potentieller Gefahrenquellen werden die als Open Data vorliegenden Unwetterwarnungen des Deutschen Wetterdienstes eingebunden. Der Einfluss zu erwartender Wetterparameter z.B. Starkregenereignis auf das Absperrbauwerk kann in einem zweiten Schritt mittels bereitgestellter Prognosemodelle abgeleitet werden. Die verschiedenen Prozessierungstypen (z.B. 12h-Prognose des aufkommenden Sickerwassers) werden dem TaMIS System über ein weiteres OGC Webprotokoll, den Web Processing Service-Standard (WPS) (*Müller & Pross, 2015*), zur Verfügung gestellt. Der WPS-Dienst bezieht die zur Prognose notwendigen Eingabedaten seinerseits von den entsprechenden SOS-Diensten. Aus den Prognoseergebnissen können mögliche Auswirkungen eines Starkregenereignisses auf das Sickerwasserverhalten und die Durchfeuchtung des Dammbauwerks und somit eine etwaige Gefährdung der Standsicherheit abgeschätzt werden.

### *Meldung von Unregelmäßigkeiten*

Bei dem Betrieb einer Talsperre sind Grenzwerte zu beachten, die sich nach Prioritäten differenzieren. Ein kritischer Grenzwerttyp ist der Hochwasserschutzraum, welcher für den Ernstfall stets eingehalten werden muss, um einen Überlauf der Talsperre zu vermeiden. Zu den weniger kritischen Werten gehört eine minimale Wasserabgabemenge für die Stromerzeugung. Im Falle einer Grenzwertüberschreitung oder eines Sensorausfalls werden Meldungen erstellt, die auf entsprechende Unregelmäßigkeiten hinweisen. Die Entwicklung dieser Komponente basiert auf dem sich derzeit in der Standardisierung befindliche OGC Publish/Subscribe Interface-Protokoll (*Bigagli et al., 2013*).

## **2.2 Der TaMIS-Webclient**

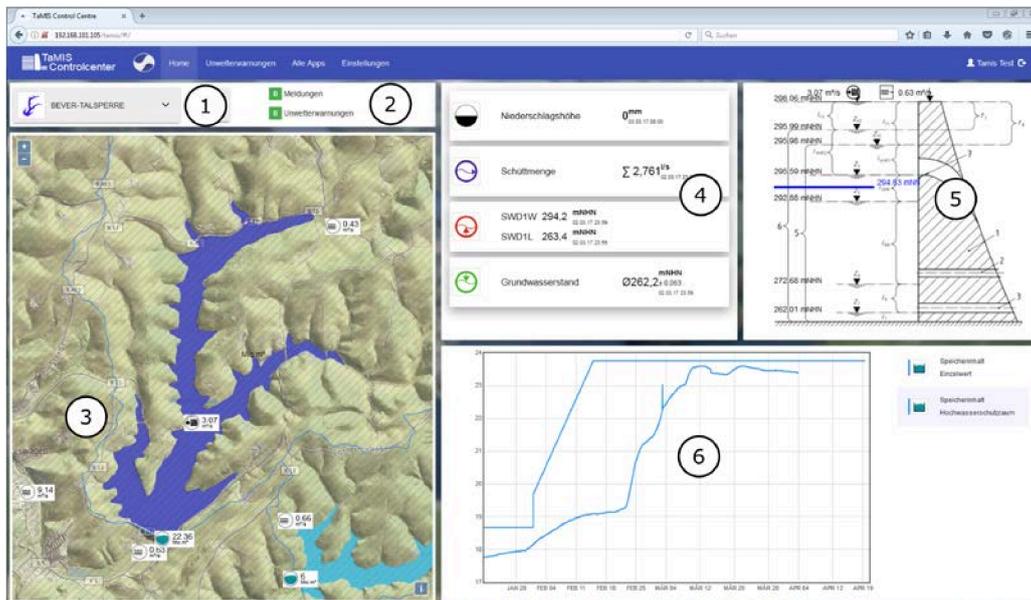
Der TaMIS Web-Client ist der zentrale Zugriffspunkt für die Nutzer. Aufbauend auf den Webdiensten zur Messdatenbereitstellung und Modellberechnung stellt

der Web-Client Messdaten und Prozessergebnisse visuell dar. Im Projekt TaMIS liegt der Fokus auf dem Sicherheitsmonitoring von Talsperren. Die Anwendung wird in enger Zusammenarbeit mit dem späteren Nutzerkreis konzipiert. So wird eine hohe Praktikabilität des Systems sichergestellt. Um die Fragestellungen weiterer Nutzergruppen zu bedienen, ist die Webanwendung modular konzipiert und kann je nach Anwendungsfall angepasst werden. Abbildung 3 zeigt die Startansicht der Anwendung, welche einen Überblick über das Untersuchungsgebiet und die aktive Talsperre bietet.

- (1) Diese Auswahlliste zeigt die hinterlegten Talsperren. Im vorliegenden Fall sind dies die Talsperren des Bever-Blocks.
- (2) Hier werden Hinweise auf Meldungen im Bereich der aktiven Talsperre gezeigt.
- (3) Die Kartenkomponente bindet nicht nur die digitalen Hintergrundkarten ein, sondern zeigt auch eine vordefinierte Auswahl aktueller Messwerte im Bereich des Bever-Blocks in ihrem räumlichen Kontext. Hier werden Zu- und Abflüsse sowie der jeweilige Talsperreninhalt angezeigt.
- (4) Diese Komponente zeigt auf einen Blick sicherheitsrelevante Messwerte an der Talsperre, wie die Schüttmenge oder die Sohlenwasserdruckdifferenz zwischen Wasser- und Luftseite.
- (5) Diese Komponente zeigt die Stauziele der aktiven Talsperre. Die Hintergrundgrafik ist der DIN 19700 entnommen und stellt schematisch eine Talsperre dar.
- (6) Die Zeitreihenkomponente erlaubt eine Untersuchung des Stauverlaufs über beliebige Zeiträume. Hier sind der einzuhaltende Hochwasserschutzraum mit Talsperreninhalt und Niederschlag gezeigt.

### **3 Diskussion und Ausblick**

Das TaMIS-System ordnet sich als Baustein in die digitale Infrastruktur eines Talsperrenbetriebs ein, in welcher sich Prozessleitsysteme (PLS) zur Steuerung und Überwachung eines einzelnen Dammbauwerks etabliert haben. PLS sind in der Regel so konzipiert, dass sie möglichst eng mit den Prozessen und Sensoren vor Ort gekoppelt sind, um im Gefährdungsfall die entsprechenden Steuerungsmechanismen bereitzustellen.



**Abbildung 3:** Die Startansicht des TaMIS Web-Clients gibt einen Überblick über die wichtigsten Messwerte, Meldungen, die räumliche Einordnung und den zeitlichen Verlauf von ausgewählten Messreihen.

TaMIS ergänzt diese Funktionalität und erlaubt auf operativer Ebene einen gesamtheitlichen Blick auf Talsperren-Cluster, indem es die bestehenden Daten talsperren- und abteilungsübergreifend zusammenführt und mit Webanwendungen visualisiert. Auf Leitungsebene kann so die Rolle einer Talsperre in einem Talsperren-Cluster im Hinblick auf die Wasserbewirtschaftung genauer eingeordnet werden, um z.B. Betriebsregeln exakter zu definieren, weil übermäßige Abgaben aus der Talsperre vermieden und der Speicherinhalt intelligenter bewirtschaftet werden kann; in Zeiten des Klimawandels zunehmend bedeutsame Aspekte.

Durch den Umweg über standardisierte Webschnittstellen und Datenmodelle und die daraus entstehenden Importprozessketten entsteht zwar eine gewisse Datenlatenz. Durch die Trägheit der Prozesse an einer Talsperre sind die gesammelten Daten und berechneten Analysen dennoch zeitaktuell.

Aus der Verfügbarkeit im Web entstehen zudem noch weitere Vorteile, die in Zukunft im Hinblick auf eine Wasserwirtschaft 4.0 an Bedeutung gewinnen werden. Das in Deutschland vorgeschriebene Berichtswesen kann hierdurch teilautomatisiert werden. In Zeiten des digitalen Wandels ist es folgerichtig, dass sich interne Prozesse z.B. die Erstellung von Sicherheitsberichten, durch automatische Generierung von Textblöcken und Diagrammen optimieren lassen. Auch die Kommunikation mit Aufsichtsbehörden kann durch ein derartiges System immens erleichtert werden. Wenn es für die Verantwortlichen möglich ist, sich in einem Talsperren-System anzumelden, können die wichtigen Ganglinien

auf einen Blick und interaktiv abgelesen und die Messdaten bei Bedarf gespeichert werden.

Das Forschungsvorhaben TaMIS ist abgeschlossen. Der nächste Schritt besteht darin, den entstandenen Prototypen zu einem robusten System weiterzuentwickeln. Im gleichen Atemzug entstehen weitere Funktionalitäten, wie die Visualisierung von Betriebstagebüchern im Web und die Vereinfachung von Handeingaben.

Da TaMIS modular aufgebaut ist, lässt sich seine Rahmenstruktur als Basis für weitere Entwicklungsprojekte verwenden. Das Forschungsvorhaben MuDaK-WRM setzt den Fokus auf die Ableitung von Gewässergüteparametern aus Fernerkennungsdaten. Das TaMIS Basissystem wird hierbei um die Visualisierung von Gewässergüteparametern und aktuellen Satellitenbilddaten ergänzt.

## 4 Literatur

- Open Geospatial Consortium. "OpenGIS Web Map Service version 1.3. 0." (2006).  
Bröring, A., Echterhoff, J., Jirka, S., Simonis, I., Everding, T., Stasch, C., Liang, S. & Lemmens, R. (2011). New generation sensor web enablement. *Sensors*, 11(3), 2652-2699.  
Wilson, T. "Ogc keyhole markup language, 2.2. 0." Open GIS Consortium (2008).  
Gröger, G., Kolbe, T. H., Czerwinski, A., & Nagel, C. (2008). OpenGIS city geography markup language (CityGML) encoding standard. Open Geospatial Consortium Inc, 1-234.  
Müller, M., & Pross, B. (2015). OGC WPS 2.0 Interface Standard, OGC. ISO 690  
Bigagli, L., Echterhoff, J., & Braeckel, A. (2013). The new OGC Publish-Subscribe specification-status of work. In EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 15, p. 11181).

Autoren:

Christian Malewski  
Karl-Heinz Spies

Abteilung GIS und GDI  
Wupperverband  
Untere Lichtenplatzer Straße 100  
42289 Wuppertal

Tel.: +49 202 583 316  
Fax: +49 202 583 101  
E-Mail: [cmi@wupperverband.de](mailto:cmi@wupperverband.de)  
[sps@wupperverband.de](mailto:sps@wupperverband.de)