

TaMIS – ein flexibles System für das Sicherheitsmanagement von Talsperren

TaMIS – A Flexible System for Security Management at River Dams

Christian Malewski¹, Karl-Heinz Spies¹

¹Wupperverband · cmi@wupperverband.de

Zusammenfassung: In dieser Arbeit stellen wir mit dem Talsperrenmanagement- und Informationssystem (TaMIS) ein System vor, welches das Sicherheitsmanagement von Talsperren verbessert. Es stellt nicht nur sicherheitstechnische Entscheidungshilfen für alle relevanten Parameter bereit, sondern auch Naturgefahren und Prognosen über Geoprocessingdienste verarbeitet. Durch die Vorhersage von Prozessen mit Gefährdungspotenzial im Talsperrenumfeld zielt TaMIS auf eine weitere Reduktion des hinzunehmenden Restrisikos ab, welches an diesen kritischen Infrastrukturen besteht. Das System basiert bestmöglich auf Standards aus dem digitalen Geodatenmanagement. TaMIS erreicht somit einen hohen Erweiterungs- und Übertragbarkeitsgrad und soll nach einer Testphase auf weitere Talsperren-Cluster erweitert werden.

Schlüsselwörter: Talsperren, Monitoring, Sicherheitsmanagement, Geodateninfrastrukturen, Sensor Web

Abstract: *In this work we present the river dam management and information system TaMIS that improves safety management at river dams. Herewith it supports not only decision-making regarding technical security for all relevant parameters but also includes nature forces and predictions via geoprocessing services. Through forecasting of threatening processes within the river dam environment, TaMIS aims at further reducing the acceptable residual risk that exists at such infrastructure. The system is based on standards from the field of digital geodata management. TaMIS therefore reaches a high degree of extension and transferability. TaMIS will be extended with further river dam clusters after a testing phase.*

Keywords: *River dams, monitoring, safety management, geodata infrastructures, sensor web*

1 Motivation

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 und 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 (siehe DIN 19700: 2004).

Um im Gefährdungsfall rechtzeitig Gegenmaßnahmen zu ergreifen, ist eine frühzeitige Detektion einer potenziellen Gefahrenlage notwendig. Das im gleichnamigen 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 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 (Abb. 1). Eine zentrale Anforderung an das System ist eine bestmögliche Übertragbarkeit und Erweiterbarkeit um weitere Talsperren.

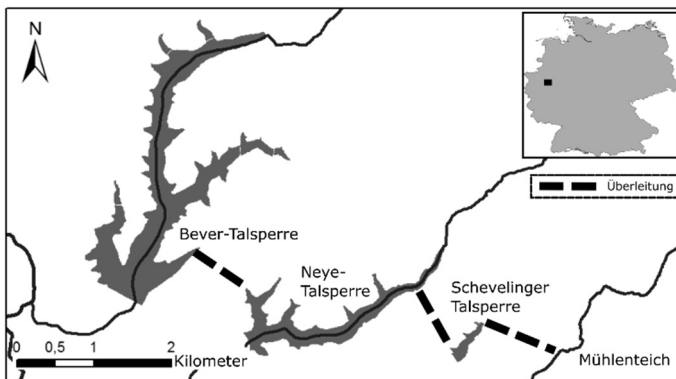


Abb. 1: Der Bever-Block ist ein Talsperrenverbund aus Talsperren, welche durch Überleitungen miteinander verbunden sind

2 Das Talsperrenmess- und Informationssystem

Um der Anforderung einer bestmöglichen Übertragbarkeit gerecht zu werden, fußt das TaMIS-System auf offenen, standardisierten Datenmodellen und Webschnittstellen. Im Hinblick auf die standardisierten Webschnittstellen (HTTP-Endpunkte) bedient sich TaMIS aus Standardprotokollen des Open Geospatial Consortiums (OGC). Das OGC ist eine gemeinnützige Organisation, die sich zum Ziel gesetzt hat, die Entwicklung von raumbezogener Informationsverarbeitung (insbesondere Geodaten) auf Basis allgemeingültige Standards zum Zweck der Interoperabilität festzulegen, um dem Ziel eines Geodaten Plug & Play kontinuierlich näher zu kommen. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die oben beschriebenen Systemkomponenten, welche im Folgenden ausgeführt werden.

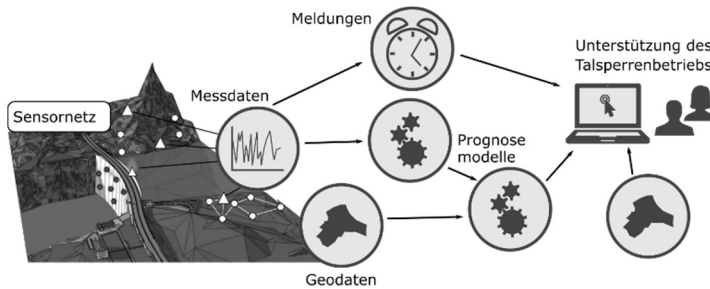


Abb. 2:
Das TaMIS-System-
konzept

2.1 Der TaMIS-Web-Client

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

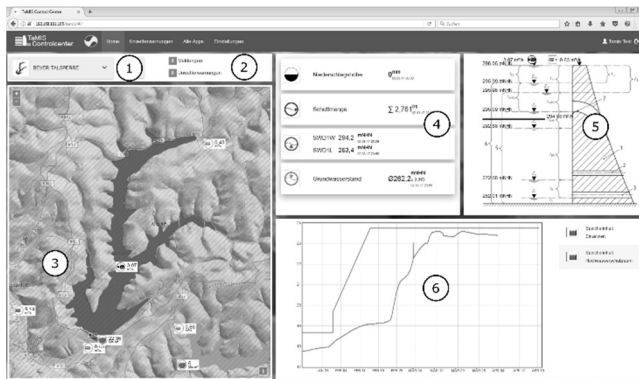


Abb. 3:
Die Startansicht des TaMIS-
Web-Clients gibt einen
Überblick über die wichtigs-
ten Messwerte, Meldungen,
die räumliche Einordnung
und den zeitlichen Verlauf
von ausgewählten Messrei-
hen

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) Das Kartenwidget 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 aus der DIN 19700 entnommen und stellt schematisch ein Dammbauwerk dar.
- (6) Die Zeitreihenkomponente erlaubt eine Untersuchung des Stauverlaufs über beliebige Zeiträume. Hier ist der einzuhaltende Hochwasserschutzraum mit Speicherinhalt gezeigt.

2.2 Die TaMIS-Webdienste

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 Geoprocessing und Prüfung der gemessenen Werte auf Unregelmäßigkeiten. Im Folgenden sind die unterschiedlichen Webdiensttypen näher erläutert.

Einheitliche Webdienste für den 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) installiert, deren Daten in verschiedenen Fachsysteme gesammelt und analysiert werden. Für jedes dieser Fachsysteme existiert ein regelmäßiger Importmechanismus, welcher die Messdaten in eine Datenbank mit einem vereinheitlichten Datenschema schreibt. Die in der oben genannten Datenbank vorliegenden Messdaten stehen über standardisierte Webschnittstellen bereit, die im OGC Sensor Observation Service-Standard (Bröring et al., 2011) definiert sind.

Für ein engmaschigeres Monitoring an der Bever-Talsperre wird 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.

Einheitliche Webdienste für den 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* (Wasserstand im Damm) 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. Standardisierter Webdienste stehen für den Bereich 3D derzeit noch nicht zur Verfügung.

Einheitliche Webdienste für die Berechnung von Prognosen

Im Hinblick auf die frühzeitige Detektion potenzieller 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 ver-

schiedenen Prozessierungstypen (z. B. 12-h-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.

Einheitliche Webdienste für die Meldung von Unregelmäßigkeiten

Bei dem Betrieb einer Talsperre sind Grenzwerte zu beachten, die sich in ihrer Wichtigkeit unterscheiden. Ein kritischer Grenzwerttyp ist der Hochwasserschutzraum (Schematische Abbildung?), 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 Meldungen erstellt, die auf entsprechende Unregelmäßigkeiten hinweisen. Die Meldungen sind über eine Sensor Eventing-Komponente durch das sich derzeit in der Standardisierung befindliche OGC Publish/Subscribe Interface-Protokoll (Bigagli et al., 2013) verfügbar.

3 Diskussion und Ausblick

Das TaMIS-System lässt sich gut in die digitale Infrastruktur eines Talsperrenbetriebs einordnen. Es ergänzt die Funktionalität klassischer Prozessleitsysteme (PLS), welche üblicherweise für die Steuerung und Überwachung von Dammbauwerken eingesetzt werden. 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. Für die Betrachtung der Rolle einer Talsperre in einem Talsperren-Cluster oder für die Beantwortung weiterer Fragestellungen aus der Wasserwirtschaft mangelt es solchen Systemen hierdurch aber an Flexibilität.

Diese Flexibilität bringt das TaMIS-System in die digitale Infrastruktur des Talsperrenbetriebes ein. TaMIS erlaubt einen gesamtheitlichen Blick auf Talsperren-Cluster und bietet so einen enormen Mehrwert. Auf diese Weise kann die Rolle, die eine Talsperre in einem Talsperren-Cluster im Hinblick auf die Wasserbewirtschaftung hat, genauer bestimmt werden. Beispielsweise kann so die Versorgungssicherheit mit Trinkwasser in einer Region besser bewertet werden. Weiterhin können aber auch die Betriebsregeln exakter definiert werden, 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. Weil die Standsicherheit einer Talsperre auch von Prozessen beeinflusst werden, welche sich außerhalb der Verantwortlichkeit von PLS abspielen, leistet TaMIS einen hohen Beitrag zur weiteren Reduktion des Restrisikos eines Dammversagens.

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 erheblich verbessert 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 den Aufsichtsbehörden kann durch ein derartiges System immens erleichtert werden. Wenn es für die Verantwortlichen möglich ist, sich im TaMIS-System anzumelden, können die wichtigen Ganglinien auf einen Blick und interaktiv abgelesen und bei Bedarf gespeichert werden.

Im Forschungsvorhaben besteht der nächste Schritt darin, das System im Produktivbetrieb zu testen und auf weitere Talsperren des Wupperverbands zu erweitern.

Literatur

- 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).
- Bröring, A., Echterhoff, J., Jirka, S., Simonis, I., Everding, T., Stasch, C. et al. (2011). New generation sensor web enablement. *Sensors*, 11(3), 2652–2699.
- Gröger, G., Kolbe, T. H., Czerwinski, A., & Nagel, C. (2008). *OpenGIS city geography markup language (CityGML) encoding standard*. Open Geospatial Consortium Inc, pp. 1–234.
- Müller, M., & Pross, B. (2015). *OGC WPS 2.0 Interface Standard*. OGC, ISO 690.
- Open Geospatial Consortium (2006). *OpenGIS Web Map Service version 1.3.0*.
- Wilson, T. (2008). *OGC keyhole markup language, 2.2.0*. Open GIS Consortium.