

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Malewski, Christian; Kollar, Sebastian; Förster, Christian; Spies, Karl-Heinz

Echtzeitnahes Monitoring risikobehafteter Bauwerke in der Wasserwirtschaft

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/20.500.11970/103345>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Malewski, Christian; Kollar, Sebastian; Förster, Christian; Spies, Karl-Heinz (2016): Echtzeitnahes Monitoring risikobehafteter Bauwerke in der Wasserwirtschaft. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Gewässerentwicklung & Hochwasserrisikomanagement - Synergien, Konflikte und Lösungen aus EU-WRRL und EU-HWRM-RL. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 57. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 401-410.

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.



Echtzeitnahes Monitoring risikobehafteter Bauwerke in der Wasserwirtschaft

Christian Malewski
Sebastian Kollar
Christian Förster
Karl-Heinz Spies

In diesem Beitrag stellen wir¹ unser Konzept für ein modulares Messinformationssystem vor. Dieses System ermöglicht es, operative Entscheidungshilfen für Talsperren als risikobehaftete Geoobjekte bereitzustellen und diese somit zuverlässig zu überwachen. Neben räumlichen Informationen sind die Anzeige, der Austausch und die Integration zeitlicher Messdaten ein Schwerpunkt in der Naturgefahrenüberwachung. Unser Konzept zielt darüber hinaus auf eine hohe Übertragbarkeit ab, indem es sich in großem Maße auf offene Geostandards stützt. Anwendung findet das System im Monitoring des Talsperrensystems Bever-Block² im geförderten Forschungsvorhaben TaMIS³.

Stichworte: OGC, SensorWeb, Security, Talsperrenüberwachung, Monitoring

1 Herausforderung für die Überwachung von Talsperren

Talsperren sind Teil einer risikobehafteten Landschaft, welche sich durch klimatische Veränderungen und menschliche Einflüsse dauerhaft ändert. Talsperren unterliegen einem direkten Einfluss unterschiedlicher Natureinwirkungen z. B. Hangrutschungen, welche kaskadierende Effekte auslösen können. Daher wird ihnen ein erhebliches Gefahrenpotential zugesprochen. Es besteht die signifikante Gefahr für sehr große Schäden im Umfeld. Dieser Aspekt ist in der DIN 19700 - 2004 berücksichtigt. Hier ist neben einer ausreichenden Dimensionierung der Anlage das Management des Restrisikos explizit gefordert. Hierfür konzeptionalisieren wir ein Talsperrenmess- und Informationssystem (TaMIS).

¹ Als sondergesetzlicher Wasserverband ist der Wupperverband für die Wassermengenwirtschaft und die Gewässergüte im Einzugsgebiet der Wupper verantwortlich. Der Verband betreibt zwölf Talsperren, elf Klärwerke, eine Schlammverbrennungsanlage und weitere Anlagen.

² http://www.wuppverband.de/internet/web.nsf/id/pa_de_bever-talsperre.html

³ <http://tamis.kn.e-technik.tu-dortmund.de/>

Dieses wird im gleichnamigen Forschungsvorhaben realisiert und im Wupperverband eingesetzt.

Die Gefahren für das Versagen von Staudämmen lassen sich unter anderen in die Kategorien unkontrollierter Überlauf, erhöhtes unkontrolliertes Sickerwasseraufkommen und Deformationen einteilen. Für ein umfassendes Risikomanagement bei Staudämmen sind Maßnahmen relevant, welche die Erfassung von Daten aus verschiedenen Bereichen einbeziehen. Üblicherweise werden solche Daten unabhängig voneinander gesammelt. Alle Daten besitzen ihre eigenen zeitlichen, räumlichen und kontextbasierten Anforderungen. Die Form der Datenaufnahme unterscheidet sich normalerweise von Fall zu Fall und kann automatisiert, semi-automatisiert oder manuell erfolgen.

Die zentrale Herausforderung besteht darin, vielparametrisierte Datensätze mit bodenbasierten Sensoren in einer großflächigen Umgebung des Bauwerks zu sammeln. Diese müssen quantitativ miteinander kombiniert und mit Systemen zur Prozessierung, Alarmierung und Visualisierung verbunden werden, um ein Maximum an Informationen für die Überwachung des Bauwerks zu erhalten. Für diese Datenkombination und deren Interoperabilität sind offene Standards von großem Nutzen.

2 Offene Geostandards

Das Open Geospatial Consortium (OGC) ist eine internationale, gemeinnützige Organisation. Ihre Mitglieder haben eine Reihe offener und standardisierter Datenformate und Schnittstellen für die Datenkombination entwickelt. Für unseren Anwendungsfall sind mehrere Standards relevant.

Die Auszeichnungssprache Observations & Measurements (O&M) (Cox, 2006) beschreibt automatische und manuelle Messungen und verfügt über ein hydrologisches Profil WaterML 2.0 (Taylor, 2012). Als Webdienst-Schnittstelle findet der Sensor Observation Service (SOS) (Na & Priest, 2007) Anwendung. Ein SOS-Dienst stellt den standardisierten Zugriff auf Messungen im O&M-Modell bereit. Folgende Anfrage an einen SOS-Dienst liefert beispielsweise die Abflussdaten an der Messstation *Reinshagensbever* im Zeitintervall von Oktober bis Dezember 2015:

```
http://www.fluggs.de/sos2/sos?service=SOS&version=2.0.0&request=GetObservation&responseformat=http://www.opengis.net/om/2.0&observedProperty=Abfluss&procedure=Einzelwert&featureOfInterest=Reinshagensbever&namespaces=xmlns%28om%2Chttp%3A%2F%2Fwww.opengis.net%2Fom%2F2.0%29&temporalFilter=om%3AphenomenonTime%2C2015-10-01T00:00:00.000Z%2F2015-12-31T23:59:59.999Z
```

Des Weiteren evaluieren wir den Einsatz der im OGC diskutierten Schnittstelle Sensor Event Service (SES) (*Echterhoff & Everding, 2008*). Ein SES-Dienst adressiert die Registrierung von und Benachrichtigung über definierte Ereignisse. Die oben genannten Standards werden unter dem Stichwort Sensor Web Enablement (SWE) (*Bröring et al., 2011*) zusammengefasst.

Weitere OGC Standards sind der populäre Web Map Service (WMS) sowie der Web Feature Service (WFS). Ein WMS-Dienst bietet die Funktionalität zum standardisierten Abruf bildbasierter Landkartenauszüge über das World Wide Web. Ein WFS-Dienst liefert demgegenüber standardisiert Definitionen über Geoobjekte.

Auf Basis dieser Standards wurde das Sensor Web im Wupperverband aufgebaut, um einen einheitlichen und schnellen Zugriff auf Messdaten aus verschiedenen Fachbereichen zu ermöglichen (*Heier & Spies, 2009*), (*Spies & Heier, 2011*). Zur weitergehenden Analyse heterogener raumbezogener Daten wurde der Web Processing Service-Standard (WPS) entwickelt (*Schut, 2007*) und praktische Einsatzmöglichkeiten umfangreich erprobt (*Heier et al., 2006*), (*Schäffler, 2010*). Derartige Geoprocessing-Systeme stellen Algorithmen zur Verarbeitung raum-zeitlicher Datensätze bereit (*Zhao et al., 2012*). Über die WPS-Schnittstelle werden in unserem Konzept Fachmodelle berechnet und weitergehende statistische Analysen ermöglicht.

Eine auf SWE aufbauende Geodateninfrastruktur ist in der Lage, Informationen aus heterogenen Quellen zu verarbeiten (*Bröring et al., 2011*). Diese Technologie gilt als zuverlässig, was durch verschiedene wissenschaftliche Studien untermauert ist. *Jirka et al. (2009)* haben gezeigt, wie SWE Komponenten in Feuer-, Luftverschmutzungs- und Feuersituationen verwendet werden können. Die Anwendung von Sensor Web zum Schutz vor Überflutungen wurde bereits von *Spies & Heier (2008)* durchgeführt.

3 Das Talsperrenmess- und -informationssystem

Das TaMIS-System stellt Entscheidungshilfen für das Sicherheitsmanagement von Talsperren als risikobehaftete Bauwerke durch die Vorhersage kaskadierender Effekte in deren Umfeld bereit. Das System adressiert hierbei die drei Aufgaben Alarmierung bei Grenzwertüberschreitung, räumliche und zeitliche Analysen sowie die Datenvisualisierung.

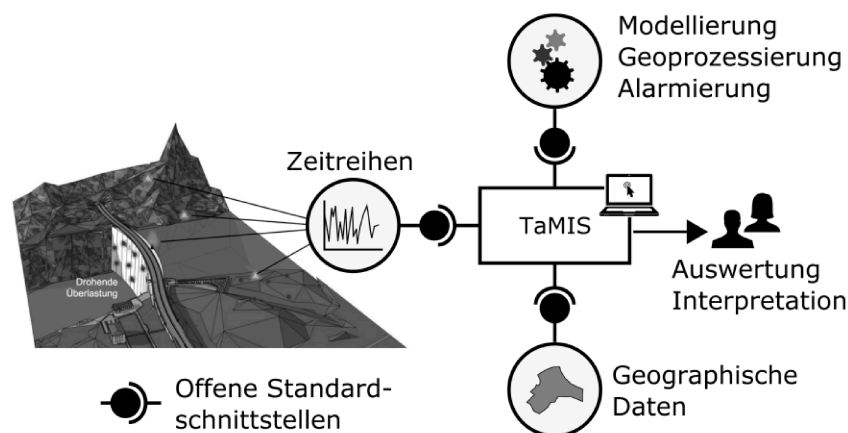


Abbildung 1: Komponenteneinheiten für das TaMIS System

Diese Herausforderungen werden mit der in Abbildung 1 gezeigten Systemarchitektur für das notwendige Sensor- und Mess-Subsystem des TaMIS-Projekts gelöst. Das System besteht aus den Komponenteneinheiten für Zeitreihen, Geoprozessierung, Geobasisdaten und der Kontrollcenterkomponente, welche durch offene Standardschnittstellen miteinander kommunizieren. Letztere ist der Zugriffspunkt für den Nutzer zur Interpretation und Interaktion. Im Folgenden werden die oben genannten Komponenteneinheiten detailliert vorgestellt.

3.1 Die TaMIS Zeitreihenkomponente

Das Untersuchungsgebiet ist mit einem dichten Sensornetz bestückt (Abbildung 2). Das Dammbauwerk selbst ist in die sechs Messebenen A-F unterteilt, welche senkrecht zum Dammbauwerk mit Piezometern ausgestattet sind (Abbildung 3). Innerhalb dieses Sensornetzes werden Messungen automatisch (z. B. Wetterparameter, Sickerwasser, Wasserstand) und manuell (z. B. Piezometer) generiert. Die Messungen werden von unterschiedlichen Fachabteilungen betreut, dort in proprietäre Fachanwendungen eingespeist, geprüft, prozessiert und zum Import in eine harmonisierte Datenbank freigegeben. Die harmonisierten Daten stehen dann über die SOS Schnittstelle⁴ zum Abruf bereit. Der andere Teil wird zunächst als Rohdaten in die Datenbank geladen und dem TaMIS System unmittelbar zur Verfügung gestellt.

Obwohl individuelle Messungen für einzelne Messpunkte nach heutigem Stand der Technik sehr genau sind, können daraus nach wie vor keine allgemeinen Rückschlüsse oder kaskadierenden Einflussfaktoren bestimmt werden.

⁴ <http://fluggs.wupperverband.de/sos2/sos?REQUEST=GetCapabilities&Service=SOS>

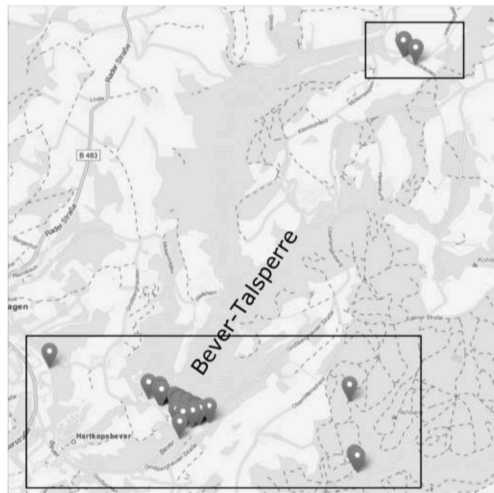


Abbildung 2: Sensormessnetz im Untersuchungsgebiet

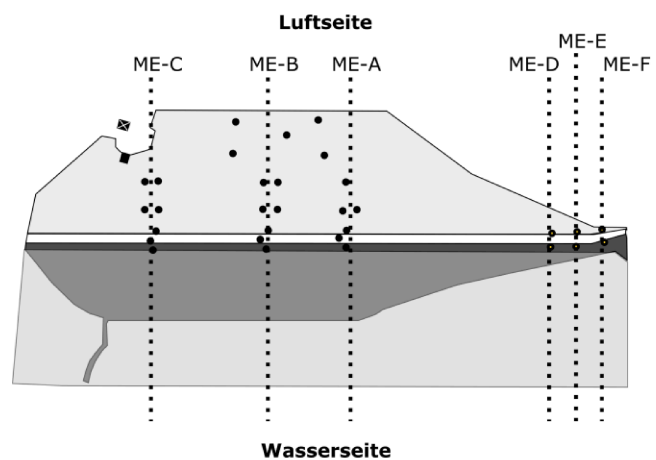


Abbildung 3: Messquerschnitte am Dammbauwerk

Die Überwachung beruht auf der Beobachtung verschiedener Systemparameter, die direkt oder indirekt für die Detektion kritischer Ereignisse relevant sind. Die kontinuierliche Sammlung realer Messdaten ist deshalb die Grundlage für das Risikomanagement in unserem konzipierten System.

Daher werden zusätzliche Sensoren ausgebracht: automatische Piezometer, welche drahtlos kontinuierliche Wasserstandsmessungen im Damm liefern, ergänzen die manuellen Messungen. Für die flächenhafte Bestimmung der Bodenfeuchte an der Luftseite des Dammbauwerks wird zusätzlich eine innovative Sensortechnologie erprobt, welche basierend auf Richtfunkcharakteristiken auf den Wassergehalt im Boden schließen kann (Abbildung 4).

Neben den Boden- und Wettereigenschaften wird die langzeitliche Deformation des Bauwerks mittels satellitengestützter Differentieller Globaler Positionierungssystem-Technik überwacht.

Nicht nur das Format, sondern auch der Prozess der Messdatenbereitstellung dieser Messtechniken ist heterogen. Während die zeitliche Differenz von der Erhebung bis zum Erscheinen der gemessenen Werte der neu ausgebrachten Sensoren klein ist, werden die Ergebnisse aus dem bereits vorhandenen Messsystem zunächst in Fachanwendungen der verschiedenen Fachbereiche integriert, dort eine Qualitätskontrolle unterzogen und dann frei gegeben.

Die Messungen werden in die bestehende Geoinformationsinfrastruktur integriert und sind somit ebenfalls über die SOS Schnittstelle abrufbar.

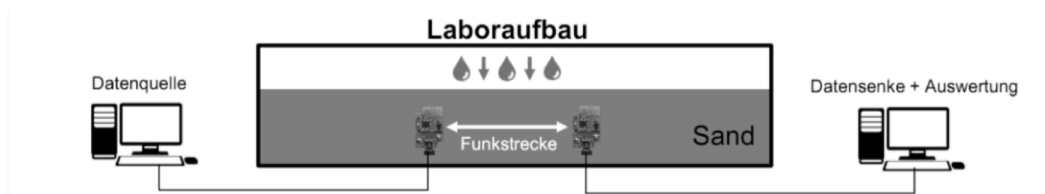


Abbildung 4: Die Sensortechnologie schließt aus Richtfunkcharakteristiken auf den Bodenwassergehalt

3.2 Die TaMIS Geoprozessierungskomponente

Innerhalb der Geoprozessierungskomponente sind mehrere Webdienste als Module realisiert, welche vom Nutzer aus einer Webanwendung angestoßen werden können (siehe 3.4.). Sie prozessieren die erhobenen Daten aus der Zeitreihenkomponente und stellen die Ergebnisse für die Visualisierung und Interpretation bereit.

Die Webdienste bieten hierbei verschiedene Funktionalitäten an. Es werden beispielsweise Simulations-Algorithmen und Modelle z. B. TALSIM (*Ostrowski & Lohr, 2002*) für kurzfristige hydrologische Prognosen bereitgestellt. Zudem werden über diesen Weg Funktionalitäten für Zeitreihenanalysen und räumliche Aggregation als geostatistische Verfahren zur Verfügung gestellt.

Die Webdienste werden die offene Schnittstelle WPS implementieren. Zudem wird für die Datenein- und -ausgabe das O&M-Modell unterstützt. Hierdurch ist eine nachhaltige und erweiterbare Verwendung von Algorithmen und Komponenten möglich.

3.3 Die TaMIS Komponente für geographische Daten

Geographische Basisdaten sind Grundlage für das System, da sie die erhobenen und prozessierten Messdaten in einen räumlichen Kontext stellen und so die Interpretation erleichtern. In dieser Komponente werden geographische Basisdaten zunächst für vier Anwendungsarten zur Verfügung gestellt: interaktive 2D-Webkarten, statische 2D-Draufsichten, statische 2D-Querschnittsansichten und interaktive 3D-Geoobjekte.

Für die 2D-Webkartenansicht werden WM(T)S-Dienste eingebunden. Der Austausch von Landkartenausschnitten mittels dieser Schnittstellen ist der am häufigsten realisierte Geostandard und nicht mehr aus Webkartenanwendungen wegzudenken.

Für die statische 2D-Draufsicht (s. Abbildung 5) werden georeferenzierte Kartenausschnitte über einen Webdienst bereitgestellt. Durch ihre Georeferenz können Messungen in der Integrationskomponente automatisch mit dem Kartenausschnitt kombiniert werden.

Die 2D-Querschnittsansicht zeigt im vorliegenden Fall einen Querschnitt der Messebenen A-F (Abbildung 3). Die Querschnittsgrafik ist ähnlich wie im obigen Fall georeferenziert um die Messpunkte automatisch hinzufügen lassen zu können.

Die 3D-Ansicht, bietet die Möglichkeit, das Bauwerk mit seiner Peripherie zu betrachten und Höheninformationen interaktiv darzustellen. Hierfür befinden sich derzeit Standardkandidaten (3D Portrayal Standard⁵) in Diskussion.

3.4 Die TaMIS Komponente Kontrollcenter

Das TaMIS-Kontrollcenter wird als Webanwendung realisiert. Es ist durch seine Single-Site-Architektur modular, konfigurierbar und erweiterbar. Das TaMIS-Kontrollcenter wird aus einer Sammlung von Informationsmodulen (Widgets) zusammengesetzt. Diese sind auf das Monitoring von Talsperren zugeschnitten und können bei Bedarf durch weitere ergänzt werden. Das JavaScript Framework AngularJS⁶ für die Entwicklung modularer Single-Site-Webanwendungen hat jüngst an Popularität gewonnen und bietet externe Bibliotheken für die Einbindung und Visualisierung geographischer und zeitlicher Daten an. Zudem ist eine Sicherheitskomponente eingebaut. Die Widgets können in TaMIS zu umschaltbaren Kontrollsichten (Dashboards) zusammengeführt werden, um so für einen Anwendungsfall zugeschnittene Informationen auf einen Blick zu haben. Je nach Widgettyp werden unterschiedliche Standardschnittstellen angesprochen. Abbildung 5 zeigt eine solche Kontrollsicht für das Monitoring der Bever-Talsperre. Es sind vier Widgettypen zusammengestellt: Die Talsperrendraufsicht kommuniziert mit der WMS und SOS Schnittstelle. Das Messdetails-Widget, die Messwertenzusammenstellung sowie zwei Instanzen des Ganglinien-Widgets integrieren die SOS-Schnittstelle. Die Widgets können miteinander verknüpft werden, sodass in dem Messdetail-Widget oder dem Ganglinien-Widget Informationen gezeigt werden, die zu dem ausgewählten Sensor im Draufsicht-Widget passen.

Für die Interaktion mit den WPS-Diensten werden ebenfalls Widgets entwickelt, die auf Basis eines ausgewählten Datensatzes Vorhersagen zu festgelegten Phänomenen treffen. Ein Beispiel ist die Vorhersage des Wasserpegels um den Talsperrenabfluss zu regeln. Die Ergebnisse der Geoprozessierung werden im Kontrollcenter zur Verfügung gestellt.

⁵ <http://www.opengeospatial.org/standards/requests/130>

⁶ <https://angularjs.org/>

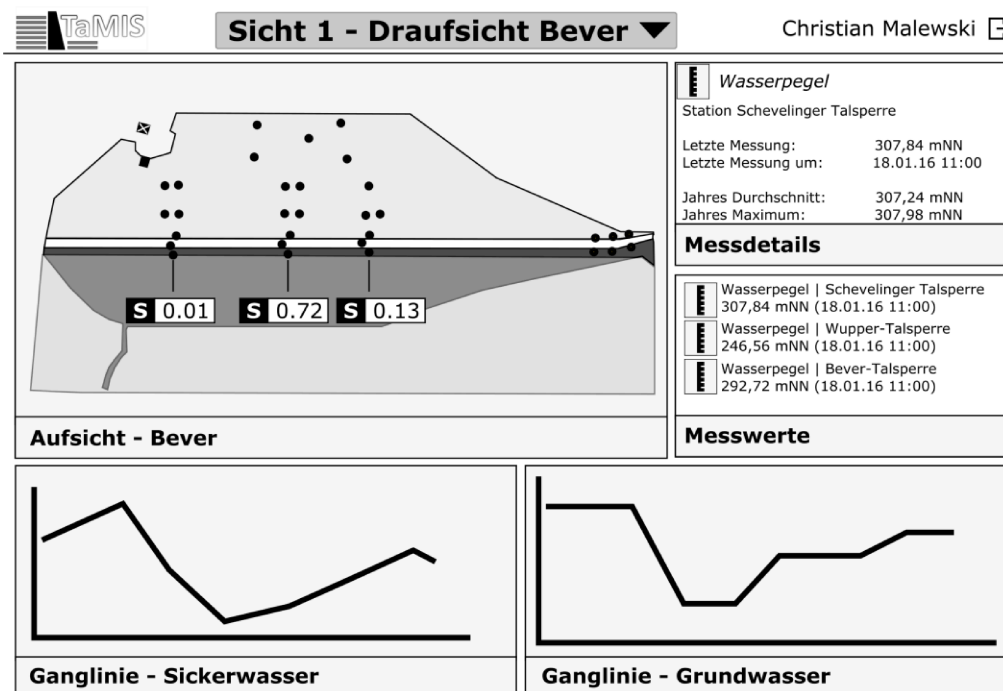


Abbildung 5: Beispiel für die Komposition von Widgets zu einer Kontrollansicht

Um dem Anspruch der guten Übertragbarkeit gerecht zu werden, werden offene Standards genutzt. Diese sind zwar interoperabel, müssen deshalb aber einen nicht unerheblichen Performanznachteil in Kauf nehmen. Diesem Performanznachteil begegnen wir mit einer intelligenten Zwischenschicht welche über die Timeseries API⁷ steuerbar ist und die Standardschnittstellen SWE und WPS kapselt und somit vereinfacht. Die Benutzeroberfläche des Kontrollcenters wird im Wupperverband erprobt und zusammen mit den späteren Nutzern entwickelt.

4 Fazit und Ausblick

Diese Arbeit stellt unser Konzept für ein modulares Messinformationssystem für Talsperren vor. Dieses Messsystem besteht aus einer Reihe von Anwendungs- und Webdienstmodulen, welche in den Komponenteneinheiten Zeitreihenbereitstellung, Geoprozessierung, Geobasisdatenbereitstellung sowie das TaMIS Kontrollcenter zusammengefasst sind. Das Konzept ermöglicht ein konfigurierbares Risikomanagement-System. Dabei wird im betrachteten Fall der Wassergehalt im Boden und im Absperrbauwerk bestimmt. Dies kann aufgrund der Bewegun-

⁷ <http://sensorweb.demo.52north.org/sensorwebclient-webapp-stable/api-doc/>

gen des Wassers eine Hilfe für die Lokalisierung von Sickerwasserstellen sein, wodurch mögliche Schäden am Damm frühzeitig vermieden werden können.

Mit Blick auf das Zeitintervall zwischen Datenaufnahme des Sensors und Datenverfügbarkeit im System muss ein Kompromiss eingegangen werden. Zwar ist es technisch möglich, die Rohdaten der neu ausgebrachten Sensoren im System zu visualisieren, allerdings sind die Daten nicht so verlässlich, wie solche, die durch die Fachabteilungen geprüft und freigegeben werden. In zukünftigen Entwicklungen muss deshalb die Unterstützung dieser Prüfprozesse untersucht werden. Gleichzeitig können die Vorhersagemodelle evaluiert und hinsichtlich ihrer Vorhersagespanne verbessert werden.

Bei der Konzeption des Systems und der Verknüpfung der Module kommen in erster Linie offene Geostandards zum Einsatz um die Übertragbarkeit des Systems zu gewährleisten. Hierdurch wird der Weg hinsichtlich einer Plug & Play Integration des Systems geebnet. Das TaMIS-System kann mit wenig Aufwand in solche Infrastrukturen eingepasst werden, mit welchen ähnliche Überwachungsaufträge erfüllt werden sollen. Voraussetzung hierfür ist, dass die bestehende Infrastruktur offenen Standards folgt und Geobasisdaten und Zeitreihen mittels OGC Schnittstellen bereitstellt. Die Anwendungsmodule sind austauschbar und ergänzbar. Das Kontrollcenter ist daher auf einen abgewandelten Anwendungsfall anpassbar.

5 Danksagung

Diese Arbeit wurde gefördert durch das BMBF im Sonderprogramm “Geotechnologien” unter der Kennung 03G0854B.

6 Literatur

- Bröring, A., J. Echterhoff, S. Jirka, I. Simonis, T. Everding, C. Stasch, S. Liang & R. Lemmens (2011): New generation sensor web enablement. *Sensors*, 11(3), 2652-2699.
- Cox, S. (2006). Observations and measurements. Open Geospatial Consortium Best Practices Document. Open Geospatial Consortium.
- Echterhoff, J., & T. Everding (2008). OpenGIS Sensor Event Service Interface Specification (pp. 08-133). Technical Report.
- Heier, C. & K.-H. Spies (2009): Einsatz der OGC Sensor Web Standards in der Wasserwirtschaft. In: *KW - Korrespondenz Wasserwirtschaft* 07/2009: S. 369-373.

- Heier, C., C. Kiehle & K. Greve (2006): Standardized Geoprocessing - Taking Spatial Data Infrastructures one step further. In: Proceedings of the 9th AGILE International Conference on Geographic Information Science, Visegrad, Hungary, pp. 273-282.
- Jirka, S., A.H. Broering & C. Stasch (2009): Applying OGC Sensor Web Enablement to Risk Monitoring and Disaster Management. GSDI 11 World Conference, Rotterdam, Netherlands.
- Na, A. & M. Priest (2007). Sensor observation service. Implementation Standard OGC.
- Schäffler, U., D. Moraru, C. Heier, K.-H. Spies & M. Schilcher (2010): Interpolation of precipitation sensor measurements using OGC Services. In: Greve, K. & Cremers, A. B. (Eds): EnviroInfo 2010. Integration of Environmental Information in Europe. Proceedings of the 24th International Conference on Informatics for Environmental Protection Cologne/Bonn, Germany. Aachen: Shaker Verlag, pp. 549-555.
- Schut, P., (2007): OpenGIS Web Processing Service, OGC 05-007r7, Online verfügbar: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=24151, letzter Aufruf 11.01.2016
- Spies, K.-H. & C. Heier (2008): OGC Sensor Web in der Praxis - Bereitstellung von Sensordaten in Geodateninfrastrukturen und personalisierter Hochwasserwarndienst. Proceedings 20. AGIT-Symposium Salzburg, July 2-4 2008, Salzburg, Austria, S. 721-725. Heidelberg: Wichmann
- Spies, K.-H. & C. Heier (2011): Sensor Web in der wasserwirtschaftlichen Praxis. In: gis.BUSINESS 7/2011: S. 54.
- Taylor, P. (2012): OGC WaterML 2.0: Part 1-Timeseries. Open Geospatial Consortium Implementation Standard, OGC 10-126r3, 149pp.
- Ostrowski, M., & H. Lohr (2002): Modellgestützte Bewirtschaftung von Talsperrensystemen. Wasser und Abfall, 4(1-3), 40-45.
- Zhao, P., T. Förster and P. Yue (2012): The geoprocessing web. Computers & Geosciences, 47, 3-12.

Autoren:

M.Sc.-Geoinf. Christian Malewski
Dipl. Ing. Sebastian Kollar
Dipl.-Geogr. Christian Förster
Dipl. Ing. Karl-Heinz Spies

Wupperverband
Untere Lichtenplatzer Straße 100
42289 Wuppertal

Tel.: +49 202 583 316
E-Mail: cmi@wupperverband.de
skol@wupperverband.de
cfr@wupperverband.de
sps@wupperverband.de