

Die Zukunft des Hochwasserschutzes als Teil der Wasserwirtschaft 4.0 – ein erster Blick durch die digitale Brille

Gesa Kutschera, Ralf Engels, Friedrich-Wilhelm Bolle, Holger Schüttrumpf (Aachen), Hermjan Barneveld und Marit Zethof (Lelystad/Niederlande)

Zusammenfassung

Die Hochwasserereignisse der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass eine bessere Datengrundlage, erhöhtes Prozessverständnis und Monitoring sowie die (online) Bereitstellung von Informationen, wie z. B. die Widerstandskraft von Deichen, zur Verbesserung des operativen Hochwasserschutzes hätten beitragen können. Das Hochwasserrisiko-Management der Zukunft setzt in Anlehnung an Industrie 4.0 eine ganzheitliche Betrachtung aller Phasen des Hochwasserrisikomanagementkreislaufes voraus. In aktuellen deutschen und niederländischen Forschungsprojekten werden die Digitalisierung, die Vernetzung, die Virtualisierung und die Visualisierung von Informationen untersucht, um Akteuren im Ereignisfall eine gute Entscheidungsgrundlage bereitstellen zu können. Neben der Weiterentwicklung und Verstärkung der Forschung ist der Transfer der Ergebnisse und Werkzeuge in die administrativen Ebenen, national sowie international, eine Herausforderung.

Schlagwörter: Hochwasser, Industrie 4.0, Wasserwirtschaft 4.0, Hochwasserrisikomanagement, Digitalisierung, Vernetzung

DOI: 10.3243/kwe2016.11.003

Abstract

The Future of Flood Protection as Part of the Water Management 4.0 – A First Glance through the Digital Spectacles

The flooding events of the past years have shown that a better data basis, increased understanding of processes and monitoring as well as the (online) provision of information, such as, for example, the resisting force of dikes, could have contributed to the improvement of operative flood protection. The flood protection of the future presupposes a holistic consideration of all phases of the flood risk management cycle based on Industry 4.0. In current German and Dutch research projects the digitalisation, the networking and the visualisation of information are investigated, in order to be able to provide a good basis for decision to actors with an incident. Along with the further development and continuance of research the transfer of the events and tools into the administrative level, national as well as international, is a challenge.

Key words: flooding, Industry 4.0, Water Management 4.0, flood risk management, digitalisation, networking

1 Einleitung

Die Begriffsformung der Wasserwirtschaft 4.0 lehnt sich an den Ausdruck Industrie 4.0 als Synonym für die vierte industrielle Revolution durch die Digitalisierung der Wertschöpfungskette und die Individualisierung der Produktion an [1].

Der Weg der Wasserwirtschaft führt analog zu Industrie 4.0 hin zu einer ganzheitlichen Betrachtung der Einflüsse des gesamten Wasserkreislaufes als Basis für einen nachhaltigen, effizienten und ressourcenschonenden Umgang mit Wasser. Die Erhöhung der Datendichte durch die Aufnahme möglichst aller relevanten Daten ist die Grundlage für das notwendige System- und Prozessverständnis.

Die Übertragung auf das Hochwasserrisiko-Management hat zum Ziel, die Phasen Vermeidung, Schutz, Vorsorge, Wiederherstellung/Regeneration und Überprüfung des Hochwasserrisikomanagementkreislaufes miteinander zu ver-

knüpfen und die Informationsdichte in allen Phasen möglichst zu erhöhen und verfügbar zu machen, um Hochwasserereignisse insgesamt besser beherrschen zu können. Dazu dienen die Schritte

- Digitalisierung und strukturierte Speicherung aller relevanten Informationen,
- Vernetzung aller Einzelinformationen zu einem durchgängigen Informationsmanagement,
- Virtualisierung aller bekannten Prozesse zur weitestgehenden Erhöhung der Informationsdichte bis hin zu Echtzeitdaten und
- Visualisierung der Informationen als Basis für eine komplexe Steuerung des Gesamtsystems in jeder Phase des Hochwasserkreislaufes,



Abb. 1: Integriertes Hochwasserrisikomanagement mit den Komponenten des Hochwasserschutzes in der Wasserwirtschaft 4.0 (nach [3])

die in Abbildung 1 in den Hochwasserrisikomanagementzyklus mit dem Schwerpunkt des operativen Hochwasserschutzes integriert sind.

Durch die Visualisierung kann der Faktor Mensch als Informationsmittelpunkt und als Entscheidungsträger mit einem möglichst breiten Wissen ausgestattet werden und dieses Wissen in kürzester Zeit für den aktuellen Anwendungsfall abrufen. Das Ziel ist, durch das Ineinandergreifen aller für den Hochwasserschutz relevanten Bereiche insbesondere den operativen Hochwasserschutz bzw. Katastrophenschutz zu verbessern, da im Ereignisfall schnell Entscheidungen getroffen werden müssen.

Aus rechtlicher Sicht sind Hochwasserschutz und Katastrophenschutz bezüglich der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten zu differenzieren. In Deutschland wird dies über die Katastrophenschutzgesetze der Länder geregelt. In Sachsen-Anhalt ist der Katastrophenfall für ein Hochwasserereignis so definiert, dass ein Überströmen/Versagen einer Hochwasser-schutzeinrichtung droht oder das Ereignis den Bemessungswasserstand deutlich überschreitet [2].

Die einzelnen Schritte des Hochwasserschutzes können neben dem operativen Hochwasserschutz auch zu Kommunikations- und Aufklärungszwecken für unterschiedliche Akteure der Wasserwirtschaft und auch der breiten Öffentlichkeit beitragen.

2 Hochwasserschutz in Deutschland und den Niederlanden – wo stehen wir heute und wie kann die Zukunft aussehen?

Wie im Hochwasserrisikomanagementkreislauf dargestellt, setzt sich der Hochwasserschutz aus unterschiedlichen Komponenten zusammen und bietet je nach Gewässer, Besiedlungsdichte und weiteren Faktoren unterschiedliche Handlungsmöglichkeiten. Im Allgemeinen sind der technische Hochwasserschutz und Katastrophenschutzmaßnahmen während eines Hochwasserereignisses für die Bevölkerung am präsentesten, da diese unmittelbar sichtbar sind oder sogar erlebt werden.

Für die Bemessung technischer Hochwasserschutzanlagen wie Mauern, Deiche, Sperrwerke an der Küste und Hochwasserrückhaltebecken im Binnenland gibt es in Deutschland und in den Niederlanden Normen, mit Hilfe derer ein Hochwasserschutz für ein Bemessungshochwasser bzw. eine Überschreitungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Belastung gewährleistet wird. Die in Deutschland angewendeten Regelwerke sind u. a. die DIN 19700 [4], DIN 19712 [5] und die DWA-Materialien M507 [6] und A117 [7].

Seit 2015 verfolgen die Niederlande eine neue Hochwasserschutzpolitik (Änderung des nationalen Wasserplans) mit neuen Normen, sowohl was die Art der Norm (von Überschreitungswahrscheinlichkeit zu Überflutungswahrscheinlichkeit), als auch die Strenge der Norm angeht (sechs Klassen mit einer minimal zulässigen Überflutungswahrscheinlichkeit von 1/100 000 pro Jahr).

[8] beschreibt, dass die neuen Niederländischen Normen (gesetzliche Festlegung) auf der Hochwasserrisikomanagementmethode basieren und wie sie für jeden Flussabschnitt abgeleitet werden. Ziele, die hiermit erreicht werden sollen, sind, dass jede Person, die sich in einem geschützten Bereich aufhält, ein Mindestschutzniveau von 10⁻⁵ pro Jahr besitzt. In Gebieten mit einer großen Anzahl potenzieller Todesopfer, potenziell großem finanziellem Schaden und/oder ernsthaften Schäden durch Ausfall von lebenswichtiger Infrastruktur von nationalem Interesse werden sogar noch höhere Schutzniveaus angestrebt. Diese gesetzliche Regelung tritt im Januar 2017 in Kraft und die Umsetzung der Ziele soll bis 2050 erfolgen.

Der deutschen und niederländischen Hochwasserschutzstrategie gemeinsam ist die Gewährung eines Schutzes bis hin

www.dwa.de/mediadaten



Ihre Anzeige im Jahrbuch Gewässer-Nachbarschaften

... für Entscheidungsträger in Gewässerunterhaltung und Hochwasserschutz

I Erscheinungstermin: März 2017 | Anzeigenschluss: >> 27. Januar 2017 <<

I Bonus für Inserenten: Einträge in zwei Sachverzeichnisse und Möglichkeit der Platzierung eines Beitrags in der Rubrik „Firmen berichten über neue Produkte“ (Redaktionsschluss: 27. Januar 2017);

I Jetzt mit buchbarem Lesezeichen

I Wir beraten Sie gern: +49 2242 872-130 oder kramer@dwa.de | Mediadaten unter www.dwa.de/mediadaten

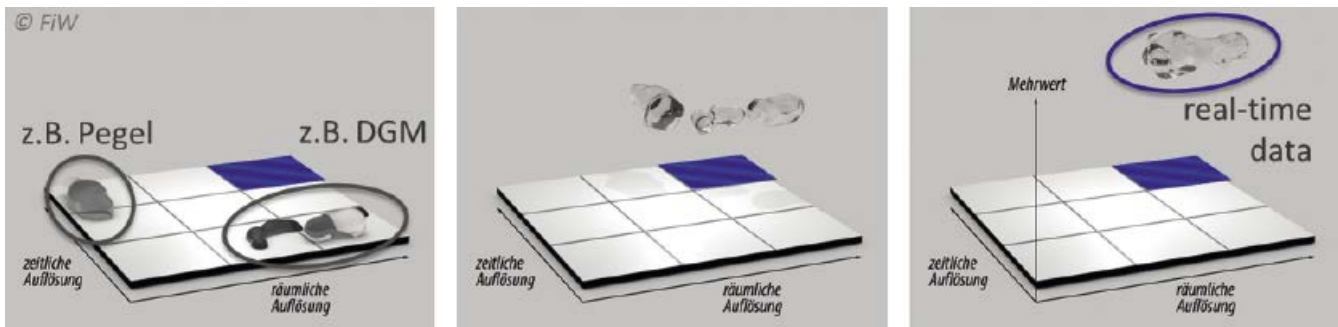


Abb. 2: Heterogenität der Informationsdichte

zu einem bestimmten Schutzniveau, einen absoluten Hochwasserschutz kann es nicht geben. An dieser Stelle wird der operative Hochwasserschutz relevant, da es hierbei um die Handlungsoptionen während eines Hochwasserereignisses geht, inklusive der Berücksichtigung von Ereignissen, bei denen das Schutzniveau überschritten wird und/oder der technische Hochwasserschutz versagt und der Katastrophenschutz einsetzt.

In der jüngeren Vergangenheit sind in Deutschland mehrere Hochwasserereignisse aufgetreten, die das lokale Schutzniveau überschritten haben. Im Sommer 2013 war dies sowohl im Einzugsgebiet der Donau als auch der Elbe der Fall ([9] und [10]). Für das Elbeeinzugsgebiet in Sachsen-Anhalt wird bezüglich des operativen Hochwasserschutzes in [9] festgehalten, dass die Hochwasservorhersage aufgrund einer fehlenden Modellkalibrierung im Bereich der geringen Wiederkehrwahrscheinlichkeit des Ereignisses mit starken Unsicherheiten behaftet war, weshalb der erforderliche tägliche Plausibilisierungsprozess sehr aufwändig und abstimmungsintensiv war. Des Weiteren sei auch die Interpretation der Vorhersageergebnisse durch die Einsatzstäbe nicht immer eindeutig gewesen.

In [11] erfolgt eine Auswertung des aktuellen Standes des Hochwasserrisikomanagements nach den Hochwasserereignissen 2002 und 2013 mit dem Fazit, dass sich bezüglich des operativen Hochwasserschutzes schon Vieles verbessert habe, aber auch noch Verbesserungspotenzial bestehe. Hier ist insbesondere auf ein besseres Monitoring der Schutzeinrichtungen und eine mögliche frühzeitige Detektion von Schwachstellen und Überschwemmungsausbreitung (online-Simulation oder Szenario basiert), eine verbesserte Hochwasservorhersage und die Datenbereitstellung bzw. -verknüpfung von Akteuren zur Bewältigung eines Ereignisses hinzuweisen.

Nachfolgende Abbildung zeigt die Heterogenität der Daten- und Informationsdichte aus der Sicht der Autoren. Die Kernaussage in Bezug auf die Forderung nach einer raumzeitlich hochaufgelösten Verfügbarkeit aller relevanten Informationen im Ereignisfall und einer möglichst hohen Genauigkeit der Informationen im Rahmen von Planungsprozessen ist, dass die meisten verfügbaren Daten heute diesen Anforderungen noch nicht genügen. Der Hochwasserschutz in der Wasserwirtschaft 4.0 definiert deshalb den Mehrwert in einer gleichermaßen hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung der relevanten Daten, um die oben beschriebenen Herausforderungen lösen zu können.

Durch die Digitalisierung der erforderlichen Daten in hoher raumzeitlicher Auflösung, die Vernetzung der Einzelkomponenten, die Virtualisierung der Prozesse und die Visualisierung kann Akteuren des Hochwasserrisikomanagements der Zukunft eine



Abb. 3: RiverView Schema mit Bezug zu Digitalisierung, Werten, Visualisierung

gute Basis für Entscheidungen bereitgestellt werden, um Hochwasserereignisse bewältigen und Schäden reduzieren zu können.

In den nachfolgend beschriebenen drei Forschungsprojekten werden erste wichtige Schritte in Richtung eines zukunftsweisenden Hochwasserschutzes beschrieben. Hier sind insbesondere die Datenerfassung, offline und online, d. h. in Echtzeit-, die Erweiterung von Frühwarnsystemen um die Komponente der Deichsicherheit mittels Sensoren sowie die übersichtliche Verknüpfung und Darstellung der Informationen, die für definierte Nutzergruppen gleichermaßen zur Verfügung stehen, zu nennen.

3 Lösungsansätze aus der aktuellen Forschung

3.1 RiverView® – Digitalisierung, Virtualisierung und Visualisierung

Das Projekt RiverView® ist Teil der BMBWF-Fördermaßnahme „Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland (Re-WaM)“ im Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement (NaWaM) im Rahmenprogramm FONA³⁴“. An dem Verbundprojekt sind sowohl wissenschaftliche Institute als auch Unternehmen beteiligt (www.river-view.de). Das Ziel des Projektes ist die ganzheitliche Erfassung von Gewässerdaten und Gewässerumfelddaten für ein gewässerzustandsbezogenes Monitoring und Management. Durch die systematische georeferenzierte und raumzeitliche Aufnahme von bildlichen, hydromorphologischen, -chemischen und -physikalischen Gewässerdaten werden umfassende Informationen zum Gewässer gewonnen.

Als Ergebnis stehen dem Anwender durchgängige Bildinformationen zu Gewässersohle und Gewässerumfeld ebenso zur Verfügung wie Vermessungsdaten und Wasserqualitätsparame-

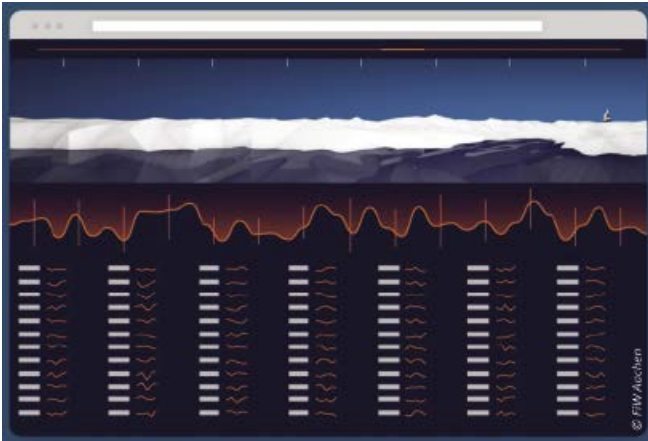


Abb. 4: Beispiel des Onlineportals mit Längsschnitten und Ganglinien



Abb. 5: Beispiel einer Visualisierung von Gewässer- und Gewässerumfeldinformationen mittels Augmented Reality (©FIW Aachen)

ter. Eine befahrene Gewässerstrecke kann so für verschiedene Anwendungsfälle jederzeit am Rechner weitgehend analysiert und digital durchfahren werden. Das System ähnelt somit Google StreetView im Straßenbereich.

Die fünf Säulen des Projektes (Abbildung 3) beschreiben die auch für die Wasserwirtschaft 4.0 relevanten Anwendungsfelder der Digitalisierung (RiverBoat, RiverDetect, RiverScan), der Transformation von Daten zu Werten (RiverAdmin) sowie der Visualisierung und Virtualisierung der Werte in einem Onlineportal (RiverWorks).

Die bildgebenden Verfahren liefern dabei durchgehende Informationen zur Gewässersohle und dem Gewässerumfeld. Die daraus generierten Punktwolken erlauben eine Vermessung von Gewässerabschnitten über und unter Wasser. Die erstellten Fließgeschwindigkeitsprofile geben Auskunft über die Hydrodynamik im Gewässer. Eine Impuls-Neutron-Neutron Sonde untersucht den Gewässeruntergrund und eine Multiparameter-sonde analysiert die Wasserqualität.

Alle genannten Informationen werden raumzeitlich miteinander verknüpft, so dass sie an jedem mit dem System aufgenommenen Gewässerabschnitt verfügbar sind. Damit wird auch eine wesentliche Grundlage für den operativen Hochwasserschutz geschaffen, indem die Digitalisierung von Gewässer und unmittelbarem Gewässerumfeld durchgeführt wird und die gewonnenen Daten bereitgestellt werden. Im Rahmen des Projektes findet gerade die Entwicklung eines Web-Portals für die Bereitstellung der Daten für die verschiedenen Fragestel-

lungen in der Wasserwirtschaft 4.0 statt. Die Abbildung 4 zeigt eine mögliche Darstellung eines Gewässerabschnittes im Längsschnitt mit weiteren Daten zu Hydraulik und Wasserqualität über die dargestellte Fließstrecke und für verschiedene Zeitpunkte.

Das Projekt RiverView® kann somit einen bedeutenden Beitrag insbesondere zum Hochwasserschutz kleiner und mittelgroßer Fließgewässer leisten. Als Vision kann hier auch die Nutzung aktueller Technologien der Augmented Reality genannt werden, mit deren Hilfe die Einsatzkräfte vor Ort unmittelbar Gewässerinformationen in ihr Sichtfeld projizieren können (siehe Abbildung 5).

Neben dem operativen Hochwasserschutz versprechen diese Daten eine Verbesserung von Planungsprozessen und eine Überwachung von Maßnahmen sowie deren Auswirkungen auf alle gemessenen Parameter.

3.2 Early Dike – Sensor und risikobasiertes Frühwarnsystem – Digitalisierung und Virtualisierung

Aktuell basieren Frühwarnsysteme für Hochwasserereignisse an Flüssen und an der Küste ausschließlich auf der Vorhersage von Wasserständen, d. h. einer einzigen äußeren Belastung. Es ist jedoch bekannt, dass auch Wellen, Strömungen und die Widerstandsfähigkeit von Deichen eine zentrale Rolle bei der Deichsicherheit spielen. Diese Faktoren werden jedoch in den derzeitigen Frühwarnsystemen nicht berücksichtigt. Der Beginn eines möglichen Deichversagens kann somit durch derzeitige Frühwarnsysteme weder an der Küste noch im Binnenland

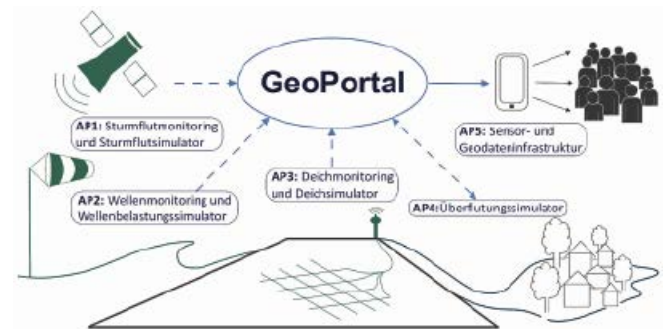


Abb. 6: Aufbau eines risiko- und sensorbasierten Frühwarnsystems für Deiche – Earlydike

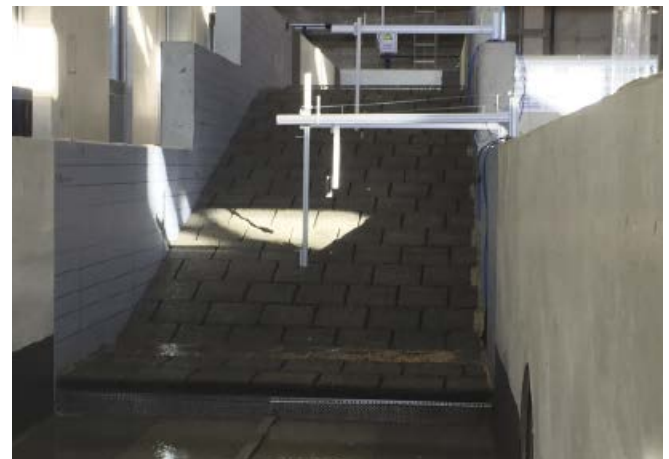


Abb. 7: „Early Dike“-Deich in der Versuchshalle des IWW der RWTH Aachen

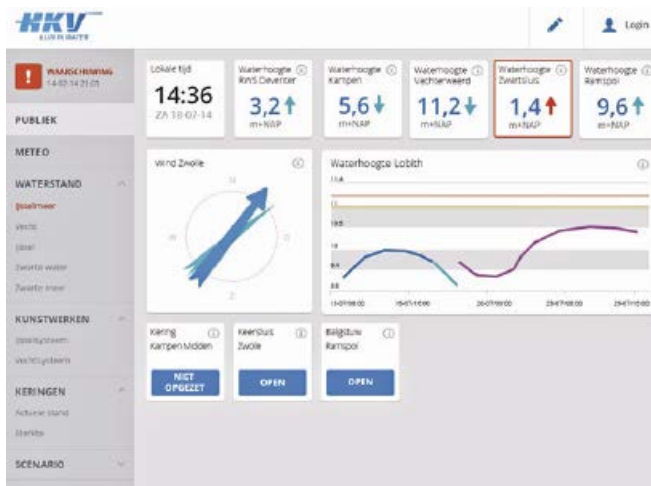


Abb. 8: Dashboard: Hydraulische Belastung und Wasserstand

rechtzeitig erkannt werden und erfordert somit den Deichläufer, der in regelmäßigen Abständen den Deich auf Veränderungen oder austretendes Qualmwasser prüft.

Intelligente Geosensoren aus Carbonfasern in Kombination mit hydronumerischen Vorhersagemodellen und Daten-Infrastrukturen erlauben dagegen bereits heute den Aufbau und Einsatz innovativer Frühwarnsysteme. Ziel des BMBF-Projektes „Early Dike“ ist es, vorhandene und bewährte Technologien und Modellierungswerkzeuge so miteinander zu kombinieren, dass ein risiko- und sensorgestütztes Frühwarnsystem entwickelt wird, welches am Beispiel von Seedeichen an der Nordseeküste getestet wird. Damit soll es möglich sein, durch geeignete Sensoren im Deich frühzeitig bei einer Sturmflut oder einem Hochwasser mögliche Schwachstellen zu erkennen und die Gefahr eines Deichbruchs und daraus resultierender Überflutungen zu reduzieren. Dies erfordert von den Entwicklern neben der Kenntnis der lokalen Wasserstände und des lokalen Seegangs, die über Sturmflut- und Seegangssimulatoren ermittelt werden, insbesondere die frühzeitige Detektion von Veränderungen im Deich. Diese Veränderungen können dann in einem Deichsimulator weiterverarbeitet werden, um ein mögliches Versagen zu prognostizieren und mit einem Überflutungssimulator mögliche Überflutungen zu ermitteln. Damit können den Küstenschutzbehörden und Katastrophenschutzbehörden im Ernstfall wertvolle Informationen zur Verfügung gestellt werden. Um diese Informationen aber auch nutzen zu können, ist die Entwicklung einer Geodateninfrastruktur notwendig, die auf verschiedene Monitoring – und Simulationsergebnisse zurückgreift und diese einem Anwender webbasiert oder über eine App zur Verfügung stellt.

Abbildung 6 zeigt die Arbeitspakete (AP) von Early Dike und den Aufbau des risiko- und sensorbasierten Frühwarnsystems.

Um dieses Ziel zu erreichen, arbeiten derzeit die Institute für Textiltechnik, Geodäsie und Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen, das Institut für Wasserbau der TU Hamburg-Harburg, der Lehrstuhl für Hydromechanik, Binnen- und Küstenwasserbau der Universität Siegen sowie die Bundesanstalt für Wasserbau in Hamburg an der Entwicklung dieses Systems.

Getestet wird das System an einem großmaßstäblichen Modelldeich in der neuen Wasserbauhalle des Instituts für Wasserbau der RWTH Aachen (Abbildung 7), der mit diversen Geosensoren ausgestattet und an das Geoportall angeschlossen wurde. Somit können im Prototyp-Maßstab alle Prozesse und

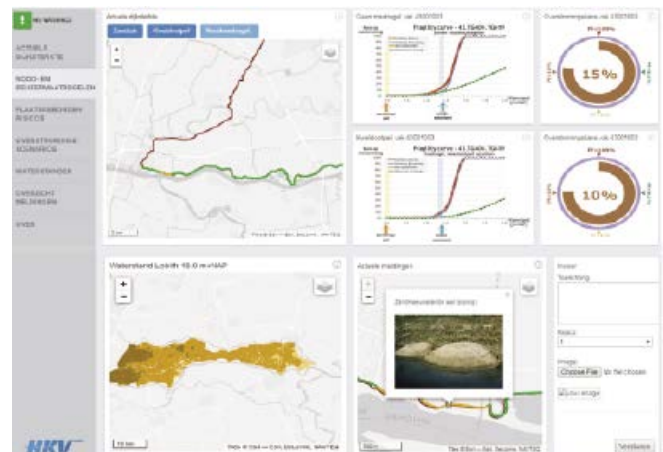


Abb. 9: Dashboard: Aktuelle Widerstandskraft des Deiches

Funktionalitäten des Systems Early Dike getestet und optimiert werden. Zum Ende des Projektes (2018) ist ein Versuch in der Natur an einem echten Deich geplant.

3.3 Dashboard – Visualisierung und Vernetzung

Die Aktivitäten der Wasserverbände in den Niederlanden werden entsprechend ihrer Verantwortung, dem Management des Hochwasserschutzes, der Wasserqualität und -quantität und der kommunalem Abwasserwasserbehandlung organisiert. Das Hauptziel des Hochwasserschutzes ist die Planung und Unterhaltung von Hochwasserschutzanlagen bis hin zu der geforderten Überflutungswahrscheinlichkeit. Heutzutage stellen die niederländischen Wasserverbände der Öffentlichkeit Informationen und Wissen zur Verfügung, weshalb sie häufiger mit Fragen zu ihrem Umgang mit Extremereignissen und der Deichertüchtigung konfrontiert werden. Darüber hinaus müssen sich die niederländischen Wasserverbände mit den neuen Sicherheitsstandards für Hochwasserschutzanlagen und der Häufigkeit der Sicherheitsbeurteilung der Deiche (von 2023 ab einmal in zwölf Jahren statt einmal in sechs Jahre) befassen. Aufgrund der Implementierung der neuen Sicherheitsstandards steigt die Bedeutung der täglichen Aktivitäten zur Kontrolle und Unterhaltung der Hochwasserschutzanlagen (in Bezug auf die maximale Versagenswahrscheinlichkeit pro Jahr). Die niederländischen Wasserverbände sind angehalten nur Hochwasserschutzmaßnahmen umzusetzen, die auf den anerkannten Regeln der Technik und des Wissen basieren und gleichzeitig das Überschwemmungsrisiko minimieren. Daraus resultierend müssen die niederländischen Wasserverbände jederzeit hinsichtlich der Kontrolle der Schutzanlagen Rechenschaft ablegen können. Daraus erwächst ein wesentliches Ziel: die Bedeutung und die Rolle von Informationen sowie die Nutzung dieser Informationen für verschiedene Arbeitsprozesse im Bereich des Hochwasserschutzes, z. B. Unterhaltung, Inspektion, Betriebsführung, operativer Hochwasserschutz und Deichertüchtigung soll gestärkt werden. Aufgrund der täglichen Unterhaltungs- und Kontrollpflicht werden ständig aktuelle Daten zur Beurteilung der Deichsicherheit benötigt. Dies erfordert einen Einblick in die tatsächliche Beanspruchung/Widerstandskraft der Hochwasserschutzanlage (mit anderen Worten die Überschwemmungswahrscheinlichkeit angesichts der zu erwartenden Wasserstände) und die Auswirkungen der umgesetzten Hochwasserschutzmaßnahmen.

Zur Unterstützung dieser Aufgabe ist eine „Light-Version“ zur Sicherheitsbewertung entwickelt worden, die schnell und kontinuierlich Einblicke in die tatsächliche Widerstandskraft der Hochwasserschutzanlage und das aktuelle Hochwasserrisiko unter Berücksichtigung von Unsicherheiten gibt. Die Informationen werden in einer Datenbank gespeichert, welche aktuelle und historische Daten aus Feldüberwachungen, die durch den Betriebsleiter der Wasserbehörde erhoben werden, hinsichtlich der Funktionstüchtigkeit der Hochwasserschutzanlagen sowie Details und Auswirkungen von Hochwasserschutzmaßnahmen beinhaltet. Für die Kombination mit hydraulischen Belastungen ist die Datenbank an operative Instrumente (z.B. Hochwasservorhersagemodelle) gekoppelt und enthält mehrere Algorithmen zur Verknüpfung von Informationen sowie zur Bestimmung der Überschwemmungswahrscheinlichkeit in den nächsten Tagen und eine Echtzeitübertragung von Hochwasserrisikokarten. Zur Visualisierung der Informationen ist ein sogenanntes Dashboard „Zorgplicht“ (deutsch: Sorgfaltspflicht) entwickelt worden, in dem in einer grafischen Benutzeroberfläche für einzelne Nutzergruppen relevante Informationen bereitgestellt werden können. Ein Dashboard hat die Aufgabe, für die jeweiligen Nutzer nur die für eine Entscheidungsfindung relevanten Informationen möglichst in Echtzeit bereitzustellen. In dem beschriebenen Projekt ist ein Dashboard erstellt worden, welches folgende Informationen bereitstellt:

- Kontinuierlicher Einblick während Extremereignissen:
 - Geographische Echtzeit-Überwachung der Überschwemmungswahrscheinlichkeit und Schwachstellen im Deich, die zu Überschwemmungen führen können.
- Echtzeit- und risikobasierte Handlungsperspektiven des Hochwasserschutzes, basierend auf Informationen der Sicherheitsbewertung.
- Entscheidungsunterstützung bezüglich der Wirksamkeit von Notfallmaßnahmen auf der Basis der Überschwemmungswahrscheinlichkeit und dem dominierenden Versagensmechanismus (Überströmen, Wellenüberschlag, Piping, Böschungsgrundbruch, Durchnässung). Dies können z.B. zusätzliche Überwachungsmaßnahmen an Standorten mit einem erhöhten Risiko sein, Platzierung von Sandsäcken zur Deichkronenerhöhung, Erhöhung des Wasserstands im Entwässerungsgraben am Deichfuß bei Sandausspülung, die auf ein erhöhtes Piping-Risiko hinweisen.
- Kontinuierlicher Einblick für die Betriebsführung unter normalen Bedingungen:
 - Überwachung der Widerstandskraft des Systems: Unterhaltung von Hochwasserschutzanlagen und Wasserstraßen sowie Management von Pumpstationen und Kläranlagen.
 - Kombination von Daten zur Generierung von Informationen, um jeden einzelnen Arbeitsablauf der Betriebsführung zu strukturieren und anschließend Arbeitsabläufe zu integrieren sowie Optimierung der Arbeitsabläufe auf der Basis von Widerstandsfähigkeit, Risiken und Kosten.
 - Kontrolle der Betriebsführung auf Basis der Sicherheitsbewertung und risikobasierte Instandhaltung. Beispiel-



MOVING WATER any way you want it



VAN HECK WASSERREGULIERUNG UND -TRANSPORT

- ZUVERLÄSSIGER PARTNER
- SERVICE RUND UM DIE UHR WELTWEIT
- KURZE ANTWORTZEITEN UND RASCHES HANDELN
- KUNDENSPEZIFISCHE LÖSUNGEN
- ZUSAMMENARBEIT UND BERATUNG
- UMFASSENDES LEISTUNGSANGEBOT
- INNOVATIONSKRAFT
- UMWELTBEWUSSTE LÖSUNGEN

Internet: www.vanheckgroup.de
E-mail : info@vanheckgroup.com

haft seien die Auswirkungen beschädigter Deckwerke oder Längsrisse an der inneren Böschung auf die Widerstandskraft des Deiches und die Versagenswahrscheinlichkeit oder risikobasierte Überwachungsplanung (basierend auf dem Ergebnis der Sicherheitsbewertung oder spezifischen Indikation, die ein Versagen ankündigen) genannt.

Das Dashboard „Zorgpflicht“ bietet jedem Benutzer die Möglichkeit, ein oder mehrere geeignete weitere Dashboards, je nach zur Verfügung stehenden Informationen, zu entwerfen. Das Ergebnis sind maßgeschneiderte Dashboards mit eindeutigen Informationen für jeden Nutzer, z. B. Hydrologen, Katastrophenschützer, Entscheidungsträger, Öffentlichkeit. Damit wird der gesetzlichen Forderung der strukturierten digitalen Dokumentation und damit verbunden einer Kontrollmöglichkeit entsprochen. Dabei ist die Verbesserung des Datenmanagements besonders wichtig, um Arbeitsabläufe optimieren zu können, die von behördlicher Seite auditiert werden.

Das Dashboard „Zorgpflicht“ ermöglicht die Unterstützung aller Arbeitsprozesse mit derselben Datenbank. Neben diesen Arbeitsprozessen bereichern diese Informationen auch andere Prozesse (z. B. Inspektion) und die Integration der Prozesse und Informationen trägt zu Kosteneinsparungen bei. Darüber hinaus liefern integrierte Arbeitsabläufe eine höhere Sicherheit als separate Prozesse und die Wasserverbände profitieren von einem transparenten und nachvollziehbaren Handeln.

Abbildungen 8 und 9 zeigen Beispiele für zwei Dashboards.

4 Ausblick – es gibt noch viel zu tun

Aktuelle Forschungsprojekte liefern erste vielversprechende Ergebnisse, um den Herausforderungen des Hochwasserschutzes der Zukunft begegnen zu können. Die Fortführung, Weiterentwicklung und Festigung ist eine Zukunftsaufgabe der Wissenschaft; die Umsetzung in anwendungsreife Werkzeuge und der Transfer des Wissens und der Methoden in die Praxis müssen jedoch ebenfalls erfolgen. Hochwasserschutz ist, neben der allgemeinen Sorgfaltspflicht (§5 WHG) jedes Einzelnen, eine Aufgabe, die auf kommunaler, regionaler und überregionaler Ebene umgesetzt wird. Vor diesem Hintergrund ist die Beteiligung der Entscheidungsträger auf allen administrativen Ebenen ein wesentlicher Aspekt, der zum Gelingen des Forschungstransfers beiträgt.

In nationalen (länderübergreifenden) und internationalen Flusseinzugsgebieten sollte darüber hinaus die Zusammenarbeit im Bereich des operativen Hochwasserschutzes intensiviert werden und im Hinblick auf die Entwicklung zukunftsweisender Lösungen an einheitlichen und kompatiblen Mess-, Simulations- und Steuerungswerkzeuge gearbeitet werden, um auf gleiche Informationen zugreifen zu können. Die Aktivitäten der nationalen und internationalen Flussgebietskommissionen könnten unterstützt und die Zusammenarbeit im operativen Hochwasserschutz optimiert werden.

Die Ansätze des Hochwasserschutzes in der Wasserwirtschaft 4.0 können hier wertvolle Dienste leisten, um bestehende Systeme zusammenzuführen und von der Datenerfassung über die Auswertung und Visualisierung bis hin zur Entscheidungsfindung im integrierten Hochwasserrisikomanagement die Zukunft des Hochwasserschutzes zu gestalten und

die Verfügbarkeit von Informationen in Echtzeit zu ermöglichen.

Literatur

- [1] BMWI, agiplan GmbH (2015): *Erschließung der Potenziale der Anwendung von „Industrie 4.0“ im Mittelstand*, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), Herausgeber: agiplan GmbH, Mülheim a. d. Ruhr, 2014
- [2] MLU (2010): *Hochwasserschutzkonzeption des Landes Sachsen-Anhalt bis 2020*, Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt (MLU) Sachsen Anhalt, Magdeburg, 2010
- [3] LAWA (2013): *Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen*, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Tangermünde, 2013
- [4] DIN 19700 (2004): *Stauanlagen, Teil 10 Gemeinsame Festlegungen, Teil 11 Talsperren, Teil 12 Hochwasserrückhaltebecken, Teil 13 Stauhaltungen*
- [5] DIN 19712 (2013): *Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern*
- [6] DWA (2011): *Merkblatt DWA-M 507-1: Deiche an Fließgewässern – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb*, Hennef, 2001
- [7] DWA (2014): *Arbeitsblatt DWA-A 117: Bemessung von Regenrückhalteräumen*, Hennef, 2014
- [8] Jos van Alphen (2014): *The Delta Program and Updated Flood Risk Management Policies in The Netherlands*, PAP014368, 6th International Conference on Flood Management, September 2014, São Paulo.
- [9] LHW (2014): *Bericht über das Hochwasser im Juni 2013 in Sachsen-Anhalt: Entstehung, Ablauf, Management und statistische Einordnung*, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Magdeburg, 2014
- [10] LfU (2013): *Das Junihochwasser 2013 in Bayern: Wasserwirtschaftlicher Bericht*, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg, 2013
- [11] DKKV (2015): *Das Hochwasser im Juni 2013: Bewährungsprobe für das Hochwasserrisikomanagement in Deutschland*, DKKV-Schriftenreihe, Nr. 53, Bonn, 2015

Autoren

Dr.-Ing. Gesa Kutschera

Dipl.-Ing. Ralf Engels

Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Bolle

Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e. V.

Kackertstraße 15–17, 2056 Aachen

E-Mail: kutschera@fiw.rwth-aachen.de

engels@fiw.rwth-aachen.de

bolle@fiw.rwth-aachen.de

Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf

Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen

Mies-van-der-Rohe-Straße 17, 52056 Aachen

E-Mail: schuettrumpf@iww.rwth-aachen.de

Ir. Hermjan Barneveld, Ir. Marit Zethof

HKV Consultants

Botter 11–29, 232 JN Lelystad, Niederlande

E-Mail: barneveld@hkv.nl

zethof@hkv.nl

