

GIS-Einsatz zur Web-basierten Darstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg*

Manfred Müller, Marc Panczak-Geörg, Erich Mattes, Bastian Ellmenreich,
Wolfgang Schillinger, Markus Moser, Thilo Seitz und Günter Barnikel

Zusammenfassung

Hochwassergefahrenkarten sind ein wesentliches Instrument für eine entsprechende Risiko- und Gefahrenabschätzung. Ihre Veröffentlichung ist zudem Gegenstand der Umweltgesetzgebung auf nationaler wie europäischer Ebene. In Baden-Württemberg liegt die GIS-technische Datenintegration und kartographische Aufbereitung der landesweiten Risikokarten bei der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW). Der vorliegende Artikel beschreibt die Schritte zur Erstellung standardisierter, leicht interpretierbarer Karten auf Basis von Vermessungsdaten und hydraulischen Modellen sowie ihre Bereitstellung für unterschiedliche Nutzergruppen und Anwendungen mithilfe spezieller Webdienste.

Summary

Flood hazard maps represent a crucial medium in risk preventing and protection. Furthermore, their publication fulfils obligations in national and European environmental information acts. In Baden-Württemberg the State Institute for Environment, Measurements and Nature Conservation Baden-Württemberg (LUBW) is operating the GIS-based data integration and cartographic preparation of the state-wide hazard maps. This paper describes the workflow in building standardized, self-explanatory maps based on surveying data and hydraulic models. The resulting maps are published via internet using sophisticated web services for different user groups and tasks.

1 Einführung

Die Bedeutung einer wirksamen Hochwasservorsorge ist durch wiederkehrende Hochwasserereignisse, die auch in Mitteleuropa teils gravierende Schäden verursachen, offenkundig. Nicht zuletzt unter dem Aspekt des globalen Klimawandels erfährt sie auch seitens der Politik in den letzten Jahren vermehrte Aufmerksamkeit. Neben Vorgaben des Bundes und der Länder – z.B. dem Wassergesetz Baden-Württemberg (WG) – strebt auch die EU mittlerweile eine einheitliche Hochwasserrisikomanagementpolitik an. Die EG-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) von 2007 rückt besonders die Information über die Gefahren und die bestehenden Risiken ins Blickfeld. Diese Informationen sind sowohl der Verwaltung wie der breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Ein erstes Kernstück bei der HWRM-RL-Umsetzung ist die Erstellung detaillierter Hochwassergefahrenkarten (HWGK) und Hochwasserrisikokarten, die bis 2013 vorliegen müssen.

HWGK liefern Informationen über die natürliche Hochwassergefahr für unterschiedliche Szenarien von einem relativ häufigen Ereignis bis zu einem Extremereignis. Diese Informationen spielen bei der Vorbereitung auf Hochwasser eine zentrale Rolle, da sie die Gefahren auch für Nicht-Experten in verständlicher Form abbilden. Mit weiteren Informationen zur Nutzung können die Risiken dann ebenfalls leicht verständlich dargestellt werden. Die Einsatzbereiche der HWGK sind vielfältig und reichen von der Unterstützung der unmittelbaren Gefahrenabwehr über die Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten bis hin zu Raumordnung und Regionalplanung. Für Wirtschaft und Bürger sind sie ein wichtiges Hilfsmittel zur Gefahren- und Risikoabschätzung. Veröffentlichte Karten, die im WG verankert sind, haben zudem weitreichende rechtliche Auswirkungen.

Im Land erstellt die öffentliche Verwaltung im Vorhaben »Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg« bis 2011 für insgesamt 12.500 Gewässerkilometer Hochwassergefahrenkarten. Fachlich und inhaltlich wird das Vorhaben vom Regierungspräsidium Stuttgart, Referat 53.2, koordiniert. Die Betreuung vor Ort erfolgt durch die vier Regierungspräsidien. Die GIS-technische Integration des umfangreichen Datenmaterials sowie die kartographische Aufbereitung der Ergebnisse liegt federführend bei der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW). Zur Durchführung des Projekts wurde ein interdisziplinäres Team zusammengestellt. Im Rahmen einer Public Private Partnership sind neben den vier Regierungspräsidien insgesamt rund 40 Firmen in unterschiedlicher Intensität eingebunden: Die AHK Gesellschaft für Angewandte Hydrologie und Kartographie mbH Freiburg ist v. a. für fachliche Fragen sowie die Entwicklung der Modellierungssoftware verantwortlich, eine Reihe von Ingenieurbüros liefert Vermessungsdaten. Die hochkomplexen Überflutungsmodelle werden bundesweit von wenigen spezialisierten Hydraulikbüros in aufwändigen Rechenprozessen ermittelt. Für die Auswertung und Präsentation der HWGK-Ergebnisse werden u.a. Software-Komponenten der Firma disy Informationssysteme Karlsruhe eingesetzt. Alle Projektpartner arbeiten bereits längerfristig auch in anderen GIS-Projekten mit dem federführenden Sachgebiet »Raumbezogene Informationssysteme, Geodatenmanagement« der LUBW zusammen.

* Der Beitrag beschreibt das Projekt der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, das im Rahmen der INTERGEO® 2009 in Karlsruhe mit dem GIS Best Practice Award 2009 des DVW ausgezeichnet wurde.

2 Phasen der HWGK-Erstellung

Grundlegend für die nachfolgend dargestellte Vorgehensweise waren die 2003 bis 2008 im EU-geförderten Projekt SAFER (Strategies and Actions for Flood Emergency Risk Management) gesammelten Erfahrungen für das Neckar-Einzugsgebiet. Lead Partner war der Landesbetrieb Gewässer beim Regierungspräsidium Stuttgart. In einem

- **Terrestrische Vermessung:** Vermessung von Querprofilen an den Gewässern und den hydraulisch relevanten Bauwerken (z. B. Brücken, Wehre und Dämme). Die so erhaltenen insgesamt 180.000 Gewässerquerprofile mit ca. 20.000 Bauwerksaufnahmen entlang der 12.500 Flusskilometer werden in ein »Digitales Geländemodell Wasserwirtschaft« eingearbeitet. Das DGM der Vermessungsverwaltung auf Basis von Laserscan-

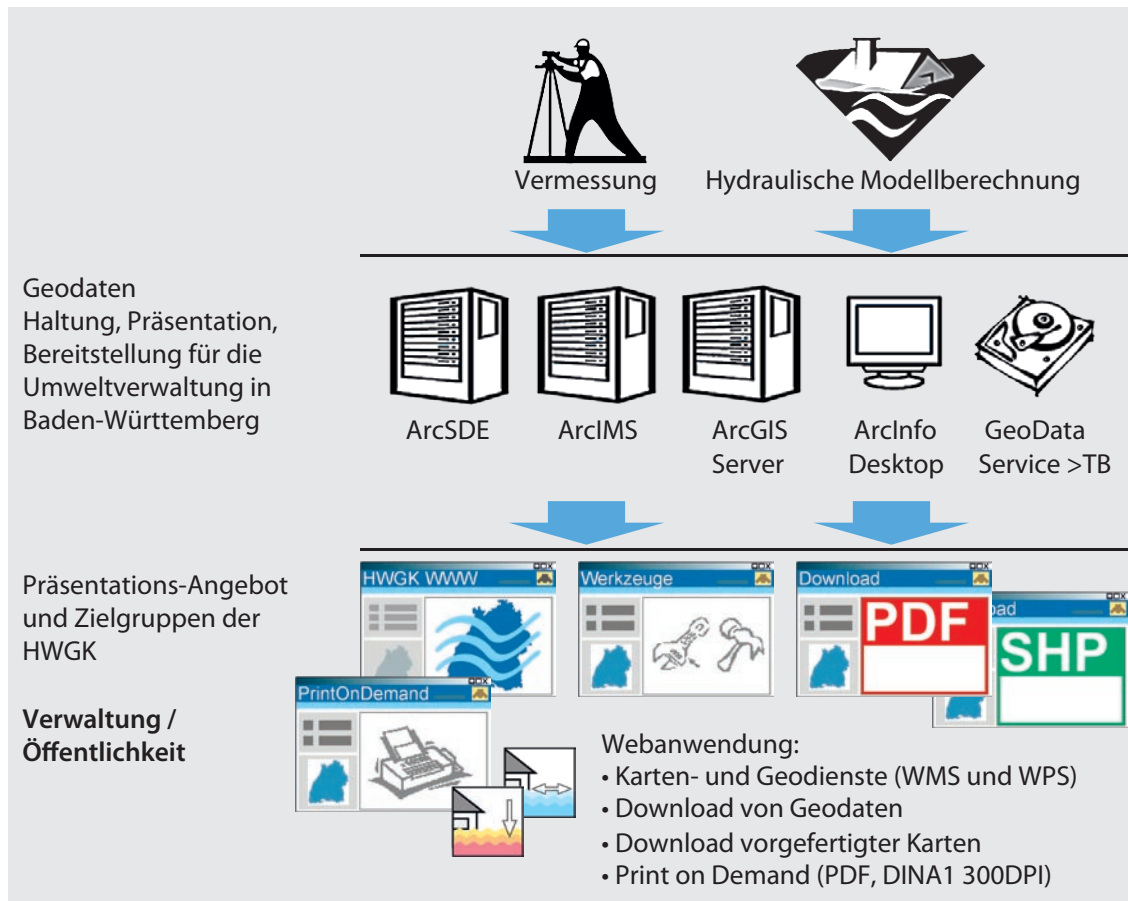


Abb. 1: Datenerhebung und Analyse nach landeseinheitlichen Vorgaben

transnationalen Verbund konnten Methoden entwickelt werden, um aussagekräftige HWGK unter Berücksichtigung verschiedenster Randbedingungen zu erstellen (Heppeler et al. 2008).

Die regionalen Arbeiten zur HWGK-Erstellung koordinieren die Regierungspräsidien (RP) für die jeweiligen Gewässereinzugsgebiete. HWGK werden grundsätzlich an allen Gewässerstrecken in Baden-Württemberg mit einem Einzugsgebiet >10 km² erstellt. Aber auch gefährdete Ortslagen an Gewässern mit einem Einzugsgebiet <10 km² können in Abstimmung mit dem RP einbezogen werden. Das Vorhaben gliedert sich in vier Phasen (vgl. auch Abb. 1):

- **Bedarfsanalyse und Bestandsaufnahme:** Zusammenstellung aller relevanten Gewässerstrecken, an denen ein signifikantes Hochwasserrisiko besteht. Das hierbei entstandene »Gewässernetz Hochwassergefahrenkarten« wurde durch die Kommunen anhand ihrer Vorort-Erfahrungen ergänzt.

Befliegungen liegt seit Januar 2009 landesweit flächendeckend im 1 × 1 Meter-Raster vor (Höhen Genauigkeit ± 20 bis 30 cm).

- **Hydraulische Berechnungen:** Die zugrunde gelegten hydraulischen Modelle (je nach Gewässerhältnissen auf 1-D- oder 2-D-Basis) liefern für unterschiedliche Szenarien Wasserspiegellagen, die in einem weiteren Schritt mit dem oben genannten wasserwirtschaftlichen DGM verschnitten werden.
- **Kartenerstellung:** Aus den zusammengeführten Daten werden rechtswirksame HWGK entwickelt, die dann der Verwaltung und Öffentlichkeit über entsprechende Internetangebote zur Verfügung gestellt werden. Auf die dazu notwendigen Schritte wird nachfolgend näher eingegangen.

3 Effiziente Erstellung einheitlicher Karten

Zur Entwicklung und Bereitstellung rechtswirksamer HWGK wurden seitens der LUBW entsprechende Vorgaben definiert (z.B. hinsichtlich Datenformaten), Infrastrukturen geschaffen sowie Prozeduren entwickelt (Mattes 2008; Schillinger und Panczak 2008). Dies betrifft insbesondere:

und dem »Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS)« (LUBW 2009a), das übergreifend alle Geodaten zur Verfügung stellt, u. a. auch das DGM der Vermessungsverwaltung und ein topologisch strukturiertes Fließgewässernetz (zur Einordnung in das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg (LUBW 2009b) vgl. Abb. 2).

- Technische Qualitätssicherung mit Verwaltung gro-

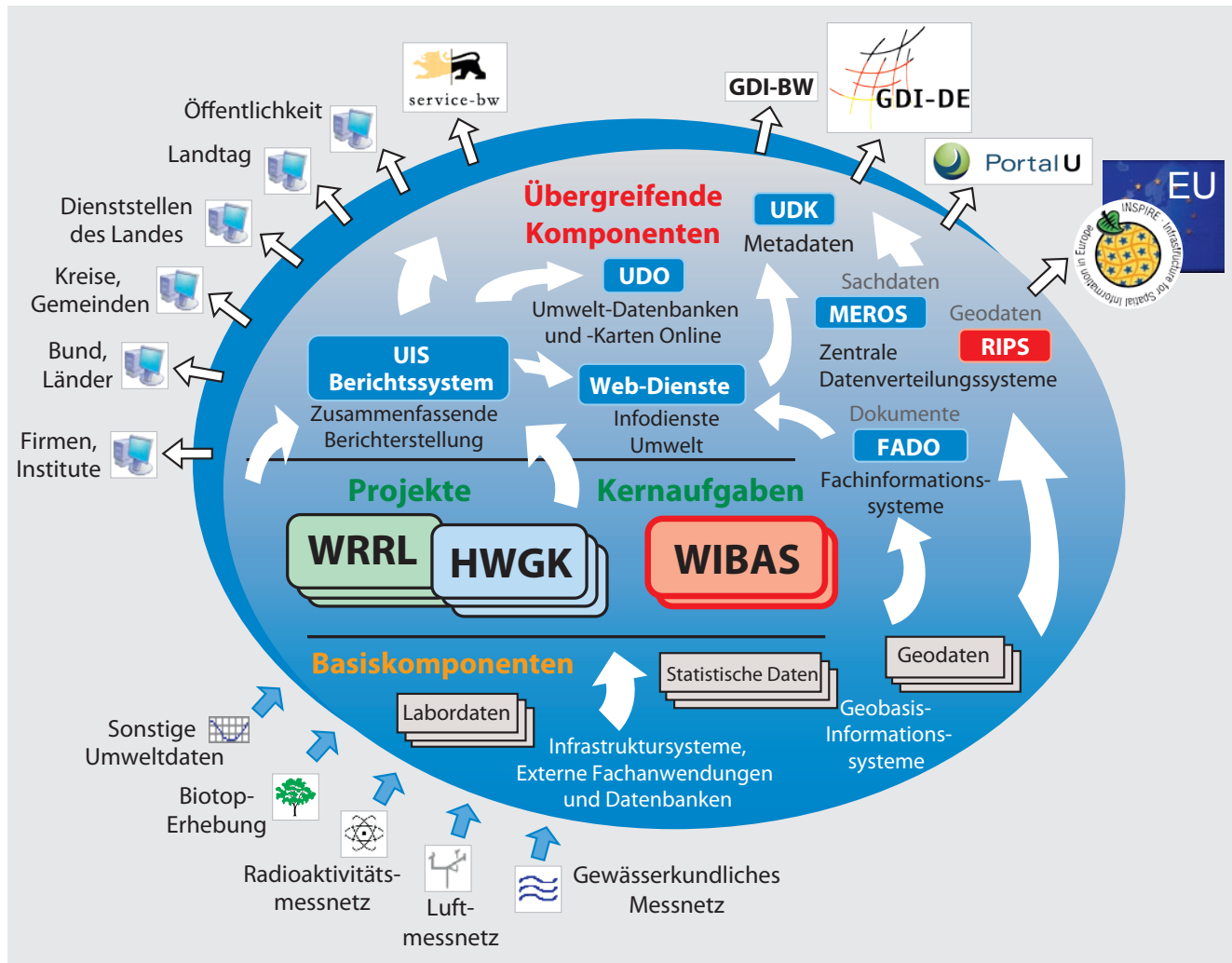


Abb. 2: Das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg im Überblick

- Einheitliche Datenbestände: Um diese zu gewährleisten, wurden den mit hydraulischen Berechnungen beauftragten Fachbüros standardisierte Formatvorlagen und Geodaten aus dem zentralen Datenpool der LUBW zur Verfügung gestellt (bei dem insbesondere Produkte der ArcGIS-Familie, Fa. ESRI, zum Einsatz kommen, s. Abb. 1).
- Die Datengrundlagen stammen weitgehend aus zwei zentralen Komponenten des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg: Dem »Informationssystem Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz (WIBAS)«, welches relevante fachtechnische Informationen der Wasserwirtschaftsverwaltung bietet

ber Datenmengen und komplexen Modellen: Das endgültige Datenvolumen umfasst ca. 5 TB (darunter 240.000 Bilddokumente, hydraulische Modellierung an 12.500 Gewässerkilometer, 180.000 Gewässerquerprofile, 20.000 Bauwerksprofile). Die Zusammenführung und Haltung der für die HWGK benötigten Daten erfolgt nach technischer Qualitätssicherung in der zentralen Datenbank des Umweltinformationssystems (UIS-DB) Baden-Württemberg bei der LUBW. Sie dienen zur Beweissicherung und als Berechnungsgrundlage für die anstehende Überarbeitung der HWGK im 6-Jahres-Turnus.

- Inhaltliche Qualitätssicherung: Die unverzichtbare enge Kooperation mit den Kommunen führte zum

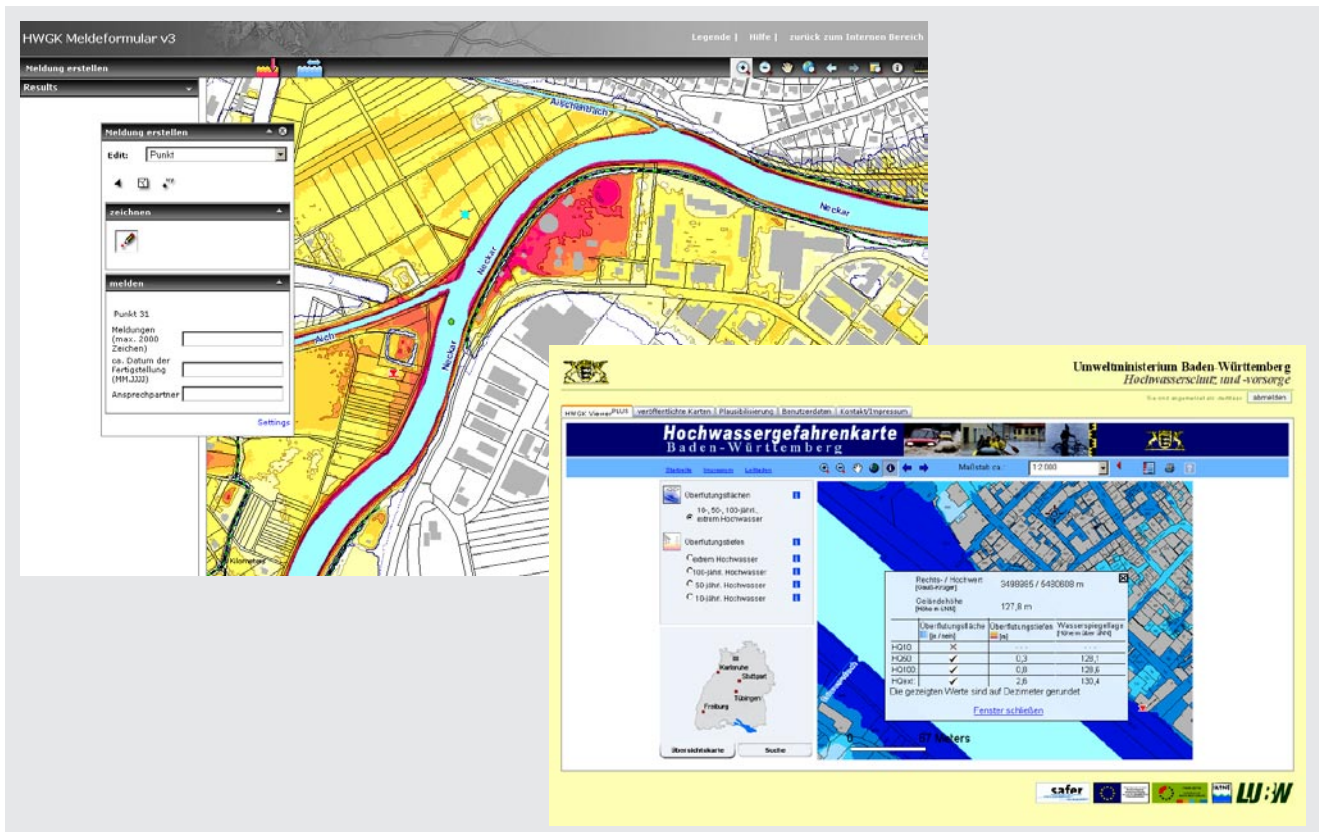


Abb. 3: Verwaltungsinterner Bereich zur HWGK-Plausibilisierung und Visualisierung

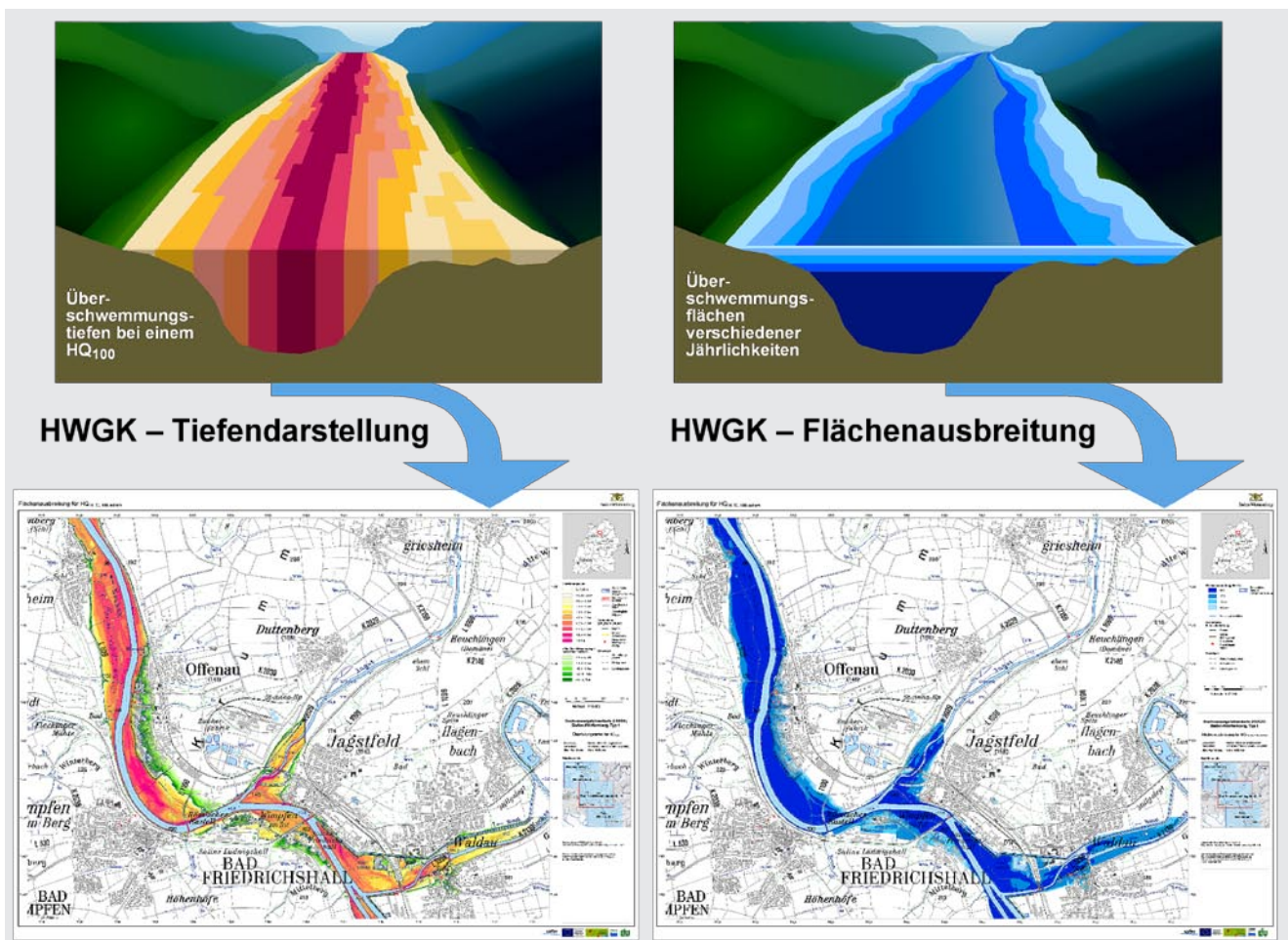


Abb. 4: Die beiden Kartentypen der HWGK: Tiefendarstellung und Flächenausbreitung

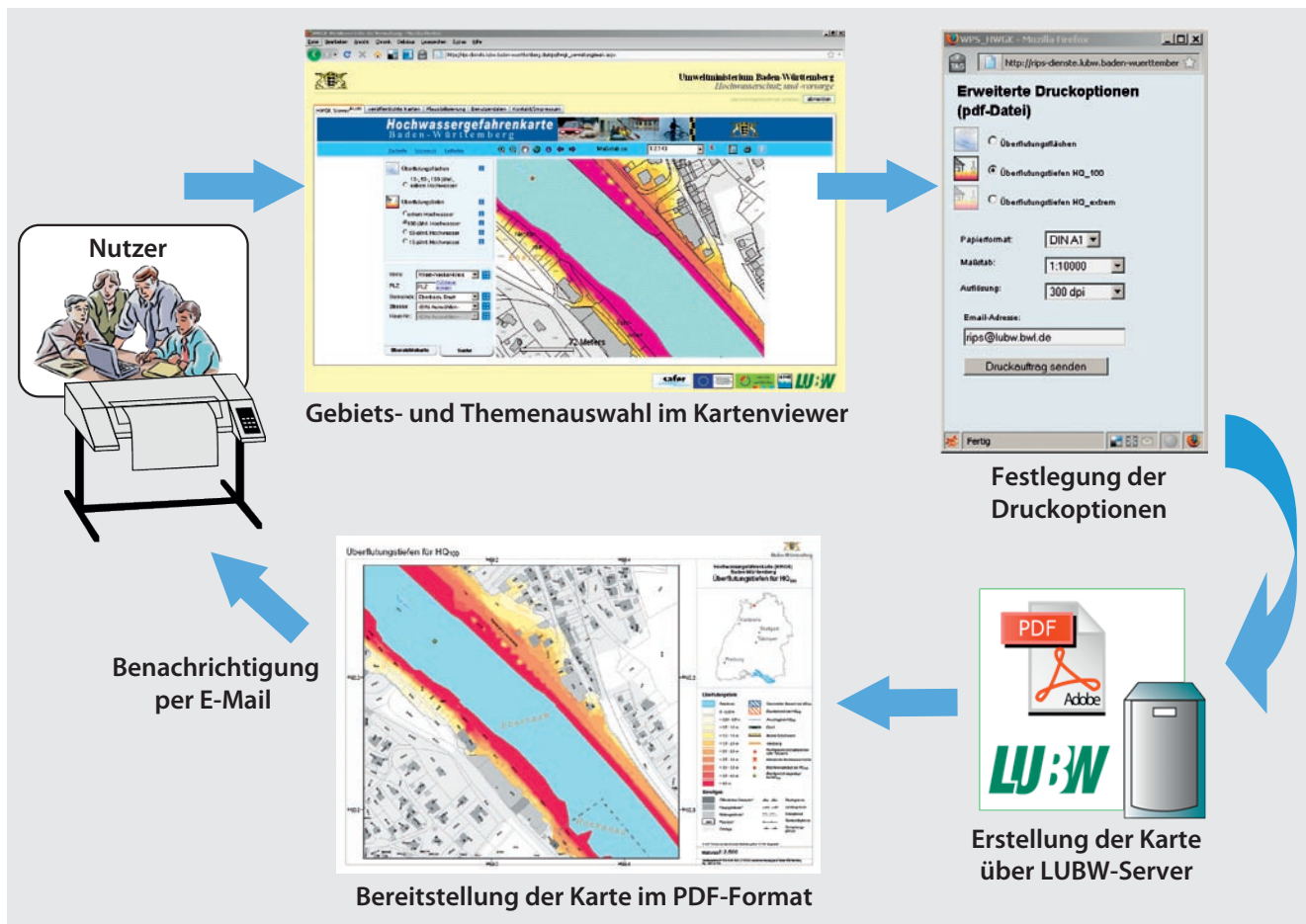


Abb. 5: Funktionsweise von »Print on Demand«

Aufbau einer webbasierten Kommunikationsplattform für Beteiligungsverfahren und Qualitätssicherung auf AJAX-Technologie. Vor der HWGK-Offenlegung werden zunächst Arbeitskarten gefertigt und über eine passwortgeschützte Internetseite verfügbar gemacht, um eine Plausibilisierung durch betroffene Landratsämter und Kommunen zu ermöglichen (wichtige Voraussetzung für die Akzeptanz des »Endprodukts« vor Ort). Unter anderem wird geprüft, ob alle vorhandenen Schutzeinrichtungen berücksichtigt sind, aktuelle Bauvorhaben fehlen oder Differenzen zu früheren Hochwasserereignissen bekannt sind. Dafür wurde ein differenziertes web-basiertes Meldeformular entwickelt, das neben Texteingaben die direkte Digitalisierung punkt-, linien- oder flächenhafter Objekte mit Koordinateneingabe erlaubt, und damit die früher üblichen Wege über Papiervorlagen oder Exceltabellen effizient ersetzt (Abb. 3).

- Standardisierte, nutzerfreundliche Präsentation der HWGK: Zur verständlichen Darstellung werden die überfluteten Flächen in ihrer Ausbreitung und Tiefe für verschiedene Hochwasserereignisse dargestellt (vgl. Abb. 4).
- Webdienste: HWGK werden hauptsächlich web-basiert den unterschiedlichen Nutzern zur Verfügung gestellt. Dies erlaubt gegenüber Papierkarten auch interaktive

Abfragemöglichkeiten. Die Öffentlichkeit kann sich über einen browserbasierten »HWGK-Viewer« informieren, der über www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de im Internet zugänglich ist und eine einfache Druckfunktionalität sowie Zoom-Möglichkeit bis 1:5.000 bietet.

- Für die Verwaltungen der 1102 Städte und Gemeinden in Baden-Württemberg steht ein Viewer mit erweiterter Funktionalität zur Verfügung (Maßstab bis auf Flurstücksebene zoombar, punktuelle Abfrage von Wasserspiegel- und Geländehöhen, Suchfunktionen, s. Abb. 3). Da die bekannten WebGIS-Techniken der dynamischen Erzeugung großformatiger, hochauflöser Karten Grenzen setzen, entwickelte die LUBW einen Web-Druckdienst nach dem Prinzip »Print on Demand« (Abb. 5). Nach Angabe von Format, Druckqualität und Maßstab wird serverseitig ein PDF-Dokument erzeugt und dem Nutzer zum Download zur Verfügung gestellt. Dieser erhält so eine auf seine individuellen Bedürfnisse zugeschnittene, qualitativ hochwertige, blattschnittfreie und aktuelle Karte.

4 Synergieeffekte für das begleitende Projekt »Deichsanierung«

Die Landesbetriebe Gewässer bei den Regierungspräsidien sind für eine Vielzahl von Flussdeichen für den Hochwasserschutz zuständig. Zur effizienten Unterstützung bei den Unterhaltungsarbeiten, Sanierungsplanungen und der Deichverteidigung wird derzeit im Rahmen der

5 Projektstand und Perspektiven

2005 hat die LUBW begonnen, erste plausibilisierte HWGK auch für die Öffentlichkeit bereitzustellen. Derzeit sind Karten für den unteren Neckar abrufbar. Bis 2011 sollen die übrigen Landesteile in plausibilisierter Form der Allgemeinheit zur Verfügung stehen. Neben der bereits möglichen DGM-Abfrage punktueller Geländehö-

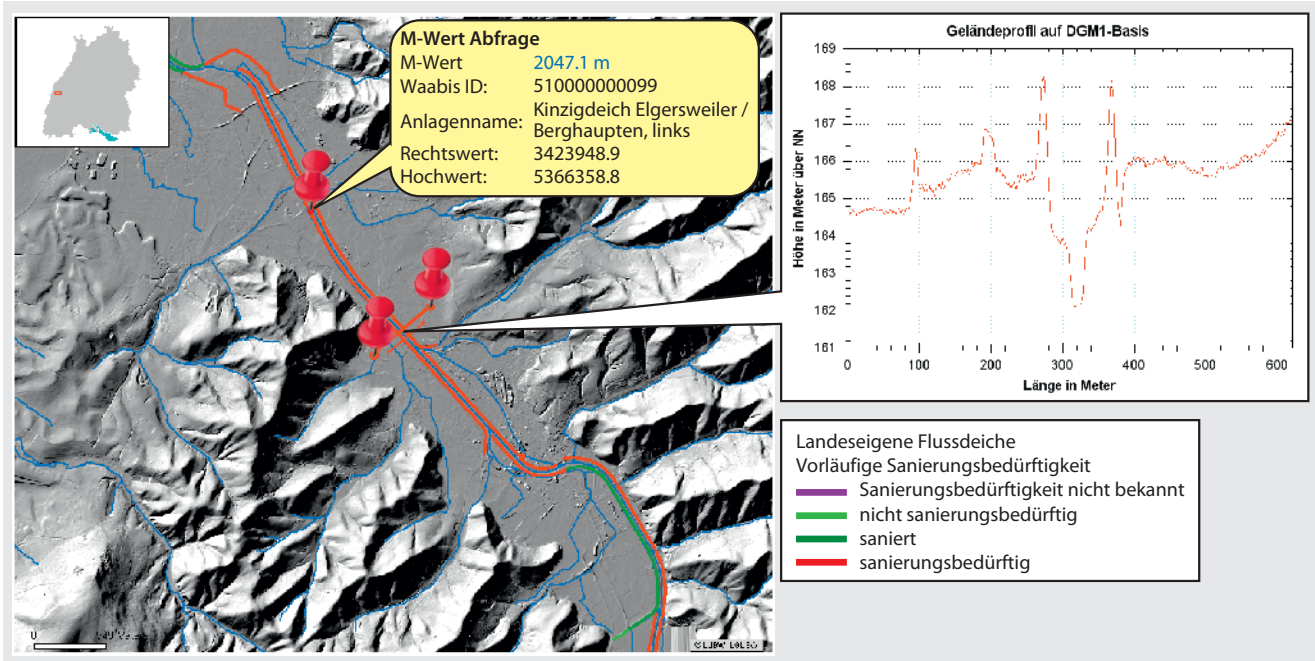


Abb. 6: Verwendung der DGM1-Daten als Service im Projekt »Deichsanierung«

RIPS-Arbeiten auch eine GIS-Komponente für das »Fachinformationssystem Deiche« (FIS Deiche) entwickelt.

Eine Schwerpunktaufgabe von FIS Deiche ist die Bereitstellung und Sammlung von Informationen im Zuge des derzeit anlaufenden Sanierungsprogramms Flussdeiche. Auf Basis des DGM 1×1 m und geeigneter Präsentationsfunktionen mit Schummerung, Kantenfilter etc. kann z.B. ein für die Erhebung von Deichschäden tätiger Sachbearbeiter sehr schnell eine landesweite Schwachstellenanalyse durchführen. Über die Webfähige AJAX-Anwendung können unter Zuhilfenahme eines 3D-Dienstes Schwachstellen an Flußdeichen auch ohne zeitaufwändige Vor-Ort-Begehung und ggf. Vermessung sicher erkannt und daraus genaue Vorgaben für notwendige Baumaßnahmen abgeleitet werden. Abb. 6 zeigt beispielhaft einen Kartenausschnitt mit – am Bildschirm – untersuchten und bewerteten Deichen und einen als generischen Dienst entwickelten »Höhenservice« zur Ermittlung und Darstellung des Höhenprofils an der Deichkrone. Technisch wurde der Dienst mit einer WSDL-Schnittstelle versehen und soll zukünftig als Web Processing Service (WPS) einer noch breiteren Nutzerschicht zur Verfügung gestellt werden.

hen werden die auf dem DGM basierenden 3D-Dienste auf nutzerdefinierte Linien und Flächen erweitert. Damit können künftig interaktiv auch Höhenprofile abgeleitet und Volumenberechnungen durchgeführt werden.

Mit HWGK liegen die Grundlagen für den nächsten Schritt, die in der HWRM-RL geforderten Hochwasserrisikokarten, vor. In diesen erfolgt eine Risikobewertung u.a. nach Anzahl betroffener Einwohner, vorhandener Nutzung, Standorten umweltgefährdender Betriebe sowie potenziell betroffenen Schutzgebieten und Kulturgütern. Künftig sind inhaltliche Erweiterungen denkbar, die neben ökonomischen auch soziale und ökologische Risiken einbeziehen.

6 Zusammenfassung, Fazit

Das Projekt »Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg« dient der Entwicklung und Bereitstellung von Hochwassergefahrenkarten. Sie zeigen in leicht interpretierbarer Form, welche Gebiete gefährdet sind. Hinsichtlich Prävention und Schadensminderung sind diese zur anstehenden Erstellung der Hochwasserrisikokarten und

Hochwassermanagementpläne eine wichtige Grundlage. Einige der dargestellten Aspekte auf dem komplexen Weg zur rechtswirksamen HWGK werden nachfolgend nochmals herausgehoben:

Technische Innovation

Zur Umsetzung der HWGK wurde eine neue Generation internetbasierter Software-Anwendungen (nach »Web 2.0«-Aspekten) etabliert, deren Ziel es ist, aus Benutzersicht auf benötigte Datenbestände wie das Digitale Geländemodell oder Gewässergeometrien über umfangreiche Interaktions- und Vernetzungsmöglichkeiten aber dennoch einfach bedienbar zuzugreifen. Dazu wurde u. a. ein auf AJAX und Web-Services basierendes Meldeverfahren für Kommunen im Rahmen der HWGK-Plausibilisierung erstellt, das nicht nur die Rückmeldung textueller Informationen, sondern auch selbst erfasster Geoobjekte erlaubt. In Kombination mit einer weitgehend standardisierten Dienstarchitektur ist eine Mehrfachnutzung gegeben, die auch komplexe Funktionalitäten einfach in diese Benutzeroberflächen integrierbar macht.

Wirtschaftlichkeit

Das »Print on Demand«-Verfahren stellt ein für alle Beteiligten schnelles, effizientes und kostengünstig einsetzbares Verfahren zur individuellen und hochaktuellen Kartengenerierung dar. Im Rahmen dieser Eigenentwicklung gesammelte Erfahrungen werden auch anderen Ländern zur Verfügung gestellt. Mit der GIS-Anwendung FIS Deiche kann die praktische Arbeit an den Deichen wesentlich vereinfacht werden. Bestehende Schwachstellen in der Deichgeometrie können einfach erkannt und erfasst werden. Durch exakte Angaben zur Örtlichkeit (Anfahrt, Wegeinformation etc.) und zur Massenermittlung beim Deichkörper können anschließende Baumaßnahmen effizient mit Planungsdaten versorgt und dadurch wirtschaftlich umgesetzt werden.

Gesellschaftliche Bedeutung

Hochwassergefahrenkarten liefern wertvolle Informationen für unterschiedliche Nutzergruppen wie Kommunen, Wirtschaft, Bürger und auch die angewandte Forschung. Die aus den Modellen ermittelten und geometrisch sehr genau dargestellten Ergebnisse leisten einen guten Schutz von Leib und Leben sowie vor schweren ökonomischen wie immateriellen Verlusten durch Hochwasser. Sie sind ein wichtiger Schritt zur Erfüllung von EU-Vorgaben und stellen eine weitreichende Bürgerinformation auch im Sinne des baden-württembergischen Landesumweltinformationsgesetzes dar. Dadurch erfolgt eine Sensibi-

lisierung breiter Bevölkerungsschichten für umweltbezogene Ereignisse und damit letztlich eine verbesserte Akzeptanz zur Lösung der leider weiter zunehmenden Umweltprobleme.

Literatur

- Heppeler, J.; Heiland, P.; Dapp, K.: Europäische Kooperation zum Hochwasserschutz. *Wasserwirtschaft* 98 (4), S. 12–14, 2008.
- Mattes, E.: GIS-Bearbeitung und Datenmanagement. *Wasserwirtschaft* 98 (4), S. 34–36, 2008.
- Schillinger, W.; Panczak, M.: Kartenerstellung und Veröffentlichung der Hochwassergefahrenkarten. *Wasserwirtschaft* 98 (4), S. 37–39, 2008.
- LUBW: Das Räumliche Informations- und Planungssystem (RIPS), siehe www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16154/, 2009a.
- LUBW: Das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg, siehe www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/55662/, 2009b.

Anschriften der Autoren

Dipl. Agrarbiologe Manfred Müller
Dipl.-Ing. (FH) MSc (GIS) Bastian Ellmenreich
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz
Baden-Württemberg
Bannwaldallee 24, 76185 Karlsruhe
manfred.mueller@lubw.bwl.de
bastian.ellmenreich@lubw.bwl.de

Dipl.-Ing. (FH) Marc Panczak-Geörg
Dipl.-Geogr. Erich Mattes
Gesellschaft für Angewandte Hydrologie und Kartographie (AHK) mbH
Rehlingstraße 9, 79100 Freiburg i. B.
marc.panczak-geoerg@lubw.bwl.de
erich.mattes@ahk-freiburg.de

MSc Umweltmonitoring, Dipl.-Ing (FH) Wolfgang Schillinger
Umweltministerium Baden-Württemberg
Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart
wolfgang.schillinger@um.bwl.de

Dipl.-Ing. Markus Moser
Regierungspräsidium Stuttgart
Ruppmannstraße 21, 70565 Stuttgart
markus.moser@rps.bwl.de

Dipl.-Ing. (FH) Thilo Seitz
ISTW Planungsgesellschaft mbH
Franckstraße 4, 71636 Ludwigsburg
seitz@istw.de

Dr. Günter Barnikel
MPS GmbH Ulm
Einsteinstraße 59, 89077 Ulm
guenter.barnikel@uni-ulm.de