

BMBF Verbundforschungsprojekt

Dynamik abgesoffener oder gefluteter Salzbergwerke

Editorial

Beherrschung von Wasserüberschuss und Wassermangel

Stefan Kaden
Geschäftsführer DHI-WASY GmbH

Land unter! Die extremen Niederschläge in den vergangenen Wochen haben im Nordosten Deutschlands (Brandenburg, Fortsetzung auf Seite 2)

Inhalt

Dynamik abgesoffener oder gefluteter Salzbergwerke

Modellierung der Strömungs- und Salztransportprozesse

1

Nachhaltiges Wasserressourcenmanagement in der Küstenregion der Provinz Shandong, V. R. China

4

Regionalisierung von Hochwasserabflüssen in Sachsen

6

Steuerung der Wasserstände

Analyse, Bewertung und Handlungsvorschläge für den Großraum Paulinenaue/Großer Haveländischer Hauptkanal

8

Zukunft Landwehrkanal

Bestandserfassung und -bewertung anhand vorhandener Unterlagen für die Sanierung bzw. Instandsetzung des Landwehrkanals/Berlin

9

Kopplungsmodul FEFLOW

10

MONERIS – Professionelle Programmierung des Nährstoffeintragsmodells

12

G-Wale – Neuer Service für das satellitengestützte Wasserstandsmesssystem: Messkampagnen und Analysen

13

MIKE 11 – Neue Kontrollfunktion „Tabulated 2D“

14

Nachrichten

15

- FEFLOW auf der MODFLOW & More 2011 an der Colorado School of Mines
- Hinweis auf Katastrophenschutz-Blog
- 3. Internationale FEFLOW-Anwender-Konferenz 2012 in Berlin
- Kompetenzzentrum städtisches Wasser in Köln im Aufbau
- DHI-WASY in Bayern
- Personalie: Neue Mitarbeiterin

Modellierung der Strömungs- und Salztransportprozesse

Junfeng Luo & Hans-Jörg Diersch

Einleitung

Im Bereich abgesoffener bzw. gefluteter Altbergwerke des ehemaligen Kali- und Steinsalzbergbaus können sich Risiken für die Stabilität des Deckgebirges bis zur Tagesoberfläche ergeben. Diese resultieren im Wesentlichen aus der Konvergenz vorhandener untertägiger Hohlräume, aus der Entstehung neuer Hohlräume durch Zuflüsse ungesättigter Wässer ins Salinargebirge sowie der sekundären Auswirkungen der so entstandenen Hohlräume auf das Spannungsgefüge im Bereich der ehemaligen Gruben und des Deckgebirges.

In der alten Salzstadt Staßfurt sind in der Vergangenheit verschiedene und folgenreiche Bergschäden aufgetreten. Im Ergebnis des von heftigen erdbebenartigen Erschütterungen begleiteten Verbruchs und Ersaufens der Salzbergwerke Leopoldshall I/II und von der Heydt/von Manteuffel Ende des 19ten und Anfang des 20ten Jahrhunderts mussten im Lauf der Zeit etwa 800 Gebäude wegen Bau-fälligkeit abgerissen werden.

Das Forschungsverbundvorhaben „Dynamik abgesoffener oder gefluteter Salzbergwerke und ihres Deckgebirgsstockwerks“ zielte auf eine beispielhafte Entwicklung eines nachhaltigen Gestaltungs- und Flächennutzungskonzeptes für die Stadt Staßfurt. In diesem BMBF-Verbundprojekt befasste sich DHI-WASY mit dem Teilvorhaben „Modellierung der Strömungs- und Salztransportprozesse“. Ziel

war der Aufbau eines regionalen dreidimensionalen (3D) Strömungs- und Salztransportmodells mit notwendiger



Detailliertheit zur Simulation entsprechender Prozesse in aufgelassenen Salzbergwerken und ihrem Deckgebirge.

In Abbildung 1 ist das Modellgebiet mit einer Fläche von ca. 88,5 km² schematisch dargestellt. Die Stadt Staßfurt liegt im zentralen Bereich des Modellgebiets und die Bode verläuft vom Nordwesten nach Osten quer durch das Modellgebiet.

Modelluntersuchungen

Folgende Teilaufgaben wurden in dem Projekt „Modellierung der Strömungs- und Salztransportprozesse“ bearbeitet:

Abb. 1: Übersicht des Modellgebietes im Projekt „Modellierung der Strömungs- und Salztransportprozesse“



Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02C1516 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

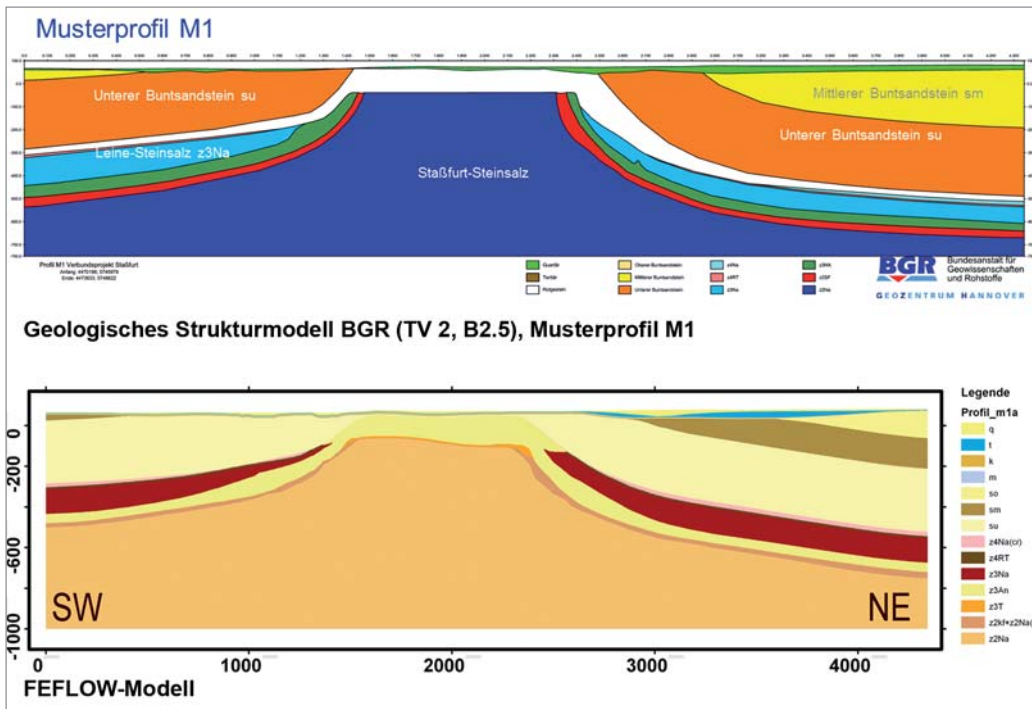


Abb. 2: Die konzeptionelle Schichtung zum Aufbau des 3D-Modells entlang Musterprofil M1

- Prinzipstudien zu Strömungs- und Transportprozessen an zweidimensionalen (2D) vertikalen Profilschnitten
- Aufbau eines kalibrierten 3D-Strömungsmodells
- Erstellung eines 3D Strömungs- und Transportmodells
- Simulation verschiedener Szenarien
- Vergleich von Modellierungsergebnissen mit In-situ-Befunden
- Modellierung von Temperaturverteilungen zwecks Abgleich mit Messprofilen und
- Berechnung des Mehrkomponententransportes unter Berücksichtigung chemischer Fällung.

Die Umsetzung des geologischen und hydrogeologischen Strukturmodells in das

numerische Grundwassermodell für den Standort Staßfurt und die Modellierung der Strömungs- und Salzwassertransportprozesse erfolgten mit FEFLOW® in der Version 5.3 (zu Beginn der Arbeiten) und später mit der aktuellen Version 6.0 (während der Schlussphase des Vorhabens in 2010).

Ergebnisse

Das entwickelte 3D-Grundwassermodell berücksichtigt tiefliegende geologische Schichteinheiten, die von Staßfurt-Steinsalz, Kaliflöze über die Leine- und Aller-Formationen, Buntsandsteine bis zu oberflächennahen Tertiär- und Quartär-Sedimenten reichen. Das 3D-Grundwassermodell besteht aus 28 numerischen Schichten mit insgesamt 1,6 Millionen

finiten Elementen. In Abbildung 2 und Abbildung 3 sind jeweils die vertikale Schichtaufteilung und das 3D-View mit der k_f -Wert-Verteilung des 3D-Modells dargestellt.

Das kalibrierte Strömungsmodell wurde zu einem 3D dichtegekoppelten Massentransportmodell erweitert. Da die heute beobachtete Verteilung der Salzkonzentrationen im Untersuchungsgebiet auf hydrogeologische Prozesse über einen langen Zeitraum und auf die anthropogene Beeinflussung im letzten Jahrhundert zurückzuführen ist, wurde die Modellierung der Salzkonzentrationen unter Berücksichtigung der Dichteeffekte in zwei Schritten durchgeführt:

- Simulation der räumlichen Salzkonzentrationsverteilung über einen längeren Zeitraum bis zum Erreichen eines quasi-

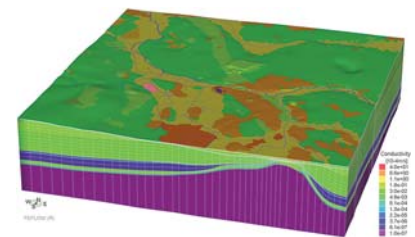


Abb. 3: 3D Ansicht des GW-Modells Staßfurt mit k_f -Wert-Verteilung

stationären Zustandes. Die resultierende Verteilung der Salzkonzentration wird als geogen angenommen und dient als Anfangsverteilung der Salzkonzentrationen für nachfolgende Modelluntersuchungen;

- Szenarien unter Berücksichtigung anthropogener Beeinflussungen, ausge-

Fortsetzung von Seite 1

Mecklenburg) zu überfluteten Feldern, überlaufenden Seen und Flüssen in bisher kaum bekanntem Ausmaß geführt. Das Extremereignis wird mit einer Jährlichkeit > 100 Jahre eingestuft. So musste die Wasserstraße zwischen Berlin und Waren an der Müritz in Mecklenburg für den Schiffsverkehr komplett gesperrt werden (betrifft in erster Linie Hobby-Schifffahrt). Mehrere Schleusen der Oberen-Havel-Wasserstraße mussten aus Sicherheitsgründen gesperrt werden. „Da hat sich unheimlich viel Wasser angesammelt, so dass Schleusen überströmt sind und man das Ufer nicht mehr sieht“ (Hans-Jürgen Heymann, WSA Eberswalde).

An der Ostseeküste fielen am 22. Juli 2011 in Warnemünde 111 mm Niederschlag innerhalb von 24 Stunden. In Graal-Müritz musste die Düne zur Ostsee auf einer Länge von sechs Metern durchbrochen werden, um das aus der Rostocker Heide strömende Wasser ablaufen zu lassen.

Der Schaden in der Landwirtschaft wegen überstauter Felder und auch in urbanen Gebieten mit überfluteten Kellern ist kaum messbar. Es deutet sich an, dass sich solche Extremwetterlagen häufen. So waren ähnliche Probleme 2007 im Havelland zu verzeichnen. Über Möglichkeiten und Grenzen der Steuerung solcher Verhältnisse wird im nachfolgenden Beitrag

zum Großraum Paulinenaue/Großer Haveländischer Hauptkanal berichtet.

Beherrschung von Wasserüberschuss und Wassermangel, diese zwei Seiten der Wasserwirtschaft werden uns wohl immer häufiger beschäftigen – national und international. Auf Aspekte des Wassermangels wird im Beitrag zum nachhaltigen Wassermanagement in China eingegangen.

Weitere Beiträge informieren Sie umfassend über das Aufgaben- und Leistungsspektrum unseres Hauses zu Hochwasser, Wasserressourcen und Umwelt. **Viel Spaß beim Lesen!**

hend von der berechneten Anfangsverteilung der Salzkonzentrationen und Szenarien ohne anthropogene Beeinflussungen.

In Abbildung 4 sind die berechnete Salzkonzentration im Quartär-GWL des

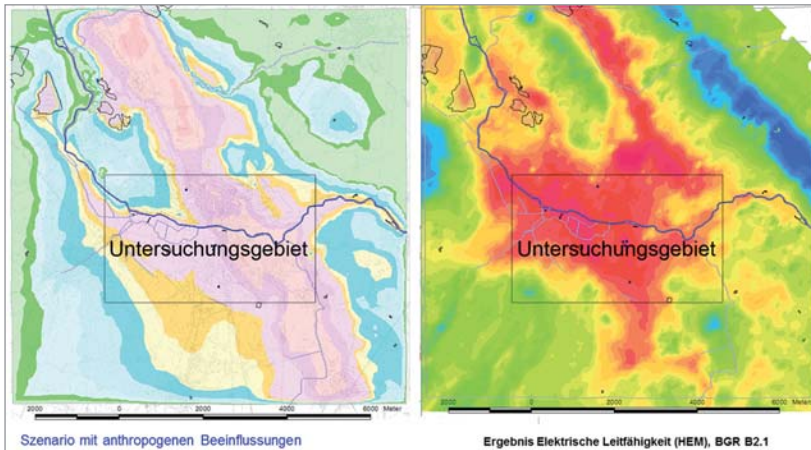


Abb. 4: Gegenüberstellung der berechneten Salzkonzentration im Quartär-GWL und der Ergebnisse der elektrischen Leitfähigkeit nach HEM (TV 2, BGR B2.1)

Szenarios mit anthropogenen Beeinflussungen und die Ergebnisse der elektrischen Leitfähigkeit nach HEM (Hubschrauber Elektromagnetik) bei 20 m NN gegenübergestellt. Beim HEM-Ergebnis stellt die Rotfärbung sehr hohe elektrische Leitfähigkeit im Untergrund dar bzw. weist auf erhöhte Versalzung im Grundwasser hin, während die Blaufärbung auf sehr niedrige elektrische Leitfähigkeit und damit auf Süßwasser hindeutet. Demnach zeigt die berechnete Verteilung der Salzkonzentration im Untersuchungsgebiet bzw. entlang der Bode eine gute Übereinstimmung mit den Hinweisen aus dem HEM-Ergebnis.

Die simulierte Verteilung der Salzkonzentration ist in Abbildung 5 als Querschnitt schematisch dargestellt. Aus regionaler Sicht lässt sich gut erkennen, dass die Verteilung der Salzkonzentration durch die Sattelstruktur und die Bode geprägt sind. Im Bode-Abschnitt in der Stadt Staßfurt wurde der GW-Abstrom in die Bode mit erhöhter Salzkonzentration bis max. 50 g/l prognostiziert. Im Bereich der dezentralen Wasserhaltungsbrunnen liegen die simulierten Salzkonzentrationen zwischen 15 g/l und 25 g/l. Die Simulationsergebnisse stimmen mit den Beobachtungen gut überein.

In Abbildung 6 sind die berechneten GW-Stromlinien, die jeweils von den dezentralen Wasserhaltungsbrunnen (Brunnen 1 bis Brunnen 3) in der Stadt Staßfurt (südlich von der Bode) und von dem Bode-Abschnitt im Bereich des Staßfurter Sattels rückwärts gestartet sind, dargestellt. Die

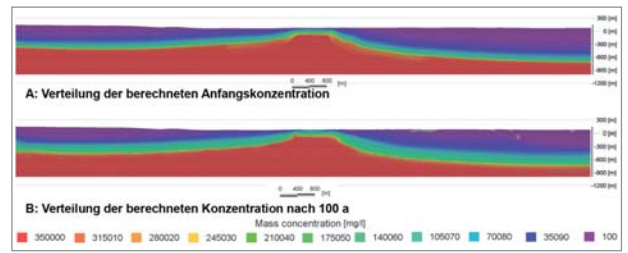
Stromlinien zeigen potenzielle Fließwege bzw. weisen darauf hin, wie das Grundwasser zu den Wasserhaltungsbrunnen bzw. dem betrachteten Bode-Abschnitt zufließt.

Demnach erstreckt sich der Einflussbereich der dezentralen Wasserhaltungsbrunnen von dem Stadtbereich nach Südwest, was der regionalen GW-Fließrichtung entspricht. Nach der Modellierung wird die Salzmenge aus den drei Brunnen auf ca. 9,3 t/d bzw. aus den gesamten dezentralen Wasserhaltungsanlagen auf ca. 10,6 t/d veranschlagt. Die simulierte Salzmenge stimmt mit den vorliegenden Messungen gut überein.

Die Stromlinien vom betrachteten Bode-Abschnitt zeigen, dass das Grundwasser ursprünglich von Südwesten kommt und im südlichen Stadtbereich dann entlang der Sattelstruktur zur Bode fließt.

Anmerkungen und Literaturhinweise

Die vorgestellten Untersuchungen waren Bestandteil eines durch das BMBF geförderten Forschungsprojektes mit dem Förderkennzeichen 02C1516. Sie erfolgten in Zusammenarbeit mit der BTU Cottbus, Lehrstuhl für Umweltgeologie (Aufbau des konzeptionellen 3D hydrogeologischen Modells), mit der BGR Hannover (Aufbau eines geologischen 3D Modells des Staßfurter Sattels und eines Grubenmodells und geophysikalische Unter-



suchungen) sowie mit IHU Stendal (Hydrogeologische Parametrisierung).

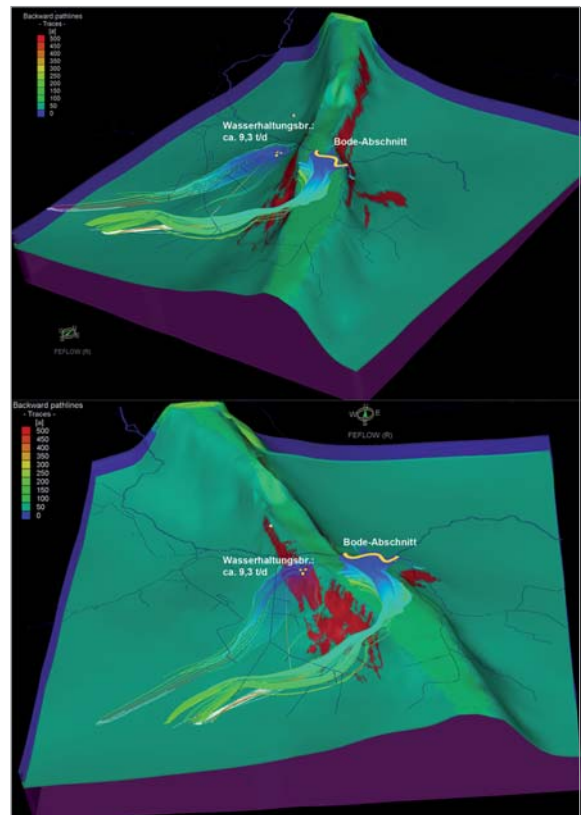
JAHNKE, C., WALTER, N., HERRMANN, F., BOHN, A. & VOIGT, H.-J., 2009: Hydrogeologie des Raums Staßfurt – Teil 1 Hydrodynamik. In: Dynamik abgeöffener oder gefluteter Salzbergwerke und ihres Deckgebirgsstockwerks – 2. Workshop in Kelbra 2009 Statusseminar, EDGG 2009, Heft 242.

KERNER, T. & SIEMON, B., 2009: Aerogeophysikalische Erkundung der elektrischen Leitfähigkeit (HEM – Hubschrauberelektromagnetik) im Bereich des Staßfurt-Egelter Sattels. In: EDGG 2009, Heft 242.

DIERSCH, H.-J. G., LUO, J. & RÜHAACK, W., 2009: Grundwassermodellierung. In: EDGG 2009, Heft 242.

Abb. 5: Verteilung der (berechneten) Konzentration entlang einem SW-NE-Profil

Abb. 6: Einschätzung des Einflusses der zentralen Wasserhaltung und der Bode im 3D Modell mit Rückwärtsbahnlinien, zwei verschiedene Ansichten desselben Ergebnisses



DIERSCH, H.-J. G., LUO, J. & RÜHAACK, W., 2010: Numerische Strömungs- und Massentransportmodellierung im Bereich des ehemaligen Kalibergbaus Staßfurt. In: Dynamik abgeöffener oder gefluteter Salzbergwerke und ihres Deckgebirgsstockwerks – Abschlussworkshop, Staßfurt. EDGG, Heft 244.

BMBF Verbundforschungsprojekt

Nachhaltiges Wasserressourcenmanagement in der Küstenregion der Provinz Shandong, V. R. China*

Stefan Kaden, Bertram Monnikhoff & Karen Bossel

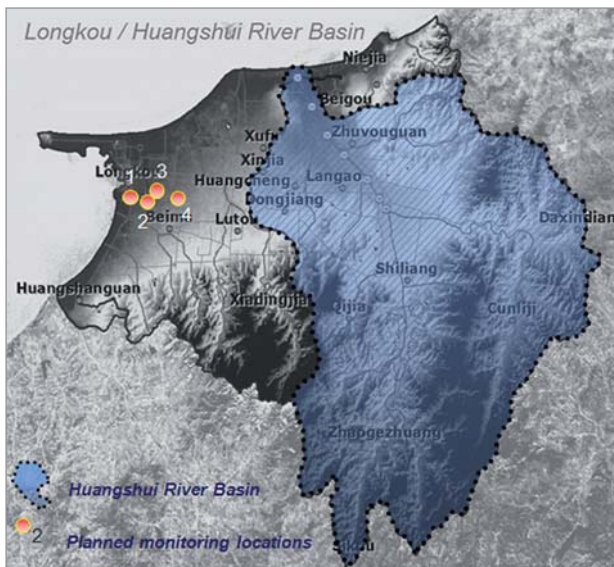


Abb. 1: Einzugsgebiet des Huangshuihe (1.034 km²), vgl. Abbildung 1 im Nordosten der Provinz Shandong mit seinen 64 km Küstenlinie bietet ein sehr gutes Beispiel für Wasserkonflikte, die sich aufgrund schnell wachsender Bevölkerung, Industrie und Landwirtschaft und nicht koordinierter wasserwirtschaftlicher Maßnahmen ergeben und nur durch ein integriertes Wasserressourcen-Management (IWRM) gelöst werden können.

Das Flussgebiet des Huangshuihe (1.034 km²), vgl. Abbildung 1 im Nordosten der Provinz Shandong mit seinen 64 km Küstenlinie bietet ein sehr gutes Beispiel für Wasserkonflikte, die sich aufgrund schnell wachsender Bevölkerung, Industrie und Landwirtschaft und nicht koordinierter wasserwirtschaftlicher Maßnahmen ergeben und nur durch ein integriertes Wasserressourcen-Management (IWRM) gelöst werden können.

Die Übernutzung der Wasserressourcen hat eminente wasser- und landwirtschaftliche Probleme aufgrund der Salzwasserintrusion in das Grundwasser zur Folge. Die Entwicklung von Industrie und der Landwirtschaft als Haupteinkommensquelle der Bevölkerung wird durch Wasserknappheit extrem behindert und die Verschmutzung hat Konsequenzen für

Ökologie und Lebensqualität der Bevölkerung. Im Rahmen des IWRM-Förderprogrammes des BMBF wird, auf der Basis einer Vorstudie (Federführung Prof. W. Geiger, Universität Essen), das Verbundprojekt „Nachhaltiges Wasserressourcenmanagement in der Küstenregion der Provinz Shandong V. R. China“ vom chinesischen Ministerium für Wissenschaft und Technologie (MOST) und dem BMBF gefördert (Projektabschluss Dezember 2011, Projektkoordination DHI-WASY

Deutsche Projektpartner sind das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH, Berlin, die Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik, Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG und Prof. W. Geiger (UNESCO-Professor).

Projektpartner auf chinesischer Seite sind unter anderem das Wasserwirtschaftsamt der Provinz Shandong, die Wasserbehörde



Abb. 2: Speicherungskaskade zur Grundwasseranreicherung (Foto: Dr. Luo, DHI-WASY GmbH)

GmbH) (s. auch <http://www.bmbf.wasser-ressourcen-management.de/de/304.php>).

Ziele sind:

- Integration von sozialen, ökonomischen und Umweltaspekten
- Integrierte Betrachtung von Grundwasser und Oberflächenwasser (Quantität und Qualität)
- Optimierung des Wasserhaushaltes für das gesamte Einzugsgebiet.

von Longkou, die Forschungseinrichtung Shandong Water Conservancy Research Institute, Jinan (Prof. Zhang Baoxian, chinesischer Projektkoordinator) sowie Shandong University und Shandong Normal University. Die wissenschaftliche Koordination liegt bei Prof. W. Geiger, UNESCO Chair in Sustainable Water Management, Peking/München.

Das Projektgebiet zeichnet sich durch zwei Besonderheiten aus, eine Speicherungskaskade



Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02WM0924/26 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.



zur Grundwasseranreicherung (Abbildung 2) und einen unterirdischen Grundwasserdamm zur Verhinderung der Salzwasserintrusion vom Meer.

Im Rahmen des Projekts wird u. a. ein Entscheidungsunterstützungssystem (DSS, Decision Support System) entwickelt, das der Entwicklung von effizienten Maßnahmenpaketen für ein nachhaltiges Wassermanagement dient. Die Struktur des DSS ist in Abbildung 3 dargestellt.

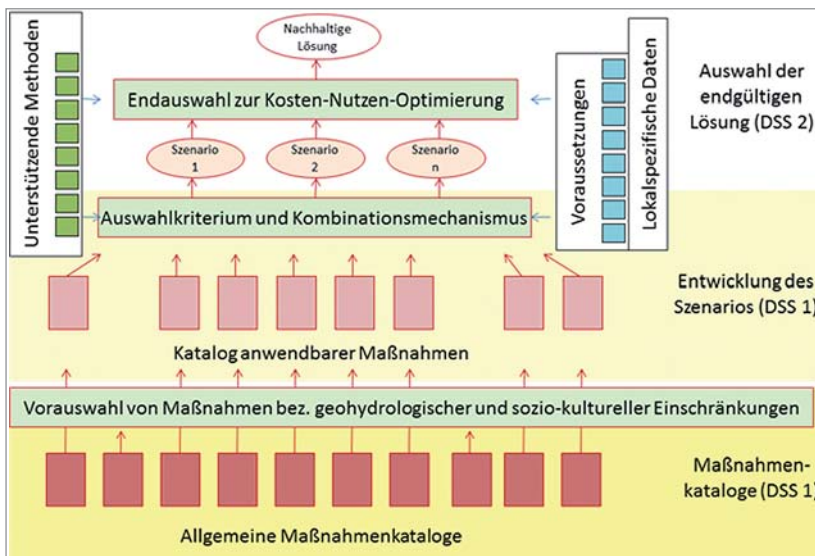


Abb. 3: DSS IWRM Shandong (nach Geiger, 2006)

Besondere Beachtung wird im Projekt auch auf ein verbessertes Monitoring gelegt. In einer vorangegangenen Grob-analyse zeigten sich diesbezüglich Schwachstellen, die vor allem die Erfassung von Grundwasserständen und Wasserqualitätsparametern – besonders mit Relevanz für das Eindringen von salzigem Meerwasser in den Grundwasserkörper („saltwater intrusion“) – betrafen. Zwischenzeitlich wurden gemeinsam mit den chinesischen Partnern neue, anforderungsgerechte Messstellen geplant und realisiert. Die Messstellen sind mit einer solarbetriebenen Multiparameter-Funksonde ausgestattet, die laufend fünf Parameterwerte (u. a. Leitfähigkeit) misst und täglich auf eine zugehörige Website funkt (Entwicklung UGT GmbH). Für die mobile Probenahme wurde von UGT mit dem Grundwasserforschungszentrum Dresden e.V. das Mobile Monitoring Shuttle entwickelt und dem chinesischen Partner zur Verfügung gestellt. Die Proben

können damit konvektionsfrei und druckneutral entnommen werden.

Eine weitere beobachtete Schwachstelle liegt bei der spärlichen Erfassung von Abflussmengen. Besonders gravierend ist das Fehlen von Abflussdaten für den größten Nebenfluss im Projektgebiet, den Huangchengji. Zur Abhilfe wurde daher in Abstimmung mit den chinesischen Partnern ein Messsystem konzipiert, das kurz vor der Mündung in den Hauptfluss

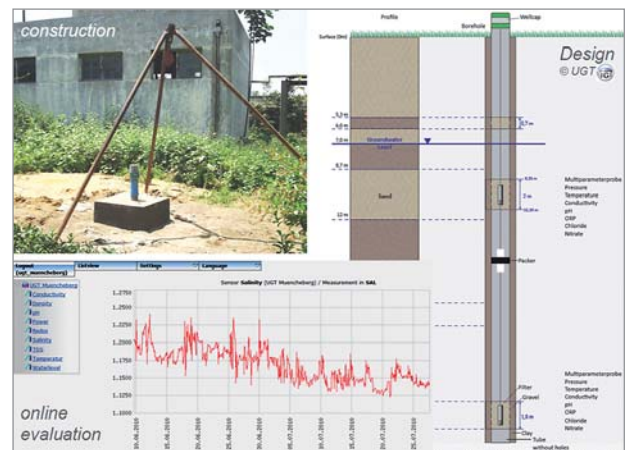
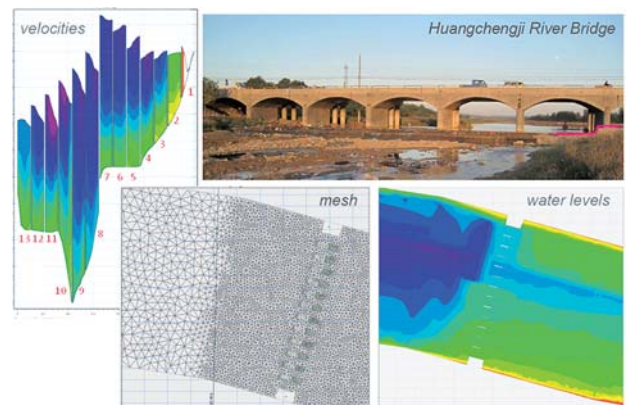


Abb. 4: Grundwassermessstelle zur online Güteüberwachung



Regions“ statt. Der Tagungsband ist auf der Projektwebsite verfügbar (<http://dhi-wasy.eu/shandong.html> -> Publikationen).

Abb. 5: MIKE 3 Modelluntersuchungen an der Huangchengji Brücke

Die Ergebnisse des Vorhabens wurden von allen Teilnehmern gewürdigt. Seitens der

installiert werden soll. Problematisch sind hier die hohen Sedimentraten, das unregelmäßige Gewässerbett und die stark schwankenden Abflüsse (bis gegen Null). Eine Brücke wurde als geeigneter Messpunkt ermittelt, allerdings hat diese 13 Durchlässe, die nicht alle separat gemessen werden können (aus technischen, vor allem aber aus Kostengründen). Ein Abflussmesssystem (OTT ADC) wurde an einem Brückendurchlass installiert. Um eine Beziehung zwischen dem gemessenen (Teil-)Abfluss und dem Gesamtabfluss zu erhalten, wurden 3D hydronumerische Simulationen mit der Software MIKE 3 (MIKE by DHI) durchgeführt, vgl. Abbildung 5.

Im April dieses Jahres fand eine Abschlussveranstaltung zum Vorhaben in China im Rahmen einer Doppelveranstaltung mit der UNESCO unter der Überschrift „Approaches for Integrated Water Resources Management in Coastal



Abb. 6: Teilnehmer der Abschlussveranstaltung

chinesischen Vertreter von Wasserwirtschaftsverwaltungen der Provinz Shandong wurde großes Interesse an der Weiterführung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit geäußert.

*Der Beitrag wurde in Englisch in der **wwt international**, 1/2011, April 2011 veröffentlicht.

Regionalisierung von Hochwasserabflüssen in Sachsen

Jörg Walther, Björn Fischer & Susanna Horn

Im August 2009 beauftragte das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie die DHI-WASY GmbH mit der Erarbeitung einer auf die hydrologischen Verhältnisse im Freistaat Sachsen zugeschnittenen landeseinheitlichen Methodik zur Bestimmung von Hochwasserscheitelabflüssen mit Wiederkehrintervall HQ_T für un beobachtete Gewässerquerschnitte. Die Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem

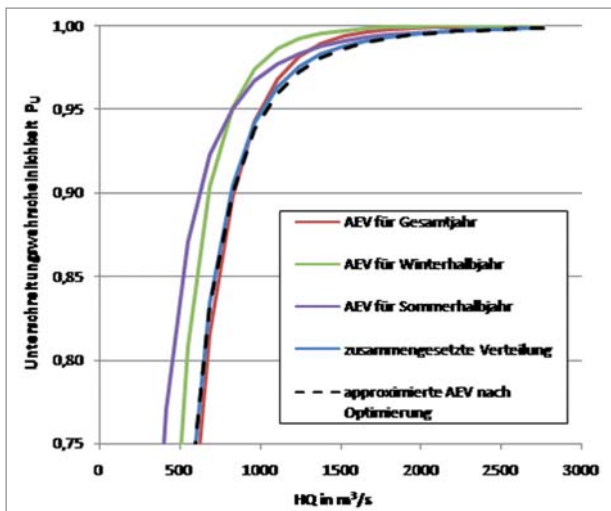


Abb. 1: Approximation einer Allgemeinen Extremwertverteilung an die zusammengesetzte Verteilung am Beispiel des Pegels Golzern 1/Mulde

Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie der TU Wien und dem Institut für Angewandte Statistik und EDV der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt. Die Methodik und die Ergebnisse der Regionalisierung wurden einem breiten Fachpublikum bereits auf dem diesjährigen Tag der Hydrologie in Wien vorgestellt.

Datengrundlage für die Regionalisierung bildeten beobachtete Scheitelabflüsse an insgesamt 179 Pegeln. Im Anschluss an die Prüfung der Abflussdaten wurden für 113 Basispegel mit einer Reihenlänge von mindestens 26 Jahren die beobachteten Jahreshöchstabflüsse extremwertstatistisch ausgewertet. Zur Anwendung kam die sai-

sonale Hochwasserstatistik gemäß DWA-Merkblatt 552. Als regional gültige Verteilungsfunktion wurde die Allgemeine Extremwertverteilung (AEV) gewählt. Die Parameter dieser Verteilungsfunktion wurden nach der wahrscheinlichkeitsgewichteten Momentenmethode mit Hilfe unserer Software HQ-EX 3.0 geschätzt. Für jeden Basispegel erfolgte die Parameterschätzung sowohl auf Grundlage der Jahres-HQ-Reihen als auch auf Grundlage der saisonalen HQ-Reihen für das Sommer- und Winterhalbjahr. Für Pegel mit historischen Hochwassern wurde die damit verbundene Zusatzinformation bei der extremwertstatistischen Auswertung der Reihen entsprechend berücksichtigt.

Nach der extremwertstatistischen Auswertung der saisonalen HQ-Reihen für das Sommer- und Winterhalbjahr kann die auf das Gesamtjahr bezogene Unterschreitungswahrscheinlichkeit P_U eines bestimmten Hochwasserabflusses HQ mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$P_U(\text{Jahr}) = P_U(\text{Winter}) * P_U(\text{Sommer})$$

Die mit Hilfe dieser Gleichung berechneten Wertepaare (HQ , P_U) werden im Folgenden als zusammengesetzte Verteilung (Winter – Sommer) bezeichnet. Leider fehlt für die zusammengesetzte Verteilung eine geschlossene mathematische Beschreibung, die es erlaubt, für eine vorgegebene Unterschreitungswahrscheinlichkeit den Hochwasserabfluss auf direktem Weg zu berechnen. Mit obiger Gleichung ist das nur iterativ möglich.

Praktisch wurde dieses Problem gelöst, indem die zusammengesetzte Verteilung durch eine Allgemeine Extremwertverteilung approximiert wurde. Dies geschah über eine Optimierung der drei Parameter der Allgemeinen Extremwertverteilung, bei der die Summe der gewichteten qua-

dratischen Abweichung zwischen der zusammengesetzten Verteilung und der approximierten Allgemeinen Extremwertverteilung minimiert wurde. Als Gewicht wurde der Hochwasserabfluss HQ verwendet. Damit wurde eine bessere Anpassung der Allgemeinen Extremwertverteilung an die zusammengesetzte Verteilung im Extrapolationsbereich ($T \geq 100$ a) erzielt als bei einer Minimierung der Summe der einfachen quadratischen Abweichung. Abbildung 1 veranschaulicht die Vorgehensweise und das Ergebnis der Optimierung beispielhaft für den Pegel Golzern 1/Mulde.

Nach Approximation der Allgemeinen Extremwertverteilung an die zusammengesetzte Verteilung (Winter – Sommer) wurden für alle Basispegel neben den lokalen Parametern der saisonalen AEV auch die Quantile HQ_T für $T = 2$ bis 500 a ermittelt.

Für die Regionalisierung wurden zwei unterschiedliche Basisverfahren eingesetzt: das Index-Flood-Verfahren und Top-Kriging. Beim Index-Flood-Verfahren erfolgt eine Übertragung der höheren Momente der Verteilungsfunktion innerhalb homogener Regionen, während bei Top-Kriging eine räumliche Interpolation der Momente entlang des Gewässernetzes erfolgt. Als Grundlage für das Index-Flood-Verfahren war die Bestimmung hochwasserhomogener Regionen erforderlich. Hierzu wurden die beiden Klassifikationsverfahren Clusteranalyse und Regressionsbaum angewendet und ihre Ergebnisse miteinander verglichen. Beide Verfahren basieren auf der Annahme, dass ähnliche Gebietseigenschaften ähnliche Hochwasserprozesse bewirken, unterscheiden sich aber in Hinblick auf die Gruppenbildung.

Die Ergebnisse der Klassifikationsverfahren wurden zunächst mittels Teststatistiken

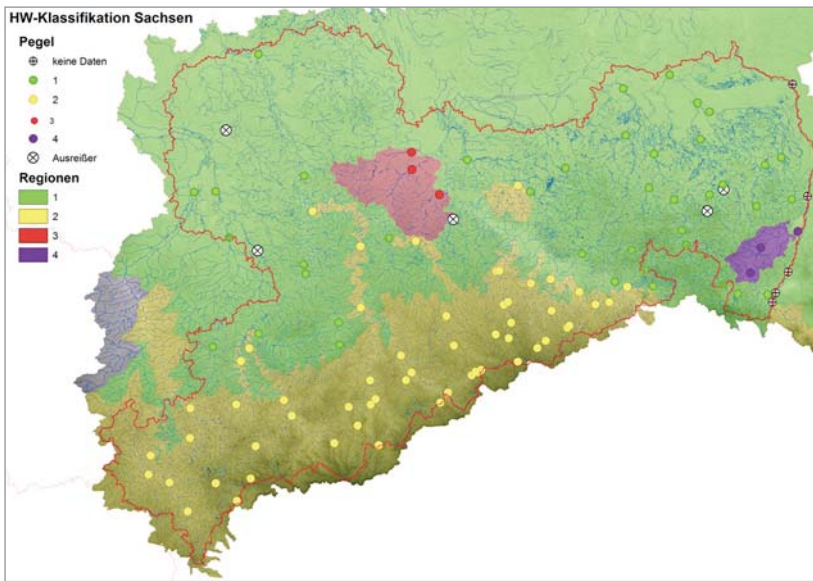


Abb. 2: Hochwasserregionen in Sachsen als Basis für das Index-Flood-Verfahren

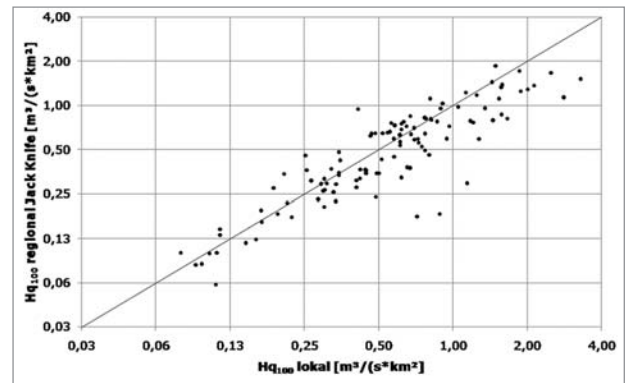
hinsichtlich ihrer Eignung für das Index-Flood-Verfahren bewertet. Anschließend wurden die Ergebnisse in Karten der naturräumlichen Gliederung Sachsens gegenübergestellt und gemeinsam mit dem Auftraggeber beurteilt. Im Ergebnis dieser Diskussion wurde ein Regressionsbaum mit drei Knoten favorisiert, mit dem eine plausible Gliederung Sachsens in Regionen mit unterschiedlichem Hochwasserverhalten erzielt wird. Da dieser Regressionsbaum ausschließlich die nutzbare Feldkapazität als Gebietskenngröße berücksichtigt, wurde noch untersucht, ob durch die Kombination der nutzbaren Feldkapazität mit weiteren Gebietskenngrößen, insbesondere mit dem mittleren Niederschlag, eine Verbesserung der Teststatistiken erreicht werden kann, was allerdings nicht der Fall war.

Die endgültige Abgrenzung von vier räumlich zusammenhängenden Regionen erfolgte nach Zusammenschau der Ergebnisse der verschiedenen Klassifikationsverfahren auf der Grundlage des Regressionsbaums mit drei Knoten und unter besonderer Berücksichtigung von Morphologie und Einzugsgebietsgrenzen (Abbildung 2). Dadurch wird Sachsen primär in eine Festgesteinsregion im Süden mit geringer nutzbarer Feldkapazität und hoher Geländehöhe (i. d. R. > 400 m HN) und eine Übergangs- und Lockergesteinsregion im Norden mit mittlerer bis hoher nutzbarer Feldkapazität und geringer

Geländehöhe unterteilt. Innerhalb der letztgenannten Zone existieren zwei Teilregionen mit deutlich abweichendem Hochwasserverhalten infolge einer besonderen naturräumlichen Ausstattung bzw. einer auffälligen Häufung lokaler Starkniederschläge.

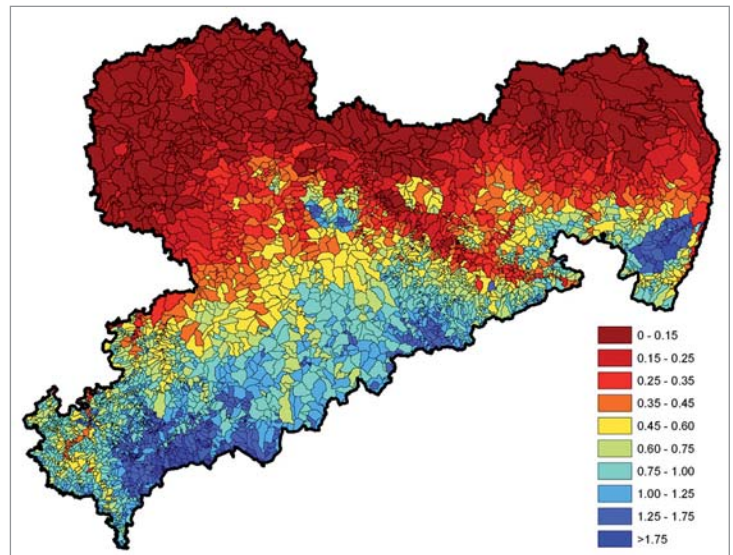
Die Anwendung der beiden Basisverfahren (Index-Flood-Verfahren und Top-Kriging) erfolgte separat und in Kombination untereinander sowie mit einer Georegression in insgesamt sechs verschiedenen Varianten. Zur Bewertung der Ergebnisse der einzelnen Varianten wurde ein Jack-Knife-Vergleich (Kreuzvalidierung) für die durch Pegel beobachteten Einzugsgebiete durchgeführt. Im Ergebnis des Jack-Knife-Vergleichs wird folgende Verfahrenskombination als Vorzugsverfahren für die Anwendung in Sachsen empfohlen:

- a) Georegression zwischen MHQ (Index Flood) und Einzugsgebietskenngrößen
- b) Regionale Analyse und Ausgleich der Residuen der Georegression mit Top-Kriging
- c) Bestimmung der höheren Momente (Varianz und Schiefe) der regionalen Verteilungsfunktion mit dem Index-Flood-Verfahren



In einem letzten Arbeitsschritt wurde die Datengrundlage für das Vorzugsverfahren erweitert, indem bei der Ermittlung des Lageparameters der AEV neben den 113 Basispegeln auch die restlichen 66 Pegel mit kurzen Reihenlängen berücksichtigt wurden. Dadurch konnten die Ergebnisse der Regionalisierung noch einmal verbessert werden. Beispielhaft werden in Abbildung 3 als Ergebnis des Jack-Knife-Vergleichs die regionalisierten Abflussspenden eines 100-jährlichen Hochwassers den lokalen Spenden der Pegel gegenübergestellt.

Abb. 3: Gegenüberstellung der lokalen und der regionalisierten Abflussspenden (Jack-Knife) des Hq_{100} für das Vorzugsverfahren



Im Zuge der Anwendung des Vorzugsverfahrens wurde ein Shape erstellt, in dem flächendeckend für alle Teilgebiete in Sachsen die Hochwasserspenden und Hochwasserscheitelabflüsse für verschiedene Wiederkehrintervalle enthalten sind. In Abbildung 4 werden die mit dem Vorzugsverfahren regionalisierten Abflussspenden des 100-jährlichen Hochwassers kartographisch dargestellt.

Abb. 4: Mit dem Vorzugsverfahren regionalisierte Abflussspende Hq_{100} in $m^3/(s*km^2)$

Steuerung der Wasserstände

Analyse, Bewertung und Handlungsvorschläge für den Großraum Paulinenaue/Großer Havelländischer Hauptkanal

Thomas Koch & Bertram Monnikhoff

Im Gebiet der Gemeinde Paulinenaue in Brandenburg im Landkreis Havelland sind bei Starkniederschlagsereignissen 2007 erhebliche Probleme durch nicht abfließendes Oberflächenwasser sowie durch ansteigendes Grundwasser entstanden. Neben Vernässungen von landwirtschaftlichen Nutzflächen sind insbesondere in Kellern der bestehenden Bebauung Wasserschäden verursacht worden.

Hydrologisches Modellsystem

Der Raum Paulinenaue verzeichnet durch die vielen Entwässerungsgräben und die größtenteils geringen Grundwasserflurabstände eine sehr hohe Dynamik des hydrogeologischen Systems und eine starke Interaktion zwischen den Komponenten Oberflächenwasser mit deren Steuerungsmöglichkeiten, Grundwasser und Grundwasserneubildung. Die Interaktion zwischen den Komponenten kann nur durch eine integrierte Kopplung der genannten Komponenten gewährleistet werden. Für die Analyse des Ist-Zustandes und der Maßnahmenwirkungen wurde ein gekoppeltes hydrologisches Modell-

gesetzt (vgl. *DHI-WASY Aktuell 2/2006*). Die Kopplung des Grundwasserneubildungsmoduls aus ArcEGMO und FEFLOW wurde für das vorliegende Projekt entwickelt (vgl. S. 10 in dieser *DHI-WASY Aktuell*). Für das Untersuchungsgebiet Paulinenaue, wurden mit dem Modellsystem 94 km Fließgewässer in einem Modellgebiet von 230 km² modelliert.

Für die Kalibrierung des Fließgewässermodells wurden im Rahmen einer Fließgeschwindigkeitsmessung der Abfluss und die entsprechenden Wasserspiegeln Höhen bestimmt. Nach der Kalibrierung des instationären gekoppelten Modells

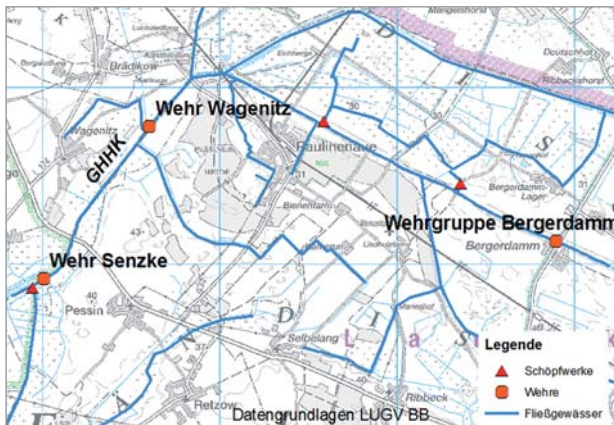


Abb. 1: Übersicht wasserwirtschaftliches System

Maßgeblicher Vorfluter in dem Gebiet ist der Große Havelländische Hauptkanal (GHHK) – ein rechter Nebenfluss der Havel und Gewässer I. Ordnung. Neben dem GHHK gibt es im Gebiet eine Vielzahl Nebengewässer (Gewässer II. Ordnung) und diverse Gräben, die Wasser aus den Flächen dem GHHK zuführen. Verschiedene Schöpfwerke und Wehranlagen dienen der Steuerung des wasserwirtschaftlichen Systems (siehe Abbildung 1).

Die Arbeitsgemeinschaft DHI-WASY GmbH/Büro für Angewandte Hydrologie (BAH), wurde im Jahr 2010 vom Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz beauftragt, Vorschläge für ein verbessertes Bewirtschaftungskonzept des Wasserhaushaltssystems zu erarbeiten, wodurch solchen Ereignissen besser vorbereitet begegnet werden kann.

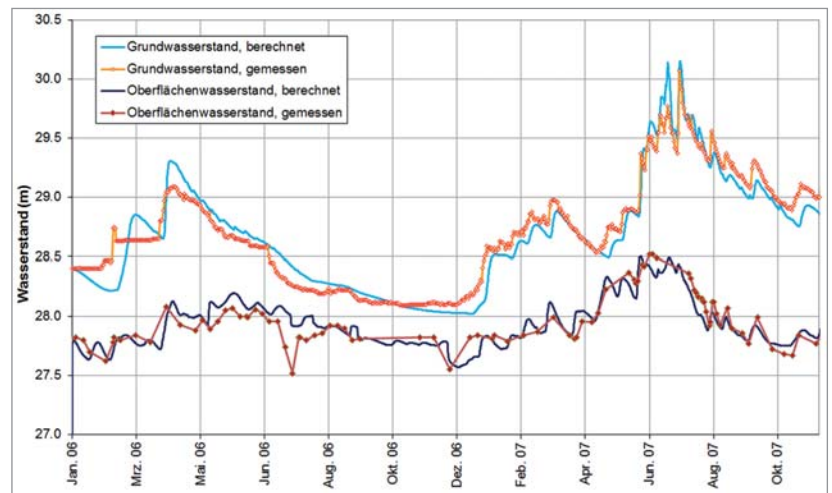


Abb. 2: Kalibrierungsergebnis im Siedlungsbereich Paulinenaue

system aus folgenden Elementen aufgebaut:

- Fließgewässermodell (MIKE 11, DHI)
- Grundwassermodell (FEFLOW, DHI-WASY)
- Niederschlags-Abflussmodell (ArcEGMO, BAH).

Die Kopplung zwischen dem Oberflächenwassermodell MIKE11 und dem Grundwassermodell FEFLOW wurde bereits bei vielen Projekten erfolgreich ein-

konnte eine sehr genaue Abbildung der gemessenen Oberflächen- und Grundwasserstände erzielt werden (siehe Abbildung 2).

Ergebnisse

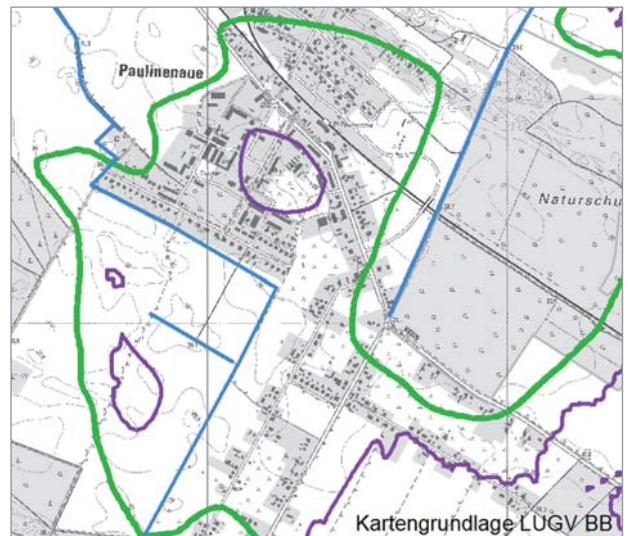
Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurden zunächst die vorhandenen Möglichkeiten zur Regulierung der Oberflächen- und Grundwasserstände im Gewässersystem untersucht, mit dem Ziel insbesondere auf die Grundwasserstände

Einfluss nehmen zu können. Die vorhandenen Möglichkeiten bestehen vorrangig in einer veränderten Steuerung der wasserwirtschaftlichen Anlagen und angepassten Unterhaltungsmaßnahmen (verstärkte Krautung). Es zeigte sich jedoch, dass mit den bestehenden Möglichkeiten auch bei sehr guten Bedingungen (ganzjährig gekrautete Gewässer und geöffnete Wehranlagen im Gebiet) keine maßgebliche Verbesserung bzgl. der stark erhöhten Grundwasserstände im Siedlungsraum für das extreme HW-Ereignis Juli 2007 hätte erreicht werden können.

Während der umfangreichen weiteren Untersuchungen wurde festgestellt, dass eine Verbesserung der Hochwasserhältnisse bei Extremereignissen wie in 2007 in der Gemeinde Paulinenaue vorrangig durch eine verbesserte Vorflut im Siedlungsbereich, z. B. durch deutliche Vertiefung von zwei vorhandenen Gräben, gewährleistet werden kann (siehe Abbildung 3).

Die Ergebnisse wurden im Juni in der Gemeinde Paulinenaue der Öffentlichkeit vorgestellt. Die regen Diskussionen im Anschluss zeigten, dass das Hochwasser 2007 noch nicht in Vergessenheit geraten ist. Zwar waren nicht alle Anwesenden mit den dargestellten Ergebnissen und Erklärungen einverstanden, die Aussage, dass das Hochwasser 2007 zu der Zeit nicht vermeidbar gewesen wäre, fand jedoch generell Zustimmung. Deutlich wurde aber auch, dass bei weniger extremen Ereignissen eine verbesserte Bewirtschaftung erforderlich und möglich ist.

Die abschließenden Arbeiten konzentrieren sich auf die Entwicklung eines Steuerschemas, mit dem es möglich sein wird, wasserstandsabhängige Steuerentscheidungen zur Bewirtschaftung des GHHK zu treffen. Dazu werden für den GHHK und verschiedene Grundwassermessstellen Schwellenwerte der Wasserstände festgelegt und folgende Handlungsvorschläge unterbreitet:



- Steuerung der Wehranlagen und/oder
- Krautung des Gewässers und/oder
- Reduzierung des Zuflusses in das Gebiet

Abb. 3: Vergleich der Vernässungsflächen im Ist- (grün) und im optimierten Plan-Zustand (blau)

Ziel der angepassten Steuerung ist es, zukünftig Auswirkungen von Hochwasserereignissen zu mindern.

Zukunft Landwehrkanal

Bestandserfassung und -bewertung anhand vorhandener Unterlagen für die Sanierung bzw. Instandsetzung des Landwehrkanals/Berlin

Jutta Nowak

Der Landwehrkanal ist 10,74 km lang und durchschnittlich ca. 22 m breit. Er durchfließt im Herzen Berlins die Bezirke

- Charlottenburg-Wilmersdorf
- Mitte
- Friedrichshain-Kreuzberg
- Neukölln
- Treptow-Köpenick.

Der Landwehrkanal wurde nach Plänen von Lenné in einem ehemaligen Entwässerungsgraben (zur Entwässerung von Sumpfgebieten in die Spree) erbaut und 1850 für die Schifffahrt freigegeben. Zwischen 1883 und 1890 erfolgte eine

Umgestaltung zum innerstädtischen Kanal mit den bis heute noch größtenteils vorhandenen Uferbauwerken (schräge Sandsteinquadermauern).

In den Jahren 1939 bis 1941 wurden die Schleusen und Teile des Landwehrkanals für Odermaßschiffe (550 t) umgebaut. Nach 1945 wurden der Kanal von den Kriegstrümmern befreit und wieder schiffbar gemacht sowie in mehreren Abschnitten die Kanalufer saniert (Stahlspondwände). Seit 1961 wird der Landwehrkanal hauptsächlich für den Fahrgast- und Sportbootverkehr genutzt.

Die Höhenunterschiede im Wasserspiegel werden mit der Ober- und Unterschleuse ausgeglichen.

Der Landwehrkanal ist als Gesamtensemble heute als Denkmal eingestuft, seine Ufermauern sind teilweise noch im Zustand von 1890 vorhanden. Für die Ufereinfassungen besteht inzwischen dringender Sanierungs- und Instandsetzungsbedarf.

Zur Zukunft des Landwehrkanals wurde 2007 ein Mediationsforum eingerichtet. Alle Beteiligten dieses Mediationsforums

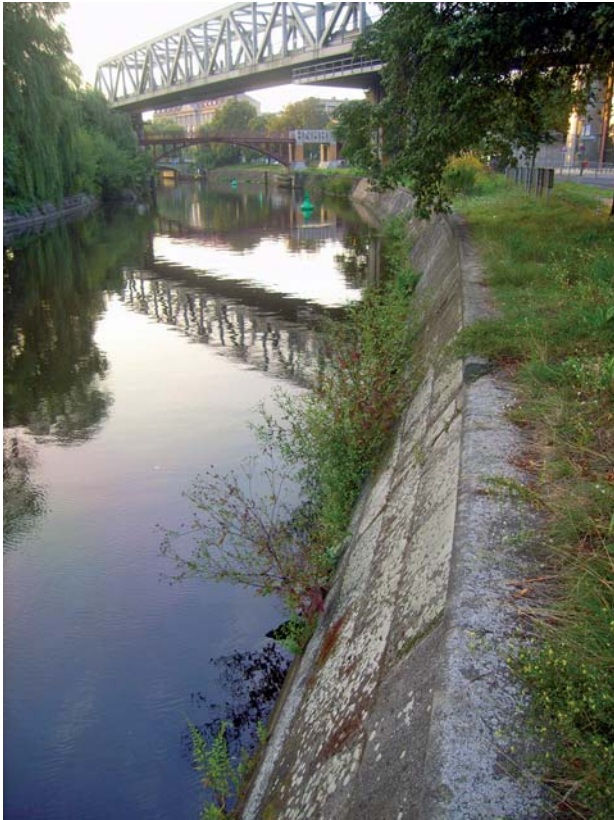


Abb. 1: Ufermauern am Landwehrkanal 2010
(Foto: DHI-WASY)

verfolgen das Ziel, nachhaltige Lösungen sowohl für die gegenwärtige Situation (grundsätzlicher Sanierungs-/Instandsetzungsbedarf) als auch für die Zukunft des Landwehrkanals in Berlin zu erarbeiten. Dabei bedeutet nachhaltig, die Erarbeitung von ökonomischen, ökologischen und sozialverträglichen sowie technisch machbaren Lösungen unter Berücksichtigung des Denkmalschutzes.

Um diese Lösungen zu erarbeiten, ist die Erfassung und Bewertung des derzeitigen Umweltzustandes erforderlich.

Demzufolge wurde im Mediationsforum festgelegt, das gesamte Wissen über die Umwelt am Landwehrkanal zusammenzustellen und seinen stadtoökologischen Wert herauszuarbeiten.

Insofern besteht die Aufgabe der vom Wasser- und Schifffahrtsamt Berlin (WSA) an die Arbeitsgemeinschaft, bestehend aus DHI-WASY und Jesteadt, Wild + Partner in Auftrag gegebenen Studie, auf der Grundlage

- des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes (UVPG),
- bereits vorliegender und öffentlich verfügbarer Unterlagen und
- des Kriterienkatalogs des Mediationsforums

eine Bestandserhebung und -bewertung der Schutzgüter einer Umweltverträglichkeitsprüfung vorzunehmen. Dabei sind Lücken und Defizite im Bestandswissen zu benennen und Empfehlungen für weiterführende Erhebungen/Untersuchungen herauszuarbeiten.

Die Ergebnisse der Bestandserhebung und -bewertung fallen schutzgutabhängig erwartungsgemäß sehr unterschiedlich aus. So sind für einige Schutzgüter wie Boden, Klima, Luft bzw. Kultur- und Sachgüter ausreichende Unterlagen vorhanden, um eine Bestands- und Eingriffsbeurteilung entsprechend UVPG durchführen zu können. Für andere Schutzgüter (z. B. Wasser/Grundwasser) müssen noch weitere Unterlagen übergeben werden. Vor allem für die Schutzgüter, Tiere, Pflanzen und Landschaft müssen noch umfangreiche Untersuchungen für eine ausreichende Bewertung des Bestandes und gegeb-

nenfalls zu erwartende Eingriffe durchgeführt werden.

Darüber hinaus werden sowohl Fragen aus dem aufgestellten Kriterienkatalog des Mediationsforums als auch Fragen aus den Forumssitzungen schutzgutbezogen beantwortet.

Die im Rahmen dieser Studie ermittelte Datenlage ist solide und stellt trotz einiger Datenlücken eine gute Basis für nachfolgende Planungsphasen dar. Zusammen mit den aufgezeigten Empfehlungen für weiterführende Untersuchungen sind ausreichende Informationen zur Erstellung einer sogenannten Scoping-Unterlage vorhanden.

Zusammenfassend kann bereits jetzt eingeschätzt werden, dass es sich bei dem Natur- und Kulturraum Landwehrkanal um einen gewachsenen städtischen Raum mit sehr vielen wertvollen Bereichen (z. B. Gewässer und Freiflächen) und Besonderheiten (Landwehrkanal als Baudenkmal) handelt. Dieser Raum ist zwar städtisch geprägt, jedoch ebenfalls empfindlich gegenüber Veränderungen. Von der Ausstattung des Stadtokosystems hängt in hohem Maße die Lebensqualität der Menschen ab, die den Landwehrkanal und seine Uferstrukturen zum Erholen aufsuchen.

An dieser Stelle möchten wir dem Wasser- und Schifffahrtsamt Berlin (WSA), der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und allen beteiligten Behörden und Einrichtungen sowie den Mitgliedern des Mediationsforums für die konstruktive Zusammenarbeit und Unterstützung danken.

Produkte

Kopplungsmodule FEFLOW

Bertram Monnikhoff

In den vergangenen Monaten wurden eine Reihe neuer Kopplungsmodule für das Simulationssystem FEFLOW (weiter-) entwickelt und erfolgreich bei Projekten eingesetzt. Alle FEFLOW IFM-Module wur-

den so entwickelt und konzipiert, dass deren Einsatz auch bei anderen Projekten gewährleistet ist. Die genannten Module stehen bereits auf www.feflow.info/miscellaneous.html zur Verfügung oder werden dort

in Kürze bereitgestellt. Nutzungsbedingungen sind ebenfalls dort gegeben. Die Wichtigsten werden nachfolgend kurz erläutert.



IfmMIKE11

Die Version 2.0 der Kopplung zwischen FEFLOW und dem 1D-Oberflächenwasser Modell MIKE 11 wurde bereits in der *DHI-WASY Aktuell 2/2010* beschrieben. Die Version beinhaltet auch eine Kopplung für Massentransport, die erfolgreich in das gleichfalls in dieser Ausgabe dargestellte Projekt in Shandong, China, eingesetzt wurde. Die aktuelle Installation ist für die Kopplung mit der neuesten Version von MIKE (2011) angepasst worden.

IfmLake

Dieses Modul ermöglicht eine bessere Abbildung von offenen Wasserflächen (z. B. Seenflächen) in FEFLOW. Über eine Referenzverteilung werden die Bereiche der Seeflächen definiert und indiziert. Über die Indizierung kann nachfolgend für jeden See sowohl eine Wasserstands-Volumen-Beziehung als auch eine zeitlich variierende externe Zu- oder Abflussrate (z. B. Niederschlag, Verdunstung oder Zu- und Ablauf des Sees) vorgegeben werden. Auf Basis des aktuellen Wasserstands im See werden mit FEFLOW für jeden Zeitschritt die Austauschraten zwischen Grund- und Oberflächenwasser berechnet. Zusammen mit der aktuellen externen Zu- oder Abflussrate kann hiermit auf der Basis der Wasserstands-Volumen-Beziehung ein neuer Wasserstand im See für den nächsten Zeitschritt berechnet werden. Nach jedem Zeitschritt werden die Randbedingungen 3. Art des Sees nicht nur mit Hilfe des Wasserstandswertes, sondern auch in Abhängigkeit der Geländeoberkante entsprechend der Ausdehnung angepasst. Dadurch ist z. B. eine adäquate Abbildung eines aufzufüllenden Tagebausees gewährleistet. Auch die Anwendung bei der Langzeitsimulation von Regen-

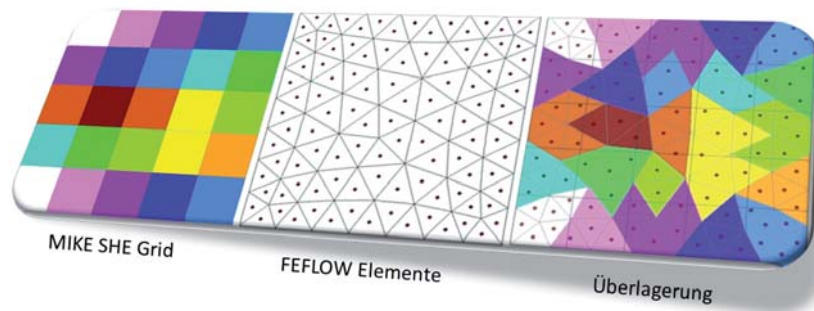


Abb. 2: Überlagerung der FEFLOW und MIKE SHE Netze in IfmDFS2

bewirtschaftungssystemen (Sickerkasten oder Rigolensysteme) wurde bereits erfolgreich getestet.

IfmDFS2

Im Rahmen der Integration der verschiedenen DHI-Software-Pakete wurde ein Modul entwickelt, mit dem Ergebnisdaten aus dem integrierten Grundwassermodell MIKE SHE in FEFLOW während der Laufzeit geladen werden können. Es handelt sich dabei um die von MIKE SHE berechneten Grundwasserneubildungsdaten, die üblicherweise in einer DFS2-Datei gespeichert werden. Dies ist ein DHI internes Rasterformat, das pro Zelle eine Vielzahl von Werten speichern kann, z. B. die Grundwasserneubildung auf Monats- oder auch auf Tagesbasis. Das Modul ermöglicht eine im ASCII-Format gespeicherte DFS2-Datei zu definieren. Die FEFLOW-Zeitschrittsteuerung wird automatisch so angepasst, dass die einzelnen Tage der DFS2-Datei angesteuert werden. Die Überlagerung der Netze erfolgt, analog an der vorhandenen Parameterzuweisung in FEFLOW, auf der Basis der Elementmittelpunkte.

IfmArcEGMO

Die Kopplung zwischen dem weitverbreiteten Niederschlags-Abflussmodell ArcEGMO (BAH, Bernd Pfützner,

www.arcegmo.de) und FEFLOW wurde speziell bzgl. der Grundwasserneubildung für das gleichfalls in dieser Ausgabe der *DHI-WASY aktuell* dargestellte Projekt in Paulinenaue entwickelt und erfolgreich eingesetzt. Dabei wurden seitens BAH auch die erforderlichen Schnittstellen von ArcEGMO angepasst. Die Kopplung funktioniert auf Basis einer Elementarflächendatei von ArcEGMO (Shape-Format). Für jede Elementarfläche (EFL) wird pro Zeitschritt (t_1) einerseits die Grundwasserneubildung über den vergangenen Zeitraum seit dem letzten Austausch ($t_1 - t_0$) von ArcEGMO an FEFLOW und andererseits ein mittlerer Flurabstand zum Austauschzeitpunkt (t_1) von FEFLOW an ArcEGMO übergeben. Die FEFLOW-Elemente, deren Mittelpunkt innerhalb

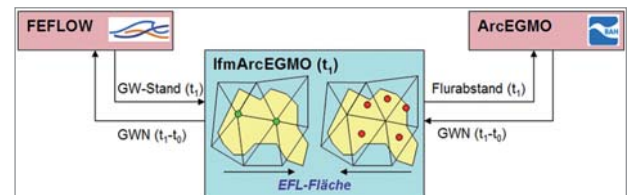


Abb. 3: Generelle Vorgehensweise der Kopplung mit IfmArcEGMO

der jeweiligen EFL-Fläche liegen, bekommen die von ArcEGMO übergebene Grundwasserneubildungsrate der EFL-Fläche. Das Kopplungsmodul wandelt die von FEFLOW knotenweise übergebenen Grundwasserstände intern in Flurabstände um, ermittelt einen repräsentativen Flurabstand für die EFL-Fläche und übergibt diesen Wert an ArcEGMO. Damit wird der Einfluss des Flurabstandes auf die Grundwasserneubildung berücksichtigt.

Die Interaktion zwischen ArcEGMO und MIKE11 wurde bzgl. der Direktabflüsse im vorliegenden Modul noch nicht automatisiert. Für die Kopplung ist lediglich die Angabe der ArcEGMO-Steuerdatei in FEFLOW erforderlich. Das Laden und Zuordnen der EFL Shape-Datei erfolgt dann automatisch.

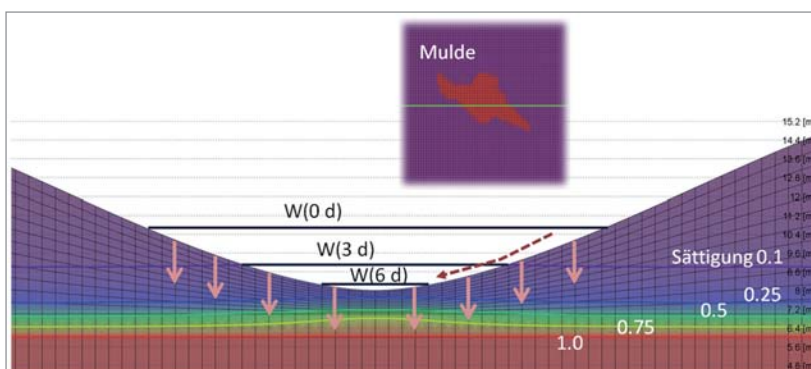


Abb. 1: Beispiel einer ungesättigten Modellierung einer Versickerungsfläche mit IfmLake

MONERIS

Professionelle Programmierung des Nährstoffeintragsmodells

Stefanie Kübler, Annett Wetzig & Franziska Neumann IGB, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin

MONERIS (Modelling of Nutrients in River Systems) ist ein semi-empirisches, konzeptionelles Nährstoffeintragsmodell zur Durchführung von regionalen, nationalen und internationalen Studien zur Wasser-

ware erfolgt durch die DHI-WASY GmbH im Auftrag des Forschungsverbundes e.V. Berlin. MONERIS wird hierbei in drei Varianten zur Version 3.0 weiter entwickelt:

- Diagramme und Tabellen zur Visualisierung der Modellergebnisse sowie zum Vergleich der Auswirkung von Managementalternativen.
- Monatliche Disaggregation der jährlichen Ergebnisse
- Kosten-Nutzen-Analyse von Managementalternativen.



Abb. 1: MONERIS Hauptanwendung: Ergebnisdarstellung über Diagramme

qualität auf Flussgebietsebene. Es wurde am IGB unter langjähriger Federführung von Dr. H. Behrendt (†) als EXCEL-basierter VBA-Version für drei Ziele entwickelt:

- Identifizierung der diffusen und punktuellen Quellen und Eintragspfade von Nährstoffen auf Analysegebietsebene (kleinste im Modell verwendete Berechnungseinheit)
- Analyse des Transports und der Retention von Nährstoffen in Flusssystemen
- Bereitstellung eines Untersuchungsrahmens für Managementalternativen.

Die professionelle Programmierung von MONERIS zu einer stabil laufenden Soft-

1. MONERIS Hauptanwendung

Die Hauptanwendung von MONERIS setzt die Modellgrundlagen des IGB komplett um und erfordert keine zusätzliche GIS-Software. MONERIS 3.0 integriert alle Möglichkeiten der VBA-Version zur Steuerung und Auswertung eines Modellaufs

- Zusammenstellung unterschiedlicher Handlungsoptionen und deren Zuweisung an die einzelnen MONERIS-Analysegebiete als Managementalternativen
- Rechenläufe für Einzeljahre oder bestimmte hydrologische Bedingungen (langjährige Mittelwerte, trockene oder feuchte Bedingungen)

Darüber hinaus bietet MONERIS 3.0

- Führung des Anwenders durch das Programm
Die moderne menügestützte Nutzeroberfläche mit einer kontextsensitiven Hilfe und umfangreichen Tooltips leitet den Anwender durch den Modellablauf.
- Modularisierung des Rechenkerns
Der Rechenkern ist in mehrere austauschbare Module aufgeteilt. So kann das IGB Modelländerungen selbständig im Programmcode vornehmen und testen.
- Integration der Zielwertkonzentration
Die Zielwertkonzentration ist nun bequem durch die Hauptanwendung berechenbar.

2. MONERIS mit Kopplung an ArcGIS bzw. WISYS / Integration in die Elbe Expert Toolbox (EET)

ArcGIS-basierte Pre-Processing-Werkzeuge unterstützen den Aufbau der MONERIS-Eingangsdatenbank. Sie automatisieren einen Großteil der Arbeitsschritte, die beim Einrichten eines MONERIS-Projektes erforderlich sind wie

- Verschneidung von Vektor- und Rasterdaten mit den MONERIS-Analysegebieten
- Unterstützung bei der Generierung des Abflussbaumes
- Haupt- und Nebenlauf-Definition und Berechnung

Die im Rahmen des BMBF-Projektes GLOWA ELBE III erfolgte Kopplung an WISYS, und die Integration in die EET wird weiterhin gepflegt. Somit läuft die MONE-

RIS Hauptanwendung im Modellverbund der EET und kann

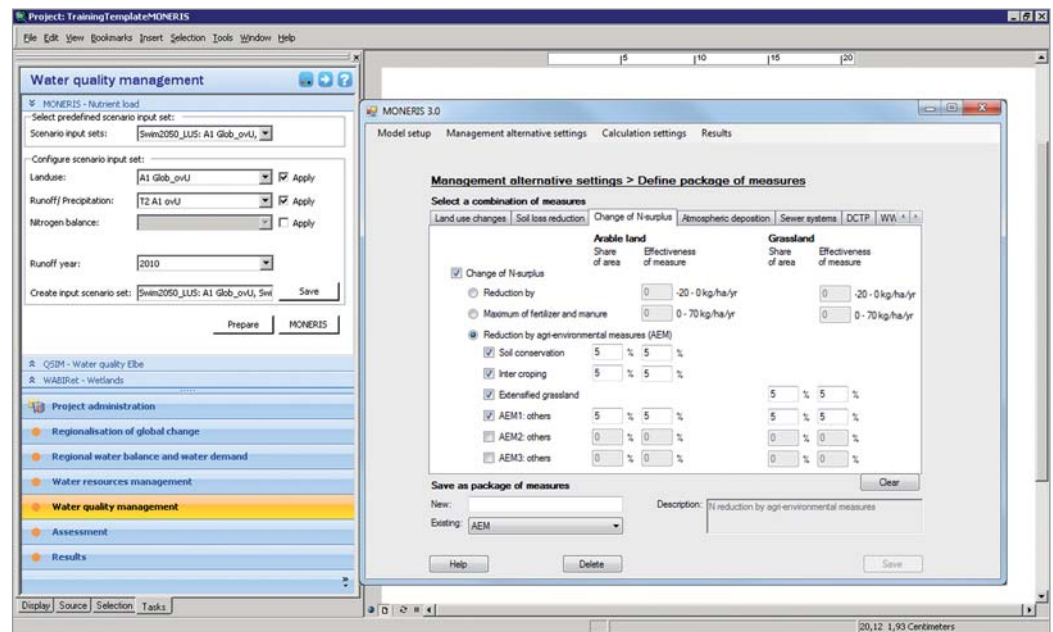
- die Modellergebnisse vorgelagerter Modelle nutzen
- eigene Modellergebnisse an nachgelagerte Modelle weitergeben sowie
- die umfangreichen Visualisierungsmöglichkeiten der EET zur Ergebnisdarstellung nutzen.

3. MONERIS mit Kopplung an den PRESTO-CATCH Viewer

Zur Darstellung der Berechnungsergebnisse mit dem kürzlich fertig gestellten PRESTO-CATCH Viewer des IGB steht ein Export der Berechnungsergebnisse in das Datenbankformat des PRESTO-CATCH Viewers zur Verfügung.

Zudem: Gemeinsame Datenbasis in Gebieten unterschiedlicher Datenhoheiten

Zum Aufbau einer gemeinsamen Datenbank in Gebieten unterschiedlicher Daten-



hoheiten wird eine webbasierte Lösung entwickelt, um Daten nach einem festge-

legten Nutzerkonzept hochladen bzw. verändern zu können.

Abb. 2: MONERIS integriert in die EET: Maßnahmendefinition

Lösung

G-WaLe

Neuer Service für das satellitengestützte Wasserstandsmesssystem: Messkampagnen und Analysen

Philipp Bluszcz

Die DHI-WASY GmbH hat das BMBF-Forschungsprojekt G-WaLe (Schnelle Datenübermittlung für ein GNSS gestütztes Wasserstandsmesssystem im Katastrophenfall) zusammen mit der Firma etamax space GmbH erfolgreich abgeschlossen (vgl. *DHI-WASY Aktuell 1/2010*). Daraus ist für unsere Kunden ein neuer Service erwachsen.

Für die Echtzeitberechnung von Überflutungsflächen und -tiefen und für die Hochwasservorhersage ist die genaue Erfassung der Pegelwasserstände eine grundlegende Voraussetzung. Standardmäßig erfolgt die Messung der Hochwasserpegel an stationären Anlagen. Aufgrund ihrer Komplexität und der relativ

hohen Preise ist die Messnetzdicke dieser Pegelstationen gering.

DHI-WASY und etamax space bieten Ihnen in Kooperation das Messsystem für die Überwachung von Hochwasser im Monitoring- und im Katastrophenfall an.

Die Vorteile des Systems G-WaLe

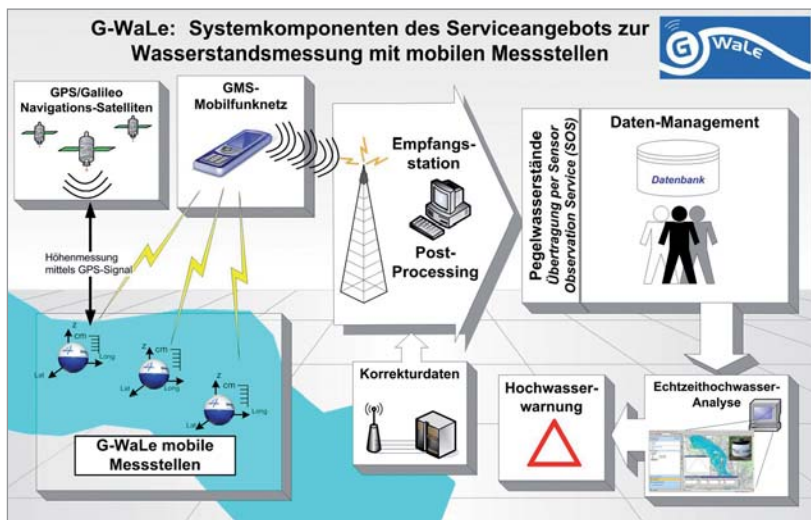
- Mobiles System, welches einfach und schnell dort installiert werden kann, wo es benötigt wird, auch in Regionen mit geringer technischer Infrastruktur
- Hohe zeitliche und räumliche Auflösung der gemessenen Wasserstände
- Autark arbeitende Einheiten, nur minimaler Instandhaltungsaufwand notwendig

- Hohe Flexibilität: Nur die momentan tatsächlich benötigte Anzahl der Messeinheiten muss installiert werden
- Hohe Datengenauigkeit (< 5 cm)

Zunächst bieten wir das Wasserstandsmesssystem als Dienstleistungsservice an. Unser Team erstellt für Sie ein Grundkonzept zur Erfassung der Daten im gewünschten Einzugsgebiet. Anschließend werden mobile, mit einem GNSS-Empfänger (Global Navigation Satellite System), Batterie sowie Speicher- und Kommunikationseinheit ausgerüstete Messstellen von uns konfiguriert und im Einsatzgebiet ausgebracht (siehe Abbildung 1). Die vertikale Position der Messstellen liefert Informationen über die



Abb. 1: Systemkomponenten des Serviceangebots zur Wasserstandsmessung mit mobilen Messstellen



Dynamik des Wasserspiegels. Die gemessenen Daten werden über GSM-Mobilfunknetze an einen Server übermittelt. Dort werden die Daten gefiltert, aufbereitet an die Hochwasserechtzeit-Software HWMobil (auf Basis von ESRI ArcGIS) übergeben, analysiert und als Überflutungsergebnisse für den Nutzer zur Verfügung gestellt. Alternativ können sie direkt an den Nutzer übermittelt werden.

Der neue Service zur Einrichtung und zum Aufbau eines Messsystems mit mobilen Messstellen steht Ihnen ab sofort zur Verfügung. Wir freuen uns auf Ihre Anfragen: <http://www.dhi-wasy.de/Forschung/GWALE.aspx>

MIKE 11 Neue Kontrollfunktion „Tabulated 2D“

Christian Pohl & Hans-Ulrich Otto

Die DHI-WASY freut sich, Ihnen die neu entwickelte Funktion „Tabulated 2D“ bei den Kontrollstrukturen (Control Structures) vorstellen zu können.

Variiert die Steuerung über die Jahresgrenzen hinaus, sind die Zeitangaben entsprechend der Jahreszahlen korrekt einzugeben.

(1999, 2005, 2007), welche insbesondere entlang der großen schweizerischen Mittellandflüsse und Alpenrandseen zu außerordentlichen Schäden führten. Die

Abb. 1: Eingabedialog – Details – „Tabulated 2D“ – Control Strategies

Hinter dem Namen „Tabulated 2D“ verbirgt sich eine Kontrollmöglichkeit für Abflusssteuerungsstrukturen (Discharge Control Structures) [sowie die bekannten Optionen: Unterströmtes/Überströmtes/Radial-Tor (Underflow/Overflow/Radial Gate) und Schleusenformel (Sluice Formula)] mit der in Abhängigkeit von Zeit und Wasserstand der Durchfluss gesteuert werden kann. Die Eingabe erfolgt mit Hilfe komfortabler Eingabmasken (vgl. Abbildung 1). Hierbei werden die jahreszeitlichen Variationen und Kontrollwasserstände in der Zielmatrix dem gewünschten Durchfluss zugeordnet. Die Anzahl der Spalten und Zeilen ist nicht begrenzt und kann mittels „Kopieren/Einfügen“ gefüllt werden. Für Simulationen über mehrere Jahre steht Ihnen die Option „jährliche Variation“ (yearly variation) zur Verfügung. Bei Aktivierung wird die Matrix als jährlich wiederkehrender Zyklus betrachtet (Schaltjahre werden berücksichtigt) und die Jahreszahl im Datum (Time of the year) vernachlässigt.

Das Bild zeigt den Dialog 'Control Definitions' mit einer Tabelle der Kontrollparameter und rechten Einstellungspaneelen.

No	Time of the year	Control p1	Control p2	Control p3
1		428.5000	428.5500	428.6000
2	2011-07-19 10:56:23	50.0000	60.0000	70.0000
3	2011-07-19 10:56:30	50.0000	60.0000	70.0000
4	2011-07-19 10:56:30	50.0000	60.0000	70.0000
5	2011-07-19 10:56:30	50.0000	60.0000	70.0000
6	2011-07-19 10:56:30	50.0000	60.0000	70.0000
7	2011-07-19 10:56:30	50.0000	60.0000	70.0000
8	2011-07-19 10:56:30	50.0000	60.0000	70.0000
9	2011-07-19 10:56:30	50.0000	60.0000	70.0000
10	2011-07-19 10:56:30	50.0000	60.0000	70.0000
11	2011-07-19 10:56:30	50.0000	60.0000	70.0000

Rechte Paneelen:

- Kontrollvariable Wasserstand**: Typ of Scaling: None
- Kontrollvariable Zeit**: Variable Type: H
- Zielgröße Durchfluss**: Branch, Scale Point 1: 0; Chainage, Scale Point 1: 0; Name, Scale Point 1: 0; Comp No, Scale Point 1: 0; Branch, Scale Point 2: 0; Chainage, Scale Point 2: 0
- Möglichkeit jährlicher Zyklus**: Values taken as yearly variation
- Anzahl Reihen und Spalten**: Rows: 10; Columns: 6

Die oben beschriebene Kontrollfunktion wurde für die Bedürfnisse des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) in der Schweiz entwickelt, um die Seeausflusssteuerung anhand der Linienreglemente im hydrodynamischen Modell abbilden zu können. Das BAFU erstellt und betreibt ein hydrodynamisches 1D-Modell (MIKE 11), mit welchem Grundlagen erarbeitet werden, um die Seeregulierungen im Hochwasserereignis aufeinander abstimmen zu können. Dies steht im Zusammenhang mit der Analyse der jüngsten Hochwasser

Analyse der Hochwasser zeigte, dass der Regulierung der einzelnen Alpenrandseen (Jurarandseen, Vierwaldstättersee, Zürichsee) und insbesondere auch deren Koordination eine entscheidende Rolle zukommt. Primär geht es darum, das Retentionsvolumen der Seen zu nutzen und den Ausfluss so zu steuern, dass die Hochwasserspitzen in den unterliegenden Flussläufen gemindert werden können.

Bei vielen schweizerischen Seen ist eine Steuerung nach Linienreglement üblich.



ziente und flexible Integration der Linienreglemente im hydrodynamischen Modell (MIKE 11).

Abb. 2: Wehr Port – Blick vom Unterwasser mit dem Bielersee im Hintergrund (Foto: Amt für Wasser und Abfall, Kanton Bern)

Erfahren Sie mehr darüber, wie die MIKE by DHI-Produkte Sie bei der ganzheitlichen Bearbeitung Ihrer Fragestellungen unterstützen können. Unsere Experten stehen Ihnen hierfür unter mikebydhi.de@dhi-group.com jederzeit sehr gern zur Verfügung!

Die Linienreglemente geben den Seeausfluss anhand des Datums und des Wasserstandes vor. So zum Beispiel erfolgt auch die Regulierung des Bielersees nach Linienreglement, wie nachfolgend abgebildet:

Der gleiche Wasserstand löst in Abhängigkeit des kalendarischen Auftretens einen anderen Zielabfluss am Wehr aus (vgl. Abbildung 3).

Die neue Kontrollfunktion „Tabulated 2D“ ermöglicht eine benutzerfreundliche, effi-

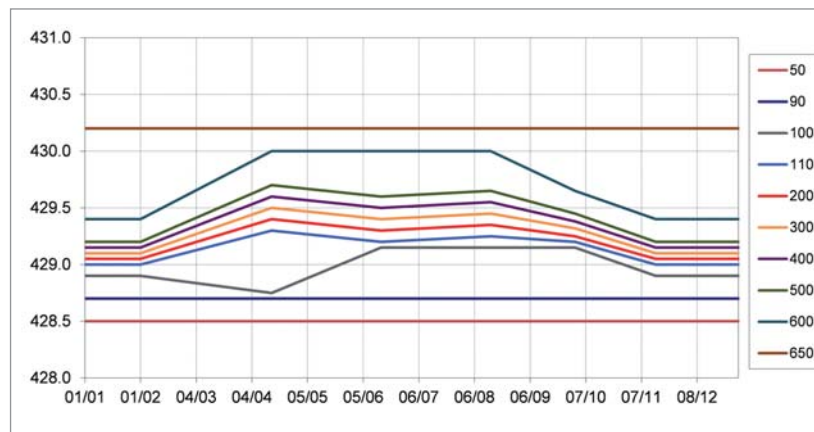


Abb. 3: Jahreszeitliche Gliederung der Steuerung am Regulierwehr Port

Nachrichten

FEFLOW auf der MODFLOW & More 2011 an der Colorado School of Mines

Volker Clausnitzer

Das DHI Groundwater Modelling Centre zeigte FEFLOW-Präsenz auf der traditionellen MODFLOW & More Grundwasser-

tagung vom 5. – 8.

Juni 2011 in Golden

(Colorado,

USA). Die Reso-

nananz auf unseren

Vortrag zur FEF-

LOW-TRNSYS Mo-

dellkopplung für

unterirdische Wär-

mespeicherung

verdeutlicht, das

auch außerhalb

Europas wachsende

Interesse an geother-

mischen Anwendungen.

Rege Diskussio-

nen erzeugte auch

unser Beitrag zur

Rolle

der modernen Visualisierung in der Grundwassermodellierung. Insbesondere die Möglichkeit, FEFLOW in einer Vor-



Abb. 1: Douglas Graham (links), Julia Mayer und Dr. Volker Clausnitzer präsentieren die ab FEFLOW 6.1 verfügbare stereoskopische 3D-Visualisierung

schau auf die kommende Version interaktiv stereoskopisch auszuprobieren, erwies sich als echter Publikumsmagnet.

Hinweis auf Blog

In Ergänzung zu unserer letzten Ausgabe der DHI-WASY-Aktuell 2/2011 „Produkte und Lösungen für den Katastrophenschutz“ möchten wir Sie auf unseren Katastrophenschutz-Blog <http://katastrophenschutz.blogspot.com> hinweisen.

3. Internationale FEFLOW-Anwender-Konferenz 2012 in Berlin

Vom 3. bis 7. September 2012 laden wir zur 3. Internationalen FEFLOW-Anwender-Konferenz nach Berlin. In bewährtem Format werden sich Grundwassermodellierer zu drei Tagen Kongress mit Vorträgen aus Theorie und Praxis sowie zwei Tagen Schulung zu speziellen Themen zusammenfinden. www.feflow.info/feflow2012.html



Kompetenzzentrum städtisches Wasser in Köln im Aufbau



Unser Mitarbeiter Ralf Engels wechselte **zum 1. Juli 2011** aus der Niederlassung in Syke in das Kölner Büro und wird gemeinsam mit Matthias Pätisch dort ein Kompetenzzentrum für das Management städtischen Wassers aufbauen. Der Schwerpunkt soll dabei auf einem nachhaltigen Konzept für den gesamten städtischen Wasserkreislauf liegen und neben dem klassischen Wassermanagement in der Wasserversorgung und der Abwasser-

ableitung auch das Oberflächenwasser und das Grundwasser im städtischen Raum mit einbeziehen. Dabei wird die dynamische Interaktion aller Wege des Wassers mit Hilfe der breiten Modellpalette von DHI-WASY abgebildet werden, um daraus Maßnahmen für ein optimiertes Management städtischen Wassers abzuleiten und eine zukunftsfähige Stadtentwicklung zu gewährleisten.

DHI-WASY in Bayern



Am 1. September 2011 eröffnen wir ein Büro in München. Leiter des Büros wird Christian Tomsu (Foto). Christian Tomsu (41) hat Geologie/Hydrogeologie in Würzburg und Karlsruhe studiert. Nach dem Studium war er ca. zwei Jahre in einem IT-Unternehmen als Projektentwickler und Schulungsleiter für geographische Informationssysteme tätig. Seit 2001 war er Projektmitarbeiter in einem namhaften Ingenieurbüro für Wasserwirtschaft in Bayern. Dort bearbeitete er vor allem Projekte in den Bereichen Grundwassermodellierung, Oberflächenströmungsmodellierung und Kalibrierung von Durchflussmessanlagen sowie der Auswertung von Grundwasser-

und Durchflussmessprogrammen. Christian Tomsu verfügt über umfangreiche Erfahrungen mit gängigen wasserwirtschaftlichen Simulationssystemen wie FEFLOW, MIKE 21 und Hydro_As-2D, aber auch ESRI-GIS. Ziel des Büros in München ist es, vor Ort die Zusammenarbeit mit DHI-WASY-Kunden in Süddeutschland sowohl in der Projektarbeit als auch bei der Betreuung von DHI-Software zu intensivieren.

Sitz des Büros wird zunächst das Dänische Konsulat in München sein. Dort stehen uns sowohl alle erforderlichen technischen Einrichtungen als auch Beratungsräume zur Verfügung.

Neue Mitarbeiterin **Monika Donner**



Seit 1. April 2011 ist Monika Donner als Ingenieurin für Sedimenttransportprozesse in der Abteilung Hydrodynamik und Küsteningenieurwesen in Syke tätig. Zu ihren Kerntätigkeitsfeldern bei DHI-WASY zählen die Bereiche der Hydrodynamik, des Sedimenttransportes und der Morphodynamik für Küstengewässer. Derzeit ist sie maßgeblich in das Forschungsprojekt des WWFs „Perspektive Lebendige Ems“ (<http://www.wwf.de/regionen/ems>) zur Sanierung der Unterems eingebunden.

Ihr Diplom in Bauingenieurwesen und Umwelttechnik schloss Monika Donner 2005 an der Technischen Universität Hamburg-Harburg ab und war dort fast

sechs Jahre als Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Institut für Wasserbau in der Lehre und für verschiedene Forschungsprojekte tätig. Ihre Schwerpunkte lagen auf hydrodynamischem Sedimenttransport und morphodynamischen Prozessen und Simulationen für Fließgewässer und Ästuar. Aber auch Risikomanagement für mobile Hochwasserschutzsysteme sowie Softwareentwicklung und Support für 1D Hydraulik und 2D-Sedimenttransportprozesse zählten zu ihren Aufgaben. Zuletzt war sie maßgeblich in das KLIMZUG-Nord Verbundprojekt zu „Anpassungsstrategien an den Klimawandel in der Metropolregion Hamburg“ eingebunden.

Aktuelle DHI-WASY Produkte

Software	Version
FEFLOW®	6.0
WGEO®	5.0
HQ-EX®	3.0
WBalMo®	3.1
GeoFES	4.1
WISYS®	3.5

Aktuelle DHI Produkte

MIKE by DHI: Release 2011 SP5

© Eingetragene Warenzeichen der DHI-WASY GmbH

Copyright

© 2011 DHI-WASY GmbH

Kein Teil dieser Zeitschrift darf vervielfältigt, schriftlich oder in einer anderen Sprache übersetzt weitergegeben werden ohne die ausdrückliche Genehmigung der DHI-WASY GmbH. Für sämtliche Informationen in dieser Zeitschrift übernimmt die DHI-WASY GmbH keine Gewähr.

DHI-WASY, FEFLOW, WGEO, WBalMo, WISYS und HQ-EX sind eingetragene Warenzeichen der DHI-WASY GmbH. Alle weiteren Produkt- und Firmennamen dienen ihrer Identifikation. Sie können eingetragene Warenzeichen der Eigentümer sein.

Impressum

Herausgeber: DHI-WASY GmbH

Waltersdorfer Straße 105
12526 Berlin-Bohnsdorf, Deutschland
Telefon: +49 (0)30 67 99 98-0
Telefax: +49 (0)30 67 99 98-99
mail@dhi-wasy.de
www.dhi-wasy.de

Gestaltung: ART+DESIGN-www.ad-ww.de
DHI-WASY Aktuell erscheint viermal im Jahr. DHI-WASY Aktuell wird kostenlos verteilt.

Ausgabe: August 2011 (17. Jg., 3/11)
Auflage: 2.500

Zuschriften richten Sie bitte an:
DHI-WASY GmbH, Redaktion
DHI-WASY Aktuell.

Wenn Sie die regelmäßige Zusendung wünschen, schreiben Sie uns bitte oder rufen Sie uns an unter +49 (0)30 67 99 98-0.
V.i.S.d.P. Prof. Dr. Stefan Kaden