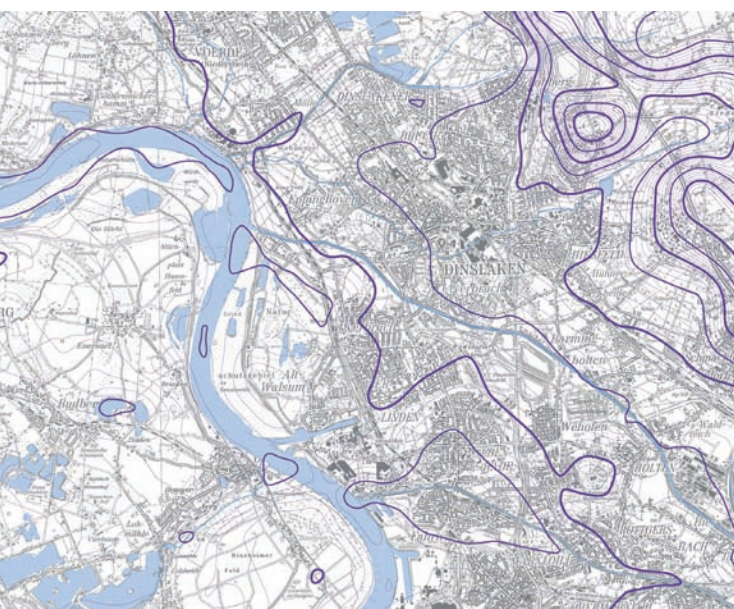
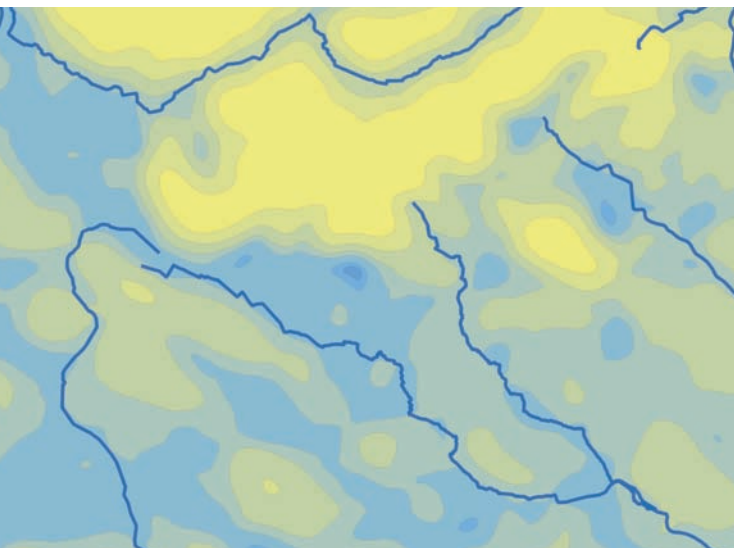
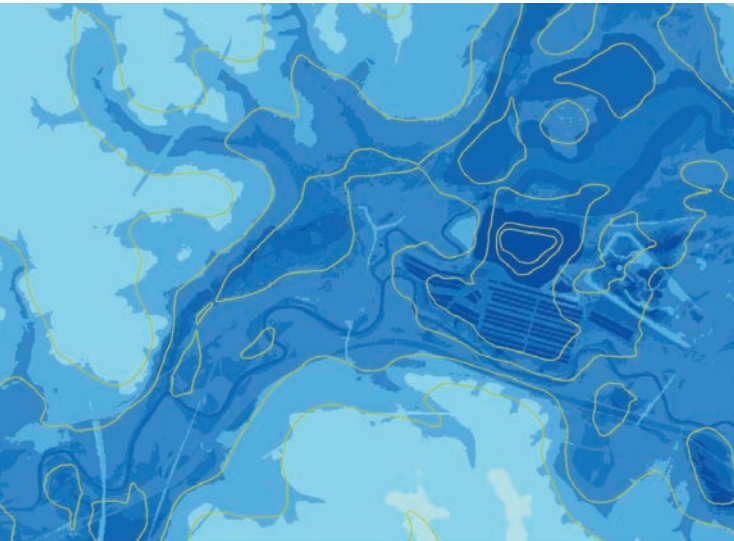


Hydrothemen

KUNDENINFORMATION

NR. 17 / OKTOBER 2009



Liebe Kunden,

thematisch bewegen wir uns in dieser Ausgabe vom Hochwasser zum Grundwasser. Räumlich gesehen wechseln wir zwischen Ost- und Westdeutschland, denn die Gewässer unserer Projekte fließen durch die Bundesländer Brandenburg, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Sachsen.

Wir berichten Ihnen in dieser Ausgabe über:

- Hochwasservorhersagesystem mit Delft-FEWS und NASIM für die brandenburgische Stepenitz
- Komplexe 2-D-Berechnungen in der Rheinebene im Rahmen von TIMIS
- EG Hochwasser-Risiko-Management-Plan – Entwicklung eines Konzeptpapiers für Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz am Beispiel der Sieg für die LAWA
- Kommunaler Hochwasserschutz in Sachsen – Hochwasserschutzkonzept Pöhlwasser
- Entwicklung einer digitalen Flurabstandskarte für Nordrhein-Westfalen

Bei allen vorgestellten Projekten handelt es sich um komplexe wasserwirtschaftliche Aufgabenstellungen, die hohe fachliche Kompetenz erforderten. Unsere Software-Produkte für hydrologische und hydraulische Modellierung in Kombination mit GIS-Werkzeugen gewährleisteten dabei eine effiziente Bearbeitung und Datenhandhabung.

Eine anregende Lektüre wünscht Ihnen

Anne Sintic

Anne Sintic
(Leitung Öffentlichkeitsarbeit)

Verschiedene Darstellungen der digitalen Flurabstandskarte, die wir für das Land NRW erarbeitet haben.

Hydrotec
Ingenieurgesellschaft für
Wasser und Umwelt mbH

Einführung eines Hochwasservorhersagemodells an der brandenburgischen Stepenitz

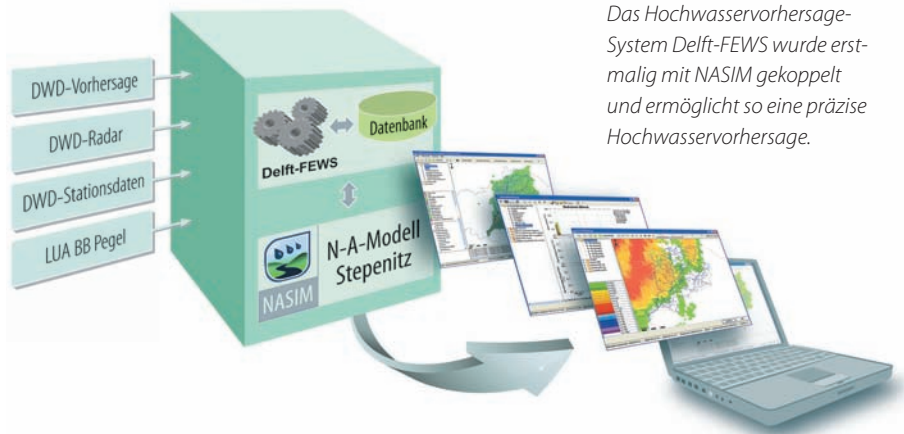
„Der gefährlichste Fluss im Land Brandenburg heißt nicht etwa Elbe, sondern Stepenitz,“ so ein Zitat des Präsidenten des LUA Brandenburg, Professor Freude. Auf einem Symposium zum Hochwasserschutz im August 2009 führte er aus, dass es genau die relativ kleinen Flüsse sind, die ihm und seinen Mitarbeitern manch schlaflose Nacht bereiten. „Wenn es einmal länger und stärker regnet, kann die Stepenitz in sechs bis acht Stunden voll gelaufen sein und über die Ufer treten.“

Der Hochwasserschutz besitzt im Land Brandenburg hohe Priorität. Um die Qualität der Hochwasservorhersage zu verbessern und damit das Schadensrisiko zu verringern, hat das LUA Brandenburg Hydrotec mit der Entwicklung eines neuen Hochwasservorhersagemodells für die Stepenitz, einem ca. 84 Kilometer langen rechten Nebenfluss der Elbe mit einem Einzugsgebiet von etwa 900 km², beauftragt.

NASIM und das Hochwasservorhersagesystem Delft-FEWS

Erstmals wurde für dieses Projekt eine Kopplung von NASIM mit dem Hochwasserfrühwarnsystem Delft-FEWS (Flood Early Warning System, sprich: „fjuhs“) des niederländischen Instituts Deltares mit Sitz in Delft realisiert. Hydrotec entwickelte dazu einen Adapter, der den Datenaustausch zwischen den beiden Programmen ermöglicht.

Delft-FEWS ist ein lizenzkostenfreies Softwareprodukt, das im Rahmen von Forschungsprojekten entwickelt wurde und inzwischen weltweit als IT-Plattform für die Hochwasservorhersage eingesetzt wird. Es ist betriebssystem-unabhängig und unterstützt eine Vielzahl von unterschiedlichen Datenbanken (Oracle,



Das Hochwasservorhersagesystem Delft-FEWS wurde erstmalig mit NASIM gekoppelt und ermöglicht so eine präzise Hochwasservorhersage.

MSSQL Server, PostgreSQL). Wahlweise kann es als Client-Server- oder als Stand-Alone-System betrieben werden.



Delft-FEWS bietet Funktionen zur Datenverarbeitung (Interpolation, Transformation, hydrologische Funktionen etc.), Werkzeuge zur Prognoseerstellung, Szenarienrechnung, Datenvisualisierung (Geo-Daten, Zeitreihen, Längsprofile, Rastern usw.) und die Möglichkeit der Berichtserstellung im HTML-Format.

Konzept der Hochwasserprognose

Für das Vorhersagesystem der Stepenitz konnten wir ein vorhandenes mit NASIM erstelltes N-A-Modell nutzen, das im Rahmen des Projekts nachkalibriert wurde. Delft-FEWS importiert aktuelle und vorhergesagte DWD-Wetter- und Radardaten sowie die Pegelstände des Einzugsgebietes. Der Software-Adapter bereitet diese Daten für die Simulationsrechnung mit NASIM auf und initiiert einen Simulationslauf. FEWS übernimmt die

von NASIM prognostizierten Abflüsse, berechnet daraus Wasserstände und gibt sie über die grafische Nutzeroberfläche und als Report aus.

Die Anwender können alle Ein- und Ausgangsdaten darstellen, vergleichen und mithilfe integrierter Berechnungen Fehlerkorrekturen durchführen. Abweichungen zwischen berechneten und gemessenen Daten sind so auf einen Blick erkennbar. Die Modellgüte wird mit Hilfe verschiedener Parameter dargestellt.

Mit dem Hochwasserfrühwarnsystem Delft-FEWS und dem integrierten hydrologischen NASIM-Modell können zukünftige Hochwasserverläufe und Wasserstände an den Hochwassermeldepegeln für verschiedene Vorwarnzeiträume simuliert, gespeichert und graphisch dargestellt werden. Die Mitarbeiter des LUA Brandenburgs sind damit in der Lage, Warnungen vor Hochwasserereignissen rechtzeitig und präzise herausgeben zu können.

Weiteres Projekt in NRW

Zurzeit arbeiten wir im Auftrag für die Bezirksregierung Detmold an der Entwicklung eines Hochwasservorhersagesystems für das Einzugsgebiet der Oberen Lippe auf der Basis von Delft-FEWS gekoppelt mit NASIM.

Dr.-Ing. Oliver Buchholz,
Dipl.-Ing. Benedikt Sommer

Hydraulische Berechnungen der Rheinebene zwischen Haardtrand und Rhein

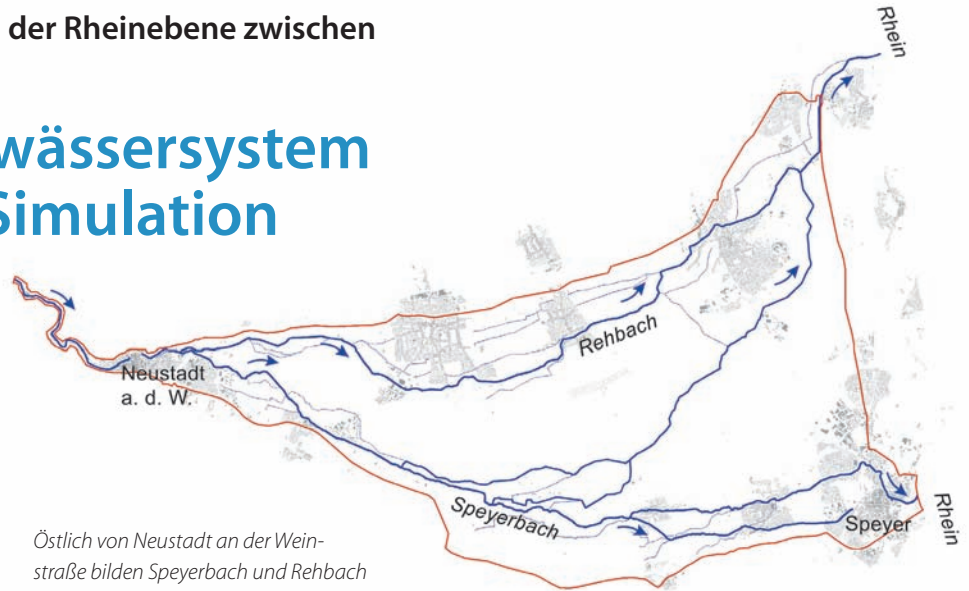
Komplexes Gewässersystem erfordert 2-D-Simulation

Die Überflutungsbereiche für die vielfältig verzweigten Gewässer in der Rheinebene in Rheinland Pfalz können mit einem hydraulischen 1-D-Strömungsmodell nicht verlässlich berechnet werden. Da sie eine Grundlage für die Hochwassergefahrenkarten darstellen, die im Rahmen des Interreg-Projekt „TIMIS flood“ und des Ergänzungsprojekts „TIMIS flood RLP“ für 91 Gewässer in Rheinland-Pfalz und Luxemburg gefordert sind, wurde Hydrotec von der SGD Süd, Regionalstelle Neustadt an der Weinstraße, beauftragt, für die Gewässer Erlenbach, Klingbach, Queich sowie das Speyerbachsystem hydraulische 2-D-Berechnungen für die Bemessungsabflüsse durchzuführen.

Ein Blick auf die Karte zeigt: Sobald die Bäche den Pfälzerwald verlassen haben, teilen sie sich oftmals in größere und kleinere Gräben auf und sind vor allem in Ortslagen auf längeren Strecken verrohrt. Äußerst komplex ist das Speyerbachsystem, wo Verzweigungen, Gewässerkreuzungen, Über- und Rückleitungen zwischen den Hauptgewässern vorliegen. Keine einfache Aufgabe für einen 2-D-Modellierer!

Eine weitere Herausforderung bestand darin, dass die Modelle anhand von aufgezeichneten Pegelganglinien am Modellein- und -ausgang geprüft werden sollten. Können die dynamischen Prozesse auf den bis zu 30 km langen Fließstrecken plausibel abgebildet werden?

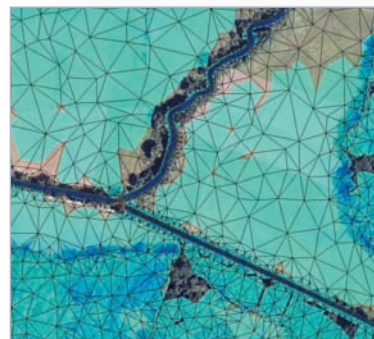
Ausschnitt aus dem Rechnernetz aus HYDRO_AS-2D mit den berechneten Überschwemmungsgebieten für das HQ₁₀₀. Der abzweigende Graben (Bildmitte) wurde in das Netz eingearbeitet.



Östlich von Neustadt an der Weinstraße bilden Speyerbach und Rehbach ein komplexes Gewässersystem, das sich nur mit einem 2-dimensional rechnenden hydraulischen Modell korrekt abbilden lässt.

Kleine Gräben spielen wichtige Rolle

Insgesamt wurden für rund 161 Gewässerkilometer zweidimensionale hydraulische Berechnungen mit dem Programm HYDRO_AS-2D durchgeführt. Die Netzerstellung basierte auf aktuellen Laserscandaten, ergänzt um Querprofile aus terrestrischer Vermessung. Zusätzlich war eine große Anzahl von Gräben bei der Modellierung abzubilden, da sie insbesondere bei Ausuferungen die Überflutungsflächen begrenzen können. Um hier den Vermessungsaufwand zu reduzieren, wurden die Gräben in das Berechnungsnetz mit plausiblen Profilgeometrien eingearbeitet. Das erhöht die Elementanzahl und damit die Rechenzeiten, führt aber zu genaueren Ergebnissen.



2-D-Simulation liefert fundierte Überflutungsbereiche trotz komplizierter hydraulischer Verhältnisse

Die Gewässer Klingbach, Queich und das Speyerbachsystem haben sowohl beim Eintritt in die Rheinebene als auch vor der Mündung in den Rhein jeweils gut betriebene Pegel. Es lag also nahe, die Modelle anhand abgelaufener Hochwasserereignisse zu plausibilisieren. Der hydrologische Längsschnitt wurde aus einem hydrologischen Rahmenplan sowie aus einem Regionalisierungsverfahren generiert, ist aber nicht geeignet, zulaufende Wellen und Zuflusszeitpunkte aus den Nebengewässern zu rekonstruieren.

Dennoch ist es gelungen, mit wenigen synthetischen Wellen und Iterationsschritten zu sinnvollen Mengengleichungen zu kommen und die Abflussretention auf den Fließstrecken plausibel abzubilden.

Damit liegen auch für die Rheinebene mit ihren schwierigen hydraulischen Verhältnissen fundierte Überflutungsbereiche für die Hochwassergefahrenkarten vor.

*Dipl.-Ing. Robert Mittelstädt,
Dipl.-Ing. Dirk Sobolewski,
Dr.-Ing. Alpaslan Yörük*

Neue Vorgaben für die langfristige Hochwasservorsorge

Entwicklung eines EG Hochwasserrisiko- management-Plans am Beispiel der Sieg

Die Umsetzung der EG Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG HWRM-RL) in Deutschland nimmt Gestalt an. Mit der Verabschiedung des novellierten WHG Ende Juli 2009 sind die europäischen Regelungen nahezu unverändert in deutsches Bundesrecht überführt worden. Die gesetzten Termine sind anspruchsvoll: Bereits bis Ende 2013 sollen Hochwassergefahrenkarten und risikokarten für alle Gewässer mit signifikanten Risiken vorliegen. Bis 2015 müssen für diese Gewässer Hochwasserrisikomanagement-Pläne (HWRM-Pläne) erarbeitet und mitsamt öffentlichen Beteiligungsverfahren aufgestellt werden.

Schwerpunkte und Zielsetzung des HWRM-Plans

Der HWRM-Plan umfasst alle Aspekte des Hochwasserrisikomanagements, wobei der Schwerpunkt des Planes auf Vermeidung, Schutz und Vorsorge, einschließlich Hochwasservorhersage und Frühwarnung liegen soll.

Im Unterschied zur EG-WRRL mit dem Ziel „guter Zustand“ gibt die EG-HWRM-RL keine definierten an-

zustrebenden Hochwasserschutzziele vor. Vielmehr sollen die Ziele und Maßnahmen auf dem Hintergrund der örtlichen Situation, der festgestellten Risikoausprägung, der bereits vorhandenen Schutzeinrichtungen und ggf. unter Berücksichtigung von Kosten-Nutzen-Aspekten von den Gebietskörperschaften bzw. anderen zuständigen Behörden selbst festgelegt werden.

Hydrotec arbeitet mit im Arbeitskreis-Sieg

Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat im September 2008 eine „Strategie zur Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie“ in Deutschland veröffentlicht, die grundsätzliche Positionen und Arbeitshinweise zur Umsetzung der Richtlinie enthält.

Zusätzlich bildete sich Ende 2008 der Arbeitskreis Sieg (AK Sieg), dem neben Vertreten der Wasserwirtschaftsverwaltung aus Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen auch drei Hydrotec-Mitarbeiter angehörten, um einen Vorschlag für die Umsetzung der Richtlinie am Beispiel der Sieg zu entwickeln.

So konnten wir unser Fachwissen bei den durchzuführenden Analysen, der Entwicklung von Verfahrensvorschlägen und Mustern für Gefahren- und Risikokarten sowie bei der Texterstellung und der Redaktion der Veröffentlichungen einbringen.

Praxisorientierte Arbeitshilfe für den HWRM-Plan

Ergebnis des Arbeitskreises ist zum einen eine praxisorientierte Arbeitshilfe zur Erarbeitung eines HWRM-Plans, zum anderen eine Anleitung, wie der bereits vorliegende Hochwasser-Aktionsplan Sieg in einen Risikomanagementplan überführt werden kann. Weiterhin wurde ein Broschürenentwurf für die Öffentlichkeitsarbeit erstellt.

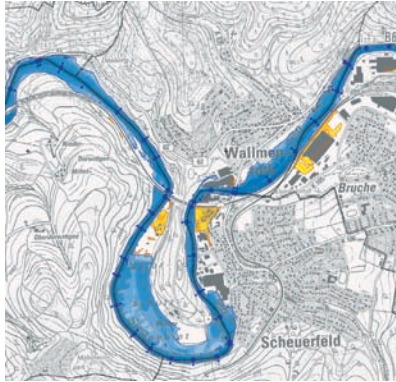
Die Arbeitshilfe deckt alle Aspekte der Aufstellung eines HWRM-Plans sowie alle Handlungsbereiche des Hochwasserrisikomanagements ab und enthält einen Vorschlag für die durchzuführenden Arbeitsschritte. Es wurde eine praktikable und mit überschaubarem Aufwand durchführbare Vorgehensweise zur Ermittlung der Gewässerabschnitte mit signifikanten Risiken erarbeitet.

Muster für die bundesweit einheitliche Darstellung aller Gewässer

Für das Einzugsgebiet der Sieg hat Hydrotec basierend auf den Mindestanforderungen der Richtlinie und den vorhandenen Vorschlägen der LAWA Muster für Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten entwickelt (s. Abbildungen). Wenn die gewässerspezifischen hydrologischen und hydraulischen Grunddaten für die Gewässer vorliegen, können diese Karten effektiv bundesweit einheitlich erstellt werden.

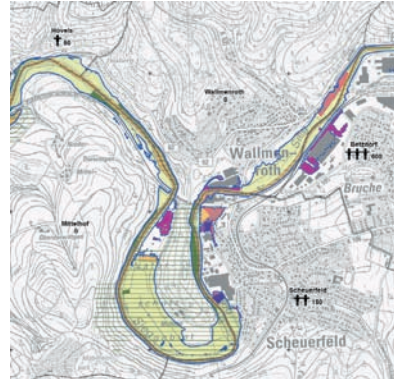
Das Einzugsgebiet der Sieg liegt auf nordrhein-westfälischem und rheinland-pfälzischen Gebiet





Konkrete Ergebnisse für die Überführung des HWAP Sieg

Der HWAP Sieg wurde 2002 für den Hauptlauf der Sieg erarbeitet. Der Vergleich mit den Anforderungen des EG



HWRM-Plans verdeutlicht, dass die Gefahren- und Risikoerfassung und -bewertung für den Hauptlauf der Sieg zwar mit den vorhandenen Unterlagen in ausreichender Aussage schärfe möglich ist, dass jedoch insbesondere bei der Ziel- und Maß-

Beispiele für Hochwassergefahrenkarten (links) und Hochwasserrisikokarten (rechts).

nahmenfestlegung Abweichungen zur der EG-HWMR-RL vorhanden sind. Im Wesentlichen fehlen hier verbindliche Umsetzungsfahrpläne für die Maßnahmenprogramme sowie die Bearbeitung für einen Extremabfluss. Weiterhin werden nach der vorläufigen Risikoeinschätzung einige Nebengewässer der Sieg neu zu bearbeiten sein.

Dipl.-Geogr. Lisa Friedeheim,
Dipl.-Ing. Fritz Hatzfeld,
Dr.-Ing. Hartmut Sacher

2-D-Modellierung kombiniert mit N-A-Simulation schafft fundierte Grundlagen für die Maßnahmenplanung

Kommunaler Hochwasserschutz in Sachsen

Als Konsequenz des Elbe-Hochwassers vom August 2002 hat der Freistaat Sachsen entlang aller Hauptfließgewässer Hochwasserschutzkonzepte (HWSK) nach einheitlicher Methodik und einheitlichen Zielen erstellen lassen. Zahlreiche Maßnahmen zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes sind bereits umgesetzt.

Die Hochwasserprävention an den Gewässern zweiter Ordnung liegt in der Verantwortung der Kommunen. Die im westlichen Erzgebirge liegenden Gemeinden Raschau-Markersbach, Schwarzenberg und Breitenbrunn haben als Anlieger des Flusses Pöhlwasser einen kommunalen Verbund gebildet, um ein abgestimmtes Hochwasserschutzkonzept entwickeln zu lassen.

Die beauftragte Bauer Tiefbauplanung GmbH, Aue, führte Vermessungsleistungen und die Planung und Realisierung von Hochwasser-

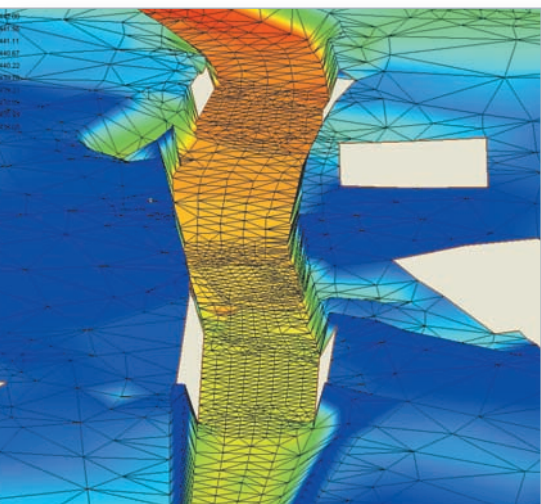


In Sachsen liegen nun auch für Gewässer 2. Ordnung wie das Pöhlwasser Hochwasserschutzkonzepte vor.

schutzmaßnahmen am Gewässer aus, während Hydrotec als Unterauftragnehmer die hydrologische und hydrodynamische Modellierung sowie die Variantenuntersuchung und -bewertung übernahm. Alle Arbeitsschritte erfolgten in enger Abstimmung mit den beteiligten Kommunen.

Ermittlung der hydrologischen Grundlagendaten und Variantenuntersuchung mit NASIM

Sind, wie beim Pöhlwasser, keine Pegelmessstellen vorhanden, ist die statistische Berechnung eines hydrologischen Längsschnittes nicht mög-



Ausschnitt des Berechnungsnetzes des Pöhlwassers für die 2-D-Simulation

lich. Um dennoch eine abgesicherte Datenbasis für das Hochwasserschutzkonzept zu erhalten, wurde für das Einzugsgebiet mit NASIM hydrologisch modelliert.

Unter vereinfachenden Annahmen ließen sich so auf Basis von Bemessungsniederschlägen hydrologische Längsschnitte für die Jährlichkeiten $T=2,5, 10, 25, 100$ und 300 errechnen.

Obwohl eine klassische Modellkalibrierung nicht möglich war, konnte die Belastbarkeit des Modells auf indirektem Wege gezeigt werden. Dazu wurden die berechneten Längsschnitte den HQ-Regio-Werten gegenübergestellt und der hydrologische Längsschnitt für historische Ereignisse ermittelt. Die anschließend mit der hydrodynamischen Modellierung berechneten Wasserspiegellagen ließen sich dann mit den vorhandenen Hochwassermarken vergleichen.

Hydrodynamik und Hochwasserschutzmaßnahmen

Um den hydraulischen Ist-Zustand zu beschreiben und hydrologische Längsschnitte in Form von Überschwemmungsflächen, -tiefen und Fließgeschwindigkeiten auf die Fläche zu projizieren, wurde das Fluss-

gebiet in dem 2-D-Hydrodynamisch-Numerischen Modell HYDRO_AS-2D (Dr. Nujić) abgebildet.

Als Basis für die Bildung des Berechnungsnetzes dienten terrestrisch vermessene Gewässerprofile sowie Geländehöhen aus einer Laser-Scan-Befliegung. Große Sorgfalt galt der Abbildung von Geländestrukturen (Bruchkanten wie Straßendämme, Deiche, Mauern etc.) sowie abflussrelevanter Elemente (Durchlässe in Dämmen, Wehren, Brücken etc.), sodass eine realitätstreue Modellierung des Strömungsprozesses sichergestellt war.

Neben dem Ist-Zustand wurden in weiteren Projektschritten mit dem N-A-Modell und dem 2-D-Modell einzelne Maßnahmen (Linienschutz, Gewässerausbau, Rückbau von Wehren etc.) in ihrer Rückhaltewirkung untersucht. Basierend auf einem definierten Schutzziel konnte so ein Maßnahmenkatalog als Grundlage zur Ausarbeitung von Planvarianten erstellt werden.

Schutzgrad und Schadenspotenzial

Die Defizitanalyse erfolgte gewässerabschnittsweise, indem zunächst die Leistungsfähigkeiten der Gerinne und der Brücken ermittelt wurden. Die Verschneidung der berechneten Intensitätskarten mit der Flächennutzung lieferte dann das Schadenspotenzial für den Ist-Zustand.

Auf diese Weise ließ sich für jeden hydrologischen Längsschnitt bzw. jeden Abfluss einer definierten Wiederkehrwahrscheinlichkeit der zu erwartende Schaden sowie eine resultierende jährliche Schadenserwartung beziffern. Ein Abgleich die-

ser Ergebnisse mit der realen Schadensbilanz nach dem Hochwasser 2002 ermöglichte eine Validierung der Werte.

Maßnahmenbewertung liefert optimalen Hochwasserschutz

Aus den möglichen Hochwasserschutzmaßnahmen wurden unterschiedliche Planzustände entwickelt und dem Ist-Zustand gegenübergestellt. Die Bewertung dieser Planzustände nach den Kriterien *Erreichbares Schutzziel, Wirtschaftlichkeit, Machbarkeit* und *Auswirkung auf die Umwelt* führte zu einer Vorzugsvariante mit der effizientesten und wirtschaftlichsten Kombination von Schutzmaßnahmen.

Die Kommunen erhalten mit diesem Ergebnis die Sicherheit, ihren Gewässeranliegern den bestmöglichen Hochwasserschutz zu bieten und ihre Haushaltsmittel für einen sinnvollen und abgestimmten Maßnahmenplan einzusetzen.

Dr.-Ing. Oliver Buchholz
Dr.-Ing. Alpaslan Yörük

Schritte zur Aufstellung eines Hochwasserschutzkonzepts

- Recherche der bestehenden Situation
- Ereignisanalyse des Hochwassers 2002
- Hydraulische Berechnungen für den Ist- und Planzustand für verschiedene HQT
- Ermittlung der Schadenspotentiale, der Gefährdung und Feststellen von Schutzdefiziten
- Definition von Schutzzielen
- Entwicklung und Optimierung von Hochwasserschutzmaßnahmen
- Variantenbetrachtung für überregionalen Hochwasserschutz, Hochwasserrückhaltung
- Erstellung eines Maßnahmenplans

Gundwasserstände, mit denen man rechnen kann

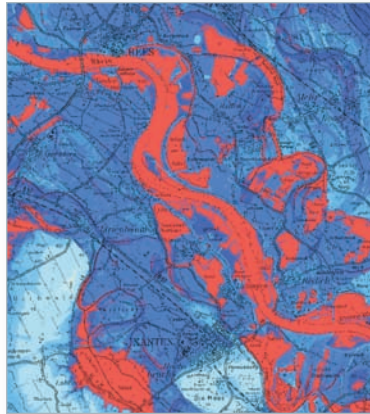
Entwicklung einer digitalen Flurabstandskarte für NRW mit ArcGIS

Eigentlich ganz einfach – um eine digitale Karte der Flurabstände eines Gebiets zu erhalten, interpoliert man die gemessenen Grundwasserstände, bildet daraus ein GIS-Layer und zieht es vom DGM des Gebiets ab. Auf diese Weise sollte für das Land Nordrhein-Westfalen ein solche Flurabstandskarte erstellt werden. Es stellte sich heraus, dass die beschriebene triviale Herangehensweise nicht direkt zum Ziel führen konnte. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV NRW) beauftragte deshalb Hydrotec als GIS-Experten mit der Erstellung einer digitalen Flurabstandskarte.

Bezugsgröße Grundwasserstände von April 1988

Die Grundwasserstände von April 1988 stellen für das Land Nordrhein-Westfalen einen landesweiten Höchststand des Grundwassers dar und dienen damit als Referenzzustand für verschiedenste Vorhaben, bei denen die Kenntnis über Grundwasserhochstände bzw. die daraus abgeleiteten Grundwasserflurabstände von Bedeutung ist.

Die im Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) vorhandene, analoge Karte der Grundwassergleichen vom April 1988 im Maßstab 1:50 000 umfasst ganz oder teilweise ca. 195 TK 25-Blätter. Die jeweils blattweise Bearbeitung stammt aus den frühen 90er Jahren. Bis etwa 2006 wurden diese Daten digitalisiert, die Kartenränder aneinander angepasst und die blattweisen Einzeldaten zu einem Gesamtprojekt im shape-Format zusammengefügt.



Die Berechnung der Flurabstände ohne Berücksichtigung der Gewässerspiegelhöhen führte zeitweise zu negativen Werten (orange), wie hier am Beispiel im Bereich Xanten/Rees.

dabei den Bergsenkungsbereichen und den Braunkohletagebauen.

Flusstäler mit Grundwasserstand über Gelände

Die Ermittlung der Grundwasserstände und der aus ihnen abgeleiteten Grundwasserflurabstände kann direkt aus den Wasserstandwerten an den Grundwassermessstellen erfolgen. Diese Vorgehensweise lässt die Wasserstände des Oberflächenwassers außer Acht und führt vor allen Dingen in den Talauen im Bereich der Flussläufe zu ausgedehnte Flächen mit zu hohen Grundwasserständen und daraus abgeleiteten negativen Flurabständen.

Deshalb war die aus den Messstellen abgeleitete Grundwasseroberfläche anhand von Daten aus der Gewässerstationierungskarten und der Querprofildatenbank NRW zu überarbeiten.

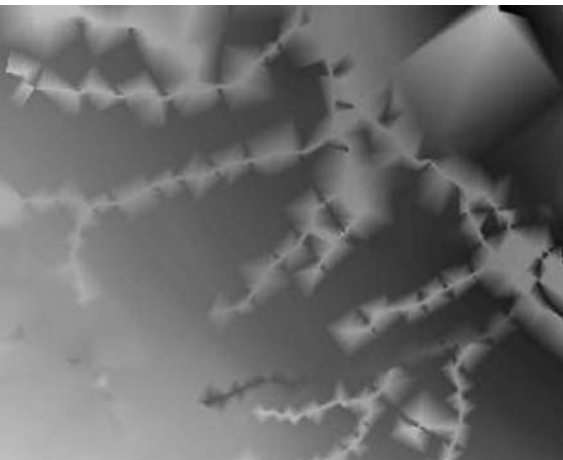
Grundwasser mit Bergen?

Grundsätzlich lieferte dieser Schritt eine Verbesserung der Abbildung der Grundwasseroberfläche. Bei genauer Betrachtung zeigten sich jedoch entlang einiger Gewässer perlenartige Strukturen, wie sie in der Realität nicht auftreten konnten. Im Längsschnitt schien es im Bereich der Gewässerachse Grundwasserberge zu geben. Hier war also eine weitere Analyse und Bearbeitung erforderlich.

Vorbereitung der Ausgangsdaten

Vor der Durchführung der Konstruktion der Grundwasseroberfläche und der Ableitung des Flurabstands waren die Datengrundlagen zu bereinigen und zu plausibilisieren. Von den ca. 20.000 Grundwassermessstellen in NRW sollten nur die verwendet werden, die den Stand des ersten Grundwasserstockwerks lieferten. Für viele Messstellen lieferte die Grundwasserdatenbank des Landes „HYGRIS-C“ die Information der Stockwerkzugehörigkeit. Zahlreiche Messpunkte enthielten jedoch keine entsprechende Angabe. Um möglichst viele Daten abzusichern und dann verwenden zu können, wurden verschiedene GIS-Analysen durchgeführt, um diese Messwerte einem Stockwerk zuzuordnen. Die daraus entstandene Datenbasis wurde durch Messwerte anderer Jahre ergänzt, sodass schließlich Grundwasserstände an 16.900 Messstellen zugrundegelegt werden konnten.

Als weiterer Vorbereitungsschritt wurde auch das DGM des Landes überprüft und von Fehlstellen bereinigt. Ein besonderes Augenmerk galt

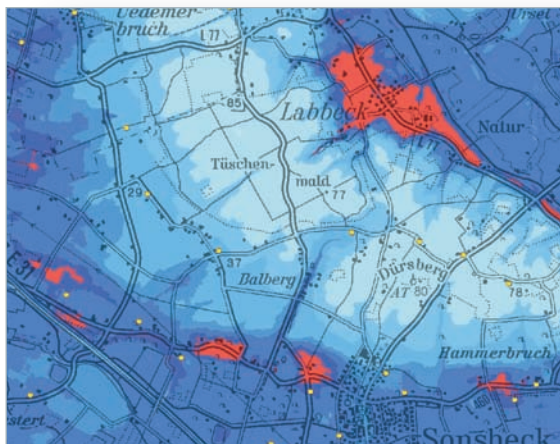


Diese Strukturen ließen sich dadurch erklären, dass in diesen Bereichen kein Kontakt zwischen Grundwasser und Fließgewässer besteht.

Mithilfe einer GIS-gestützten Datenanalyse wurde geprüft, welche Gewässerabschnitte für den Grundwasserstand maßgeblich sind und welche zu falschen Ergebnissen führten und daher bei der weitergehenden Berechnung ausscheiden mussten.

Problemzonen: Übergangsbereiche zwischen Flach- und Hügelland

Auch die Übergangsbereiche von niedrigerem zu höherem Gelände wiesen häufig größere Flächen mit



links:
„Perlenstruktur“ in der Grundwasseroberfläche entlang von Gewässern

rechts:
Bereiche mit negativem Flurabstand in Bereichen mit Geländeanstieg

negativen Flurabständen auf. Dies ist auf die Interpolation von Grundwasserständen von verhältnismäßig wenig Messstellen zurückzuführen. Zwischen den Grundwasserständen in der Ebene und den höher gelegenen Messstellen auf den Hügel- bzw. Bergrücken wird die Grundwasseroberfläche (linear) interpoliert und schneidet dabei das Gelände. Für die betroffenen Bereiche wurde die Interpolation der Messstellen korrigiert und der Grundwasserverlauf dem Geländeverlauf angepasst.

Geostatistik liefert Aussagen über die Datengenauigkeit

Parallel wurden die Eingangsdaten einer geostatistischen Analyse unterzogen. Ziel der Arbeit war die Abschätzung der für die interpolier-

ten Flächen der Grundwasserstände und Grundwasserflurabstände erreichbaren Genauigkeit. Die daraus errechneten mittleren Fehler sind bei einer Interpretation der Grundwasseroberfläche und der daraus abgeleiteten Flurabstände zu berücksichtigen.

Einsatz von GIS-Software und Jabron liefert digitale Grundwasser- und Flurabstandsgleichen

Die umfassenden GIS-Operationen wurden mit ArcGIS ArcView 9 von ESRI und einigen Erweiterungen durchgeführt. Die herangezogenen Hydraulik-Daten (Gewässervermessung) wurden mit Jabron bearbeitet.

Aus den korrigierten Grundwasserständen und dem optimierten DGM ließen sich Flurabstände abschließend berechnen. Diese wurden geglättet, sodass aus den Glättungsstufen Isolinien (Grundwassergleichen, Flurabstandsgleichen) erzeugt werden konnten.

Dem LANUV liegen nun alle relevanten Basisdaten und die Berechnungsergebnisse digital vor, sodass sie für weiterführende Auswertungen herangezogen werden können.

Dipl.-Geogr. Lisa Friedeheim,
Dr.-Ing. Hartmut Sacher

IMPRESSUM

Herausgeber:

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH

Layout und Satz:

Designbüro Eusterbrock & Zepf, Aachen

Erscheinungsweise:

zweimal jährlich

Die Hydrothemen wird kostenlos verteilt. Nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf, wenn Sie in den Verteiler aufgenommen werden möchten.

Copyright:

Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne die ausdrückliche Genehmigung von Hydrotec vervielfältigt oder weitergegeben werden. Hydrotec übernimmt für sämtliche Informationen in dieser Zeitschrift keine Gewähr.



Bachstraße 62-64, 52066 Aachen
Tel.: (0241) 9 46 89-0
Fax: (0241) 50 68 89

Kaiser-Otto-Platz 13, 45276 Essen
Tel.: (0201) 85 01 99-50
Fax: (0201) 85 01 99-55

E-Mail: info@hydrotec.de
Internet: www.hydrotec.de

Partnerbüro:
hydro & meteo GmbH & Co. KG, Lübeck
Internet: www.hydrometeo.de

V.i.S.d.P.: Dipl.-Ing. Anne Sintic