

Kaj Lippert, Michael Haase, Thorsten Hens, Monika Thül, Elmar Fuchs, Peter Horchler, Christoph Hübner, Manfred Ostrowski, Stephan Rosenzweig, Matthias Sottong und Axel Winterscheid

# Einsatz des nofdp IDSS im Rahmen der Konzeption naturverträglicher Hochwasserschutzmaßnahmen an der Mümling

Die Mümling ist ein Gewässer zweiter Ordnung, das im Norden des Odenwalds liegt. In der Flussaue besteht in direkter Nachbarschaft zum Gewässer ein hohes Schadenspotenzial. Die Anwendung des nofdp IDSS zur Erarbeitung von naturverträglichen Hochwasserschutzmaßnahmen wird am Beispiel eines Abschnitts der Mümling erläutert. Besonderes Augenmerk wird dabei der Nutzung des integrierten Wasserspiegellagenprogramms zum Nachweis der hydraulischen Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen gewidmet.

## 1 Einleitung

Der Beitrag von Winterscheid et al. [12] in dieser Ausgabe der WasserWirtschaft beschreibt die konzeptionellen und organisatorischen Hintergründe zum Informations- und Entscheidungsunterstützungssystem nofdp IDSS.

Die Systemgrundlagen wurden im Rahmen des INTERREG-IIIB-Projektes „nature-oriented flood damage prevention“

durch die Provinz Noord-Brabant (Niederlande), die Technische Universität Darmstadt und die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Koblenz entwickelt.

Nachfolgend wird der Einsatz des Systems nofdp IDSS am Beispiel der Konzeption von Hochwasserschutzmaßnahmen an der Mümling im Odenwald dargestellt.

Das nofdp IDSS basiert auf der gemeinsam von Björnsen Beratende Ingenieure GmbH und dem Institut für Wasserbau an

der Technische Universität Hamburg-Harburg entwickelten Java-basierten Software KalypsoBASE [5]. Die Software stellt dem Anwender eine umfangreiche Palette von Werkzeugen bereit, die in Verbindung mit einer graphischen Benutzeroberfläche leicht bedienbar sind und die sachgerechte, schnell erfassbare Aufbereitung der eingegebenen Datenbestände zu wertvollen Fachinformationen ermöglichen. Umfangreiche GIS-Funktionalitäten zur raumbezogenen Analyse der Datenbestände sind in das Produkt integriert. Auch das über eine Schnittstelle eingebundene Hydraulik-Rechenmodell SOBEK-River [11] wird GIS-basiert angesteuert. Das nofdp IDSS steht in den Sprachen Deutsch, Englisch und Niederländisch (Graphische Benutzeroberfläche und Handbücher) zur Verfügung. Es ist frei erhältlich unter <http://nofdpidss.sourceforge.net>. Der für das nachfolgende Beispiel verwendete Datensatz ist dort ebenfalls frei verfügbar.

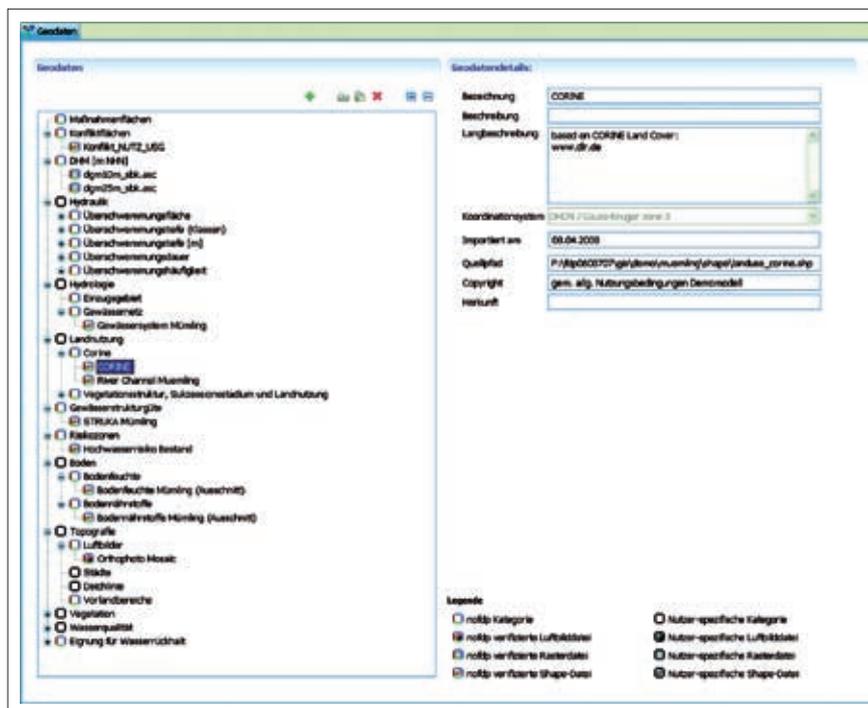


Bild 1: Geodatenimport in den Geodatenbaum

## 2 Aufgabenstellung an der Mümling

Die Mümling ist mit einem Einzugsgebiet von 377 km<sup>2</sup> ein typisches Gewässer der Mittelgebirgsregion Odenwald. Sie mündet südlich von Aschaffenburg in den Main. Die höchste Erhebung im Einzugsgebiet erreicht 560 m ü. NN, der Mündungsbereich liegt 125 m ü. NN. Der mittlere Abfluss beträgt 3,5 m<sup>3</sup>/s, der höchste je aufgezeichnete

te Abfluss  $65 \text{ m}^3/\text{s}$ . Die dichte Bebauung entlang der Mümling bietet ein hohes Potenzial für Hochwasserschäden.

Bis in die frühen 90er Jahre bestimmten das Konzept großer zentraler Hochwasserrückhaltebecken (HRB) und zugleich die Forderung, landwirtschaftlich genutzte Flächen entlang der Mümling frei von Hochwasser zu halten, das Handeln und Planen des Wasserverbandes Mümling. So wird heute die Landschaft und das Abflussverhalten des Marbachs, einem seitlichen Zufluss der Mümling, durch das gleichnamige HRB mit einem maximalen Speichervolumen von  $3,1 \text{ Mio. m}^3$  geprägt.

Ökologische Bedenken gegen diese Art von Großprojekten, aber auch die Erkenntnis, dass durch den Verlust natürlicher Retentionsräume das Hochwasserrisiko anwächst, haben zu einem neuen Leitbild – dem des dezentralen Hochwasserschutzes – geführt. Das Land Hessen hat, um diesem Leitgedanken Rechnung zu tragen, im Jahr 1992 das Projekt „Retentionskataster Hessen“ (RKH) ins Leben gerufen. Das Kataster erfasst vorhandene und mögliche Retentionsräume entlang aller hessischen Fließgewässer und schafft damit die Grundlage für die rechtliche Sicherung bestehender, aber auch für die Aktivierung potenzieller neuer Überschwemmungsgebiete. Damit bestimmt es maßgeblich den heutigen Handlungsrahmen für einen nachhaltigen Schutz vor Hochwasserschäden im Einzugsgebiet der Mümling.

Die Aktivierung potenzieller Überschwemmungsflächen kann durch verschiedene Maßnahmen erfolgen: z. B. Sohlenanhebung, Einbau von Sohlenschwellen, Abgrabung des Vorlandes, Anpflanzung von Auwald, Anlage von Gewässerrandstreifen oder Deichrückverlegung. Stehen geeignete natürliche Retentionsflächen in dicht besiedelten Bereichen nur beschränkt zur Verfügung, so können z. B. Retentionspotenziale auch durch den Bau kleiner, dezentral angelegter und miteinander vernetzter HRB geschaffen werden.

Sowohl die Vielzahl der möglichen Standorte als auch alternativer Maßnahmen zur Aktivierung potenzieller Retentionsräume sowie deren Vernetzung untereinander erfordern den Einsatz eines Planungswerkzeuges wie des nofdp IDSS. Es ermöglicht dem Planer, eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen bzw. verschiedene Varianten von Maßnahmenpaketen zu entwickeln sowie deren Auswirkungen zu analysieren und zu bewerten. Regionale Raum-

planungskonzepte, Maßnahmenprogramme gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie [3] sowie Hochwasserrisikomanagementpläne gemäß der EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie [2] bilden darüber hinaus einen rechtlich verbindlichen Rahmen, der ebenfalls Berücksichtigung bei der Maßnahmenplanung finden muss.

### 3 Projektbearbeitung mit dem nofdp IDSS

#### 3.1 Projektdefinition

Der erste Schritt der Einrichtung eines Projektes besteht in der Aufbereitung und dem Import der verfügbaren Geodaten. Die Geodaten sind im nofdp IDSS im sogenannten Geodatenbaum nach Themen gegliedert (Bild 1); der Nutzer kann diese Gliederung gemäß den Projektanforderungen frei ergänzen. Für das Projektbeispiel Mümling wurden Luftbilder (JPG-Format), ein Digitales Geländemodell (ASCII-Raster), Profildaten aus dem RKH (XYZ-Format), Daten der Defizite der sechs Hauptparameter der Gewässerstrukturgüte (ESRI-Shape-Format), CORINE-Landnutzungsdaten (ESRI-Shape-Format) sowie hydrologische Zeitreihen (CSV-Format) importiert.

Ein weiteres Werkzeug im Bereich der Projektdefinition ist der Querprofil-Manager, mit dem Querprofilen der Gewässer importiert, in Lage und Profil vi-

sualisiert und für eine hydraulische Berechnung vorbereitet werden können. Die Profilgeometrie kann verändert und den Profilverläufen können hydraulisch relevante Parameter zugewiesen werden, insbesondere hydraulische Rauheitsbeiwerte  $k_{st}$ . Letzteres erfolgt im Hintergrund durch Verschnitt der Profile mit der Landnutzungskartierung.

Mit dem Werkzeug „Zeitreihen-Manager“ werden hydrologische Zeitreihen oder Wasserstand-Abfluss-Beziehungen importiert und in einem projektspezifisch anpassbaren Zeitreihenbaum archiviert, z. B. als Randbedingungen für die instationäre hydraulische Berechnung.

Auf der Grundlage der importierten Querprofile, Zeitreihen und des Gewässerverlaufs wurde im Beispielprojekt interaktiv ein Systemplan für die hydraulische Berechnung des Ausgangszustands (Ist-Zustand) erstellt (Bild 2). Wäre für die Mümling bereits ein SOBEK-River-Hydraulikmodell vorhanden gewesen, so hätte dieses direkt in das nofdp IDSS importiert werden können. Bei der Aufstellung des Systemplans wird zunächst das Gewässernetz (Haupt- und Nebengewässer) für die Modellierung einschließlich der Fließrichtung erfasst. Dabei erfolgt automatisch eine Anbindung der Nebengewässer an das Hauptgewässer über Snap-Funktionalitäten. Repräsentative Querprofile werden anschließend den erstellten Strängen als Stützstellen des erfassten Ge-



Bild 2: Systemplan für den Ist-Zustand

wässernetzes (Flusspunkte) zugewiesen. Bestehende technische Bauwerke, wie z. B. Wehre, HRB und Polder, können an den Flusspunkten mit ihren wichtigsten räumlichen und hydraulischen Eigenschaften erfasst werden.

### 3.2 Analysewerkzeuge

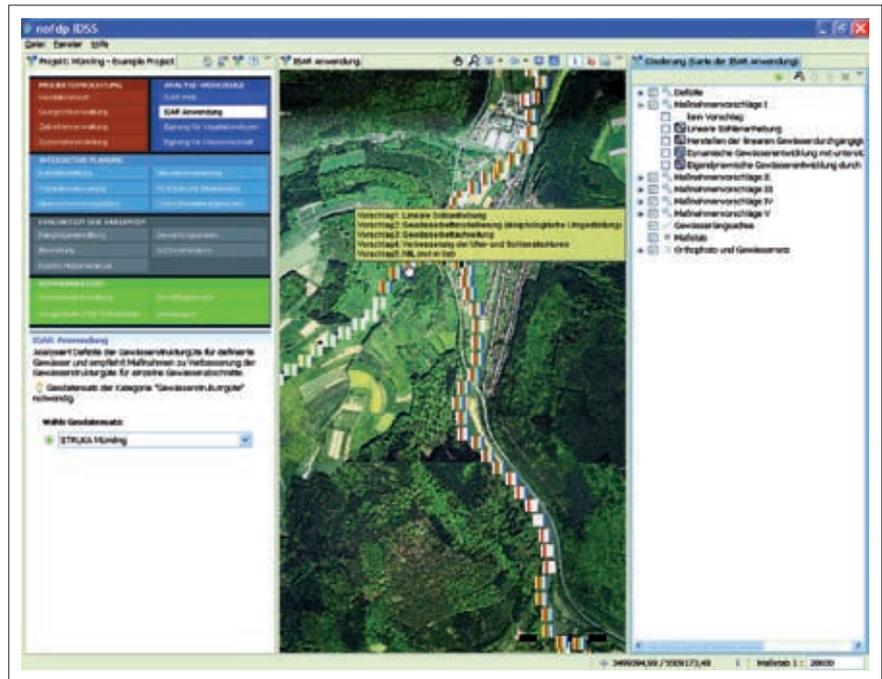
Das nofdp IDSS stellt eine Reihe regelbasierter Modellwerkzeuge mit ökologischem Fokus zur Verfügung. ISAR-Web und ISAR-Anwendung ermöglichen die interaktive Analyse der Gewässerabschnitte bezüglich verschiedener Defizite in der Gewässerstrukturgüte [7]. Als Ergebnis werden Vorschläge für effiziente, Kosten-Nutzen-wirksame Renaturierungsansätze geliefert (Bild 3) [4].

Die Ermittlung der Vegetationseignung beschreibt, welche Vegetationstypen sich durch die Maßnahmen und den daraus resultierenden Änderungen der Standortgegebenheiten einstellen werden. Die Methodik und das Verfahren beruhen auf Arbeiten von Runhaar et al. [9]. Auf Grundlage dieser Vegetationstypen lässt sich ferner die Eignung von Flächen für den Hochwasserrückhalt aus naturschutzfachlicher Sicht beurteilen [10]. Die interaktive Analyse der räumlichen Parameter wird dabei durch Maustipps erleichtert, wobei die Parameterausprägungen entsprechend der aktuellen Mausposition eingeblendet werden (Bild 3).

### 3.3 Interaktive Planung

Das für den Planer zentrale Modul des nofdp IDSS ist die „Interaktive Planung“. Hiermit können innerhalb kurzer Zeit unterschiedliche Maßnahmen zu Varianten kombiniert erstellt und leicht zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt oder verändert werden.

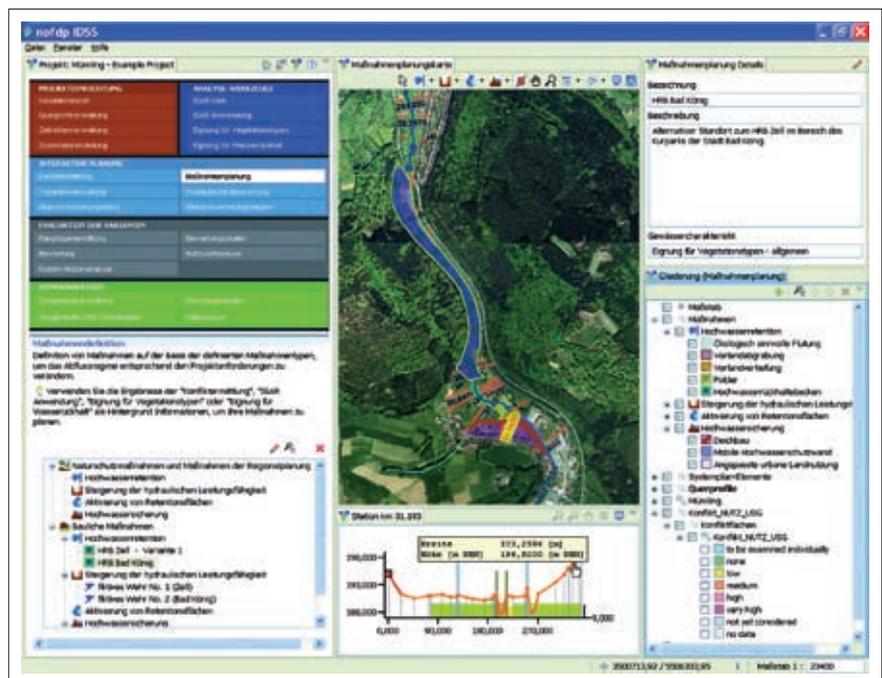
Eine wesentliche Grundlage der Planung stellen Konfliktanalysen dar, die interaktiv sowie nutzerdefiniert durchgeführt werden können. Dabei können aufgrund von Verschneidungsoperationen Konfliktbereiche identifiziert werden. Ein Beispiel hierfür ist die Fragestellung, welche Landnutzungsbereiche (z. B. Siedlungsgebiete, Gewerbegebiete, landwirtschaftlich genutzte Flächen) im Projektgebiet von Hochwasser betroffen sind. Hierfür können z. B. CORINE-Landnutzungsdaten [1] und durch hydraulische Berechnung ermittelte Überschwemmungsgebietsdaten eines 100-jährlichen Hochwassers verschnitten und nach dem Konfliktpotenzial klassifiziert werden.



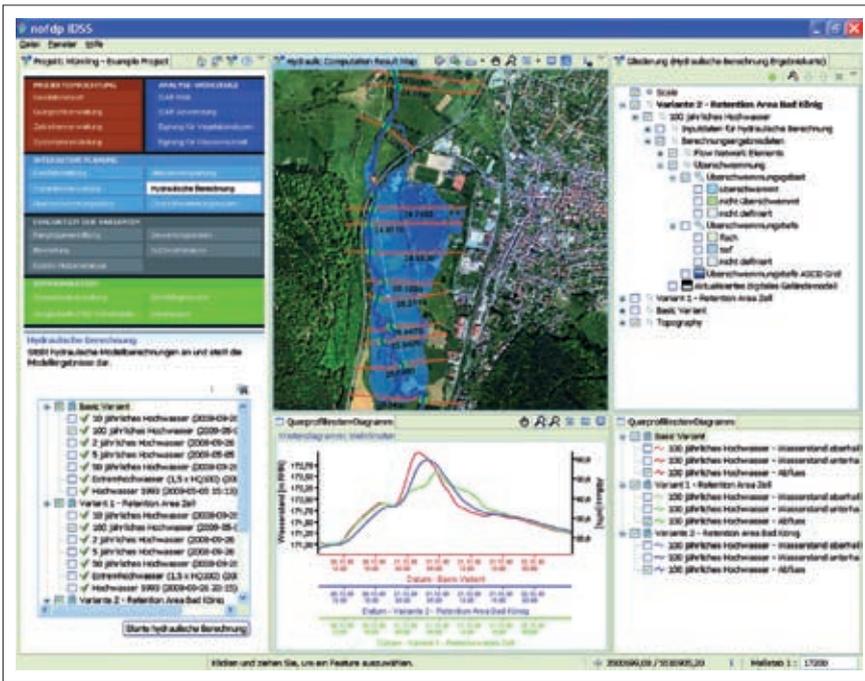
**Bild 3:** ISAR-Anwendung: Überblick zu abschnittswisen Defizitinformationen mit Renaturierungsvorschlägen (Maustipp)

Zur Konfiguration der zu untersuchenden Varianten sind zunächst die entsprechenden Einzelmaßnahmen zu definieren. Hierbei kann auf 21 Maßnahmenarten zurückgegriffen werden, die im System hinterlegt sind (s. Bild 4 im Beitrag Wintercheid et al. [12] in dieser Ausgabe der WasserWirtschaft). Die räumliche Lage der Maßnahmen ist dabei vor dem Hinter-

grund des bestehenden digitalen Kartenmaterials zu erfassen. Parallel sind ergänzende attributive Angaben (z. B. die Höhe eines Deiches oder die Abmessungen des Drosselbauwerks eines HRB) in den hierfür vorgesehenen graphischen Oberflächen zu definieren. Im vorliegenden Beispiel sind insgesamt drei Maßnahmen definiert: Zwei dezentrale HRB (Maßnah-



**Bild 4:** Maßnahmendefinition für den skizzierten Anwendungsfall



**Bild 5:** Hydraulische Ergebnisdatenauswertung, Vergleich der Varianten

menart „2.1.1 Hochwasserrückhaltebecken“) und ein Deich (Maßnahmenart „2.4.1 Deich“) zum lokalen Schutz einer Kläranlage. Das **Bild 4** zeigt die graphische Darstellung der Maßnahmen „Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Zell“ (hellgrün umrandete blaue Fläche) und „Deich Kläranlage“ (braune Linie) vor dem Hintergrund der Ergebnisse der zuvor erläuterten Konfliktanalyse Landnutzung versus Überschwemmungsgebiet.

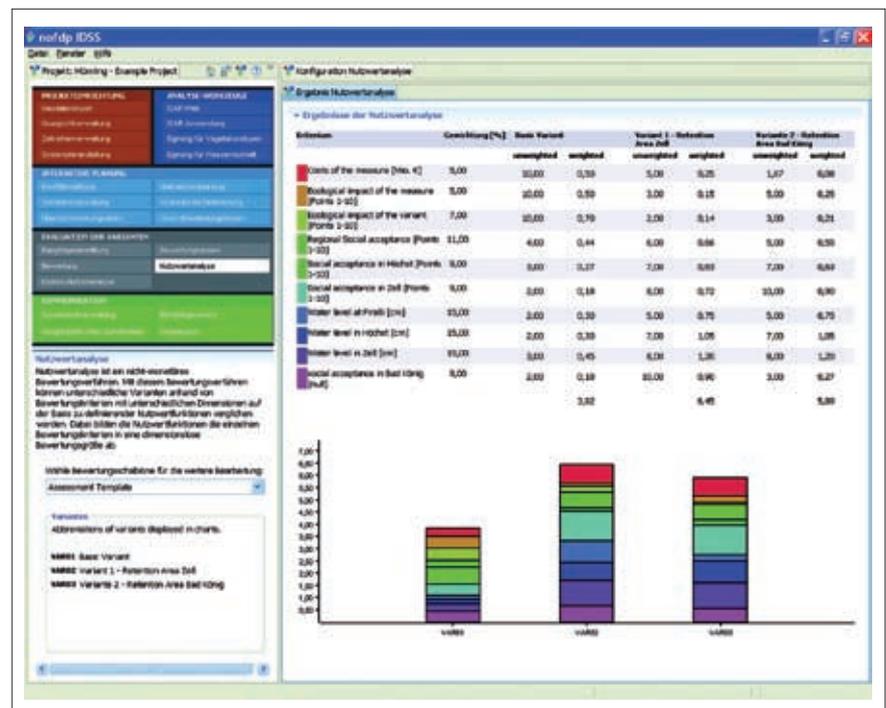
Sind die Maßnahmen festgelegt, werden sie den entsprechenden Varianten zugeordnet. Eine Maßnahme kann dabei, falls erforderlich, verschiedenen Varianten zugewiesen werden. Mittels einer hydraulischen Simulation wird anschließend die Wirksamkeit der Varianten überprüft. Dabei werden automatisch im Hintergrund die Eingangsdaten für das Hydraulikmodell generiert, das hydraulische Modell angestoßen und anschließend die Ergebnisse ausgewertet sowie graphisch angezeigt. Als hydraulisches Modell ist die Software SOBEK-River [11] eingebunden. Eine Freeware-Variante der Software wird Nutzern des nofdp IDSS bereit gestellt. Das nofdp IDSS zeigt dem Anwender in der Oberfläche den Status der Berechnungsvorgänge an. Danach werden die mit dem Modell an den Querprofilen ermittelten maximalen Wasserspiegellagen flächenhaft interpoliert und mit dem digitalen Geländemodell verschnitten. Das Ergebnis ist die Verteilung der Fließtiefen

in der Gewässeraue einschließlich der Ausweisung der Überschwemmungsbe-reiche basierend auf den berechneten Maximalwasserspiegellagen der instationären Berechnung. Des Weiteren können die Berechnungsergebnisse als hydraulische Längsschnitte für gewählte Gewässerstränge (ebenfalls Maximalwasserstandslagen) und Wasserstands- oder Abflussganglin-

nien an einzeln in der Karte selektierbaren Berechnungsknoten analysiert werden. Das **Bild 5** zeigt ein Beispiel für die hydraulische Ergebnisdatenauswertung. Beim Vergleich der unbeeinflussten und beeinflussten Abflussganglinien unterhalb des potenziellen HRB-Standortes Bad König mit dessen Wirkung und derjenigen des flussaufwärts liegenden potenziellen HRB-Standortes Zell zeigt sich eine bessere hydraulische Wirksamkeit des HRB-Standortes Zell, da die Minderung des Hochwasserscheitels im Vergleich zum Ist-Zustand größer ausfällt.

Auf Grundlage der hydraulischen Berechnung können nun Schadenspotenziale und der jährliche Schadenserwartungswert bestimmt werden [6]. Der jährliche Schadenserwartungswert ist insbesondere für Nutzen-Kosten-Analysen von Hochwasserschutzmaßnahmen eine wichtige Eingangsgröße. Auf Grundlage der Schadenspotenzialberechnung bzw. der spezifischen mittleren Schadenserwartungswerte [€/m<sup>2</sup> · a)] werden Risikozonen ermittelt und visualisiert, nachdem zuvor die Grenzwerte für die Risikozonen festgelegt wurden. Es sind sechs Risikozonen vordefiniert, wobei die Merkmale der Risikozonen lediglich die Betroffenheit bzw. den Schaden (gering, mittel, hoch) und die Nutzung (bebaut, unbebaut) berücksichtigen.

Neben der Ausdehnung von Überschwemmungen und den dabei auftre-



**Bild 6:** Beispiel für die Nutzwertanalyse

tenden Fließtiefen benötigen ökologische Analysen oftmals Aussagen zu Überflutungsdauern oder -häufigkeiten. Dies gilt auch für die nofdp-IDSS-Werkzeuge zur Untersuchung der Eignung bestimmter Flächen für Vegetationstypen und für Hochwasserrückhalt. Deshalb ermöglicht das nofdp IDSS die Ableitung dieser Information. Überschwemmungshäufigkeiten können auf der Grundlage von Hochwasserabflüssen vorgegebener statistischer Wiederkehrintervalle und Überschwemmungsdauern bezogen auf einzelne Hochwasserereignisse bzw. Abflussganglinien und auf der Grundlage von Dauerlinien (i. d. R. am Pegelstandort) ermittelt werden.

Ergebnen die hydraulischen Berechnungen, dass die definierten Varianten ausreichen, um das Überschwemmungsrisiko gemäß den Projektzielen zu mindern, kann mit der Projektevaluierung fortgeführt werden.

### 3.4 Projektevaluierung

Für die Projektevaluierung und den Variantenvergleich bietet das nofdp IDSS mehrere Werkzeuge an. So kann z. B. mittels einer Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile einzelner Varianten vor dem Hintergrund politischer, ökonomischer, sozio-kultureller, technischer, gesetzlicher und ökologischer Kriterien eine erste Rangfolge ermittelt werden.

Neben diesem einfachen deskriptiven Werkzeug stehen drei weitere Werkzeuge für komplexe Bewertungen zur Verfügung, die jedoch zuvor eine Definition von Bewertungsskalen erfordern. Dies sind projektspezifische Bewertungsmaßstäbe (z. B. absolut in Form von Kosten [€] oder relativ in Form von Bewertungspunkten) in Bezug auf die Kategorien Ökologie, Wasser und Mensch. Auf Basis dieser Kriterienkataloge können die einzelnen Varianten bewertet oder anhand definierter Nutzwertfunktionen für diese Kriterien variantenspezifisch evaluiert werden [8]. Das **Bild 6** zeigt hierzu ein Beispiel: Die beiden definierten Varianten der HRB-Standorte Zell und Bad König sind hier nach fast gleichwertig, mit leichten Vorteilen für den Standort Zell. Die anschließende Nutzen-Kosten-Analyse unterstreicht diesen Vorteil; die Größe des Nutzen-Kosten-Verhältnisses ist hier der Bewertungsmaßstab.

Zusammen mit der Bewertung der hydraulischen Wirksamkeit (Bild 5) ergibt sich im Anwendungsbeispiel des Einzugsgebietes der Mümling eine klare Präferenz

für die Planungsvariante 1 mit dem HRB-Standort Zell.

### 3.5 Kommunikation

Im wichtigen Bereich der Kommunikation und Dokumentation bietet das nofdp IDSS eine Reihe von Möglichkeiten, die erstellten Zwischen- und Endergebnisse in ihrem jeweiligen fachtechnischen Kontext aufzubereiten und zu exportieren. Mit dem Screenshot-Manager können Bildschirmansichten exportiert werden, die im Verlauf der Projektbearbeitung gesammelt wurden. Weiterhin können erzeugte Geodatenlayer als KMZ-Dateien exportiert und mit Google Earth™ dargestellt werden. Diese Ansichten dienen der Kommunikation mit Projektbeteiligten oder der Information der interessierten Öffentlichkeit. Der Berichtsgenerator erlaubt die benutzerdefinierte automatisierte Erstellung von Projektberichten und Karten. Anschließend können die Berichte mit einem Textverar-

beitungsprogramm weiter bearbeitet werden. Mit Hilfe des Datenexports können projektintern vorgehaltene Datenbestände selektiert und exportiert werden. Der Export erfolgt als Archivdatei im ZIP-Format.

Der Kommunikationsprozess kann dazu führen, dass bestehende Maßnahmen verändert, neue Maßnahmen geplant bzw. neue Varianten untersucht werden müssen. Dies entspricht dem Rückkopplungsprozess im Rahmen der Projektbearbeitung, der in Bild 2 des Beitrags von Winterscheid et al. [12] in dieser Ausgabe der WasserWirtschaft skizziert wird.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Praxistauglichkeit des nofdp IDSS zur Konzeption von Hochwasserschutzmaßnahmen in der Vorplanungsphase wird am Beispiel der Mümling demonstriert.

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse kann dort mit weiteren Entwurfsplanungen fortgefahren werden.

Integriertes Einzugsgebietsmanagement ist mit komplexen Planungsvorgängen verknüpft. Die Ergebnisse dieser Planungen wiederum sind anhand einer Vielzahl von Kriterien zu bewerten. Schlussendlich sind diese Planungsergebnisse zu dokumentieren und der Öffentlichkeit zugänglich zu machen, um den Anforderungen eines partizipatorischen Planungsprozesses gerecht zu werden. Das nofdp IDSS stellt dem Anwender hierfür eine umfangreiche Werkzeugpalette bereit, die vielfältige Instrumente zur raumbezogenen Informationsbearbeitung (GIS) einschließlich hydraulischer Berechnungen über die Variantenevaluierung sowie das Reporting bis hin zur Veröffentlichung der Planungsergebnisse enthält.

#### Autoren

**Dr.-Ing. Michael Haase**  
**Dipl.-Geogr. Thorsten Hens**  
**Dr.-Ing. Kaj Lippert**  
**Dipl.-Math. techn. Monika Thül**  
 BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH  
 Maria Trost 3, 56070 Koblenz  
 info@bjoernsen.de

**Dr. Elmar Fuchs**  
**Dr. Peter Horchler**  
**Dipl.-Geogr. Stephan Rosenzweig**  
**Dr.-Ing. Axel Winterscheid**  
 Bundesanstalt für Gewässerkunde  
 Am Mainzer Tor 1, 56068 Koblenz  
 fuchs@bafg.de  
 horchler@bafg.de  
 rosenzweig@bafg.de  
 winterscheid@bafg.de

**Dipl.-Ing. Christoph Hübner**  
**Prof. Dr.-Ing. Manfred Ostrowski**  
 Technische Universität Darmstadt  
 Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft  
 Fachgebiet für Ingenieurhydrologie  
 und Wasserbewirtschaftung  
 Petersenstraße 13, 64287 Darmstadt  
 huebner@ihwb.tu-darmstadt.de  
 ostrowski@ihwb.tu-darmstadt.de

**Dipl.-Ing. Matthias Sottong**  
 Wasserverband Mümling  
 Landratsamt Odenwaldkreis  
 Michelstädter Straße 12  
 64711 Erbach/Odenwald  
 m.sottong@wv-muemling-gersprenz.de

#### Literatur

- [1] CORINE-Landnutzungsdaten: <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>.
- [2] Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007

Kaj Lippert, Michael Haase, Thorsten Hens, Monika Thül, Elmar Fuchs, Peter Horchler, Christoph Hübner, Manfred Ostrowski, Stephan Rosenzweig, Matthias Sottong and Axel Winterscheid

### Application of the nofdp IDSS for Designing Nature-Oriented Flood Protection Measures in the Mümling River Catchment

The River Mümling is a second-order river located in the northern part of the Odenwald, a low mountain range in southwestern Germany. A high potential of assets at risk has been identified in the floodplains of the River Mümling. The application of the nofdp IDSS for designing nature-oriented flood protection measures is discussed for a selected stretch of the River Mümling. Special attention is paid to demonstrate the use of the integrated flow simulation model for determining the hydraulic effects of the proposed flood protection measures.

Кай Липперт, Михаэль Хаазе, Торстен Хенс, Моника Тюль, Эльмар Фукс, Петер Хорхлер, Кристоф Хюбнер, Манфред Островски, Штефан Розенцвайг, Маттиас Соттонг и Аксель Винтершайд

### Использование программы nofdp IDSS в рамках концепции природосовместимых мероприятий по противопаводковой защите на реке Мюмлинг

Река Мюмлинг, протекающая на севере Оденвальда, является водным потоком второго порядка. В районе заливных лугов в непосредственной близости от реки существует большая вероятность возникновения ущерба вследствие паводка. Применение программы nofdp IDSS для разработки природосовместимых мероприятий по противопаводковой защите показывается на примере участка реки Мюмлинг. При этом особое внимание уделяется использованию интегрированной программы для оценки положения уреза воды с целью подтверждения действенности предложенных мероприятий с точки зрения гидравлики.

- über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (Hochwasserrisikomanagementrichtlinie, HWRM-RL). In: Amtsblatt der EU vom 06.11.2007, Nr. L 288, S. 27-34.
- [3] EG-Richtlinie: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL). In: Amtsblatt der EU vom 22.12.2000, Nr. L 327, S. 1-73.
  - [4] Hillenbrand, T.; Liebert, J.: Kosten-Wirksamkeitsanalyse für Gewässerstrukturgütermaßnahmen in Hessen. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe, 2001.
  - [5] KalypsoBASE: <http://kalypsobase.sourceforge.net>.
  - [6] Kräbig: Entwicklung eines integrativen Verfahrens zur Bestimmung und kartografischen Abgrenzung des Hochwasserrisikos in fluvialen Überschwemmungsräumen. In: Hamburger Wasserbau-Schriften (2007), Heft 10.
  - [7] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, Hrg.): Gewässerstrukturgüterkartierung in der Bundesrepublik Deutschland – Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer, 2001.
  - [8] Abt. Landesplanung und Raumforschung des Institutes für Umweltplanung der Universität Hannover (LAUM): Die Nutzwertanalyse und ihre Weiterentwicklung, 2006 ([www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Ptm/Ptm\\_BewNwa.htm](http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Ptm/Ptm_BewNwa.htm)).
  - [9] Runhaar, J.; Udo de Haes, H. A.: Site factors as classification characteristics. In: Klijn, F. (Hrsg.): Ecosystem Classification for Environmental Management. Dordrecht/Boston/London: Kluwer, 1994, S. 139-172.
  - [10] Runhaar, J.; Arts, G.; Knol, W. C.; Makaske, B.; van den Brink, N.: Waterberging en Natuur. Kennisoverzicht ten behoeve van regionale waterbeheerders. STOWARapport (2004), Nr. 2004-16 ([www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)).
  - [11] SOBEK-River: [http://delftsoftware.wldelft.nl/index.php?option=com\\_content&task=blogcategory&id=15&Itemid=35](http://delftsoftware.wldelft.nl/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=15&Itemid=35).
  - [12] Winterscheid, Axel; Fuchs, Elmar; Haase, Michael et al.: nofdp IDSS – ein kostenfreies Softwareprodukt zur Konzeption von naturverträglichen Hochwasserschutzmaßnahmen. In: Wasserwirtschaft 99 (2009), Heft 10