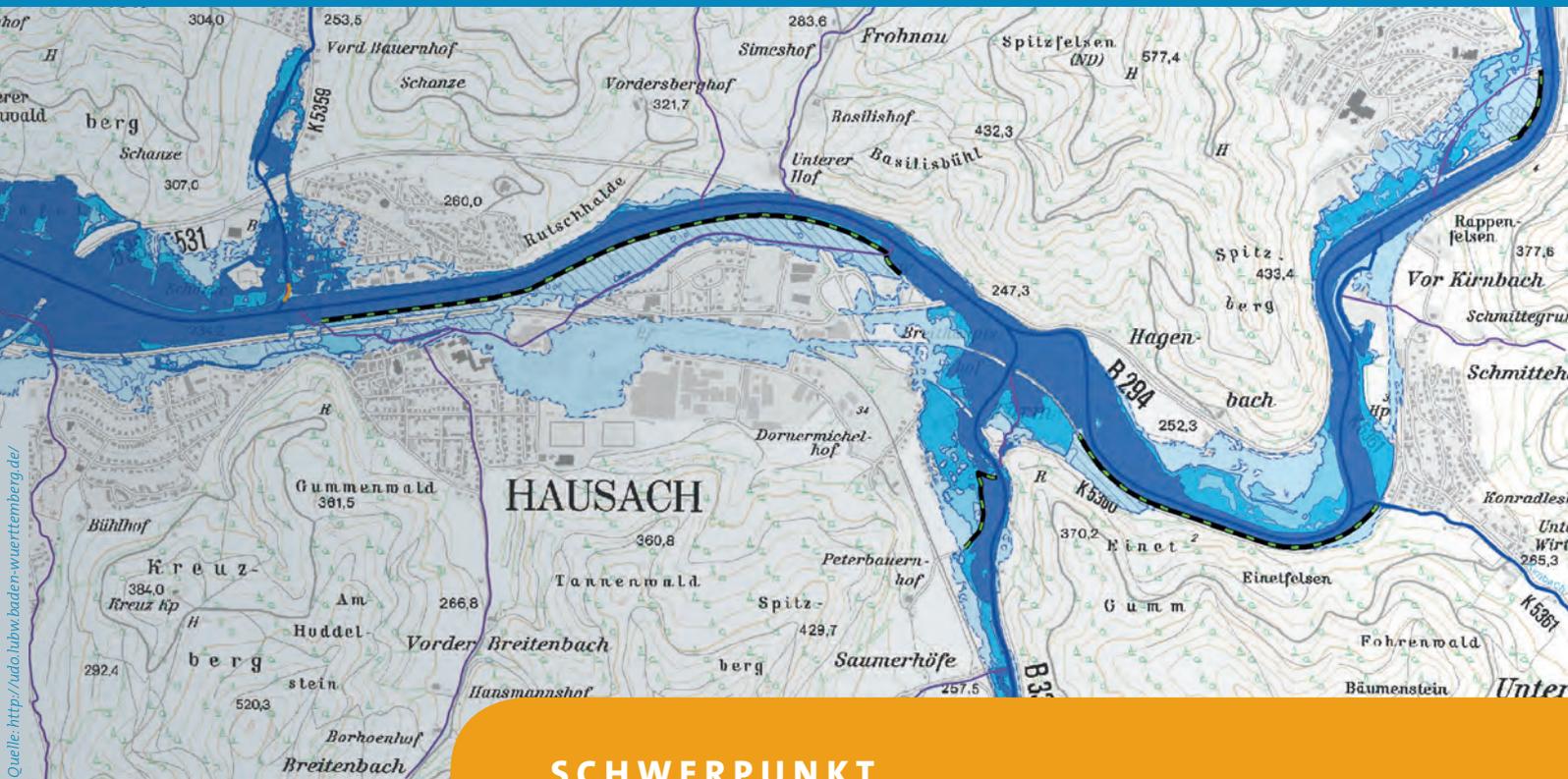


Hydrothemen

KUNDENINFORMATION

NR. 32 / MAI 2017



SCHWERPUNKT

Zwölf Jahre erfolgreiche Projektarbeit – Umsetzung der EG-Hochwasser-
risikomanagement-Richtlinie in Baden-Württemberg

PROJEKTE

- › Starkregen mit geeigneten Mitteln begegnen
- › Wasserstandsvorhersage für die deutsche Nordsee
- › NASIM mit integrierter hydrodynamischer Berechnung –
Ergebnisse aus den Einzugsgebieten Niers und Emscher

MELDUNGEN

- › Potenzialstudie „Erneuerbare Energien NRW Teil 5 – Wasserkraft“ veröffentlicht
- › LASER_AS-2D 2.0 ist verfügbar
- › HYDRO_AS-2D-Workshop in Koblenz am 6.9.2017



Liebe Kunden,

seit 2005 unterstützt Hydrotec die Wasserwirtschaftsbehörden in Baden-Württemberg bei Projekten zur Verbesserung des Hochwasserschutzes. Aktuell beginnen die Arbeiten zum zweiten Zyklus der EG-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie. Die Kommunen stehen vor der Aufgabe, lokale

Maßnahmen umzusetzen und auch das Thema Vorsorge vor Überflutungen durch Starkregen anzugehen.

Die Stadt Grevenbroich hat zum Thema Sturzfluten bereits die Initiative ergriffen und Hydrotec mit der 2D-Modellierung von Starkregenabflüssen beauftragt. Die daraus resultierende Starkregengefahrenkarte ermöglicht die Planung von Maßnahmen, um zukünftig Schäden zu verhindern.

Mit dem Wasserstandsvorhersagesystem für die Nordseeküste Delft-FEWS BSH haben wir fachliches Neuland betreten. Seit Mai 2017 sagt das System zuverlässig die Wasserstände an der Küste vorher.

Auch die Integration eines hydrodynamischen Modellansatzes in das N-A-Modell NASIM bewährt sich in der Praxis, wie unsere Projekte in den Einzugsgebieten der Niers und der Emscher zeigen.

Im September machen wir uns auf den Weg und bieten Ihnen gleich zweimal die Gelegenheit zum persönlichen Austausch:

- *Workshop HYDRO_AS-2D in Koblenz am 6. September 2017*
- *Regionales Delft-FEWS-Anwendertreffen in Wien am 7. und 8. September 2017*

Wir freuen uns darauf, Sie dort zu treffen.

Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre.

Für das ganze Hydrotec-Team

Anne Sintic

Anne Sintic

(Leitung Öffentlichkeitsarbeit)

Potenzialstudie „Erneuerbare Energien NRW Teil 5 – Wasserkraft“ veröffentlicht

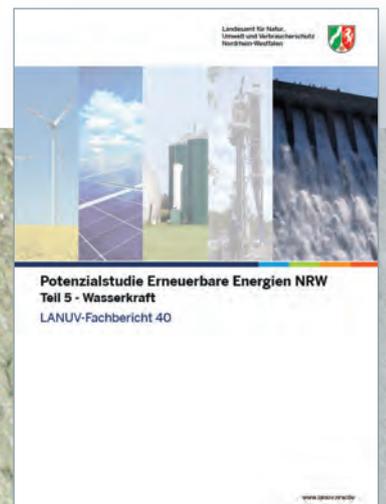
Im April 2017 veröffentlichte das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) die Potenzialstudie zur Nutzung der Wasserkraft in Nordrhein-Westfalen. Damit liegen landesweit verlässliche Daten vor, die es ermöglichen, fundierte Entscheidungen über den Ausbau der erneuerbaren Energiequelle Wasserkraft zu treffen.

Ein Projektteam bestehend aus Ingenieurbüro Floecksmühle (Projektleitung), Hydrotec und Fichtner Water & Transportation hatte die zugrunde liegenden Daten erhoben und ausgewertet. Dazu wurden die zusätzlich ausbaubaren Potenziale an bestehenden Querbauwerken und Wasserkraftanlagen (WKA) ermittelt und die Ergebnisse den Behörden auf Landesebene bis hin zur Gemeindeebene bereitgestellt. Zusätzlich wurden die Daten zur zukünftigen Darstellung im Energieatlas NRW aufbereitet.

Hydrotec bearbeitete die folgenden Aufgaben im Rahmen des Projekts:

- Auswirkung des Klimawandels auf die Wasserkraftnutzung
- Potenzialermittlung für sonstige Formen der Wasserkraft
- Aufbau einer landesweiten Datenbank zum Wasserkraft-Potenzial mit hydrologischen und gewässer-morphologischen Kennwerten
- Entwicklung von GIS-Werkzeugen zur Ermittlung des machbaren Potenzials

Sie können die Studie „Erneuerbare Energien NRW Teil 5 – Wasserkraft“ über die Internet-Seiten des LANUV erwerben bzw. kostenlos herunterladen.



LASER_AS-2D 2.0 ist verfügbar



Version 2.0 bietet eine deutlich höhere Performance beim Ausdünnen von Laserscandaten und beim Erstellen von 2D-Berechnungsnetzen. Es kann variable Rasterweiten verarbeiten und ist nutzerfreundlicher gestaltet.

Mit der Weiterentwicklung von LASER_AS-2D tragen wir den Entwicklungen in der Laserscantechnik Rechnung. Aktuelle Laserscanbefliegungen liefern für große Bereiche DGM-Daten mit einer mittleren Punktdichte von mehr als acht Punkten pro m². Mit LASER_AS-2D 2.0 können Sie solche Datensätze schnell und effizient bearbeiten. Weiterhin bietet es die Option, den Wert für die Rasterzellengröße variabel festzulegen.

Die von Dr. Nujic in LASER_AS-2D implementierten Algorithmen zum Ausdünnen von Punkten und zur Bildung von Bruchkanten blieben im Wesentlichen erhalten. In der neuen Version wurden sie programmiertechnisch neu umgesetzt und die Software nach aktuellen Standards modernisiert. Bei der Entwicklung wurde ein besonderes Augenmerk auf die Leistungsfähigkeit moderner Arbeitsplatzrechner gelegt. Die Version 2.0 ist vollständig in 64-Bit Architektur umgesetzt und unterstützt Mehrprozessorsysteme. Damit ist eine effiziente, parallelisierte Bearbeitung der Eingangsdaten möglich, die eine hohe Zeitersparnis bringt.

Die Programmstruktur wurde so geändert, dass Sie nur noch zwei ausführbare Dateien verwenden. Dies erleichtert die Nutzung auf einem Rechnersystem im Stapelbetrieb.

LASER_AS-2D 2.0 für Sie

Wartungskunden erhalten kostenlos ein Update. Registrierte Nutzer können die aktuelle Version einfach von unserer Homepage herunterladen. Wenn Sie das Modul lizenzieren oder Ihre bestehende Lizenz aktualisieren möchten, rufen Sie uns an oder schreiben Sie eine E-Mail an vertrieb@hydrotec.de

Michael Bellinghausen, Dipl.-Math. Benedikt Rothe, Dr.-Ing. Hartmut Sacher



HYDRO_AS-2D-Workshop in Koblenz am 6. September 2017



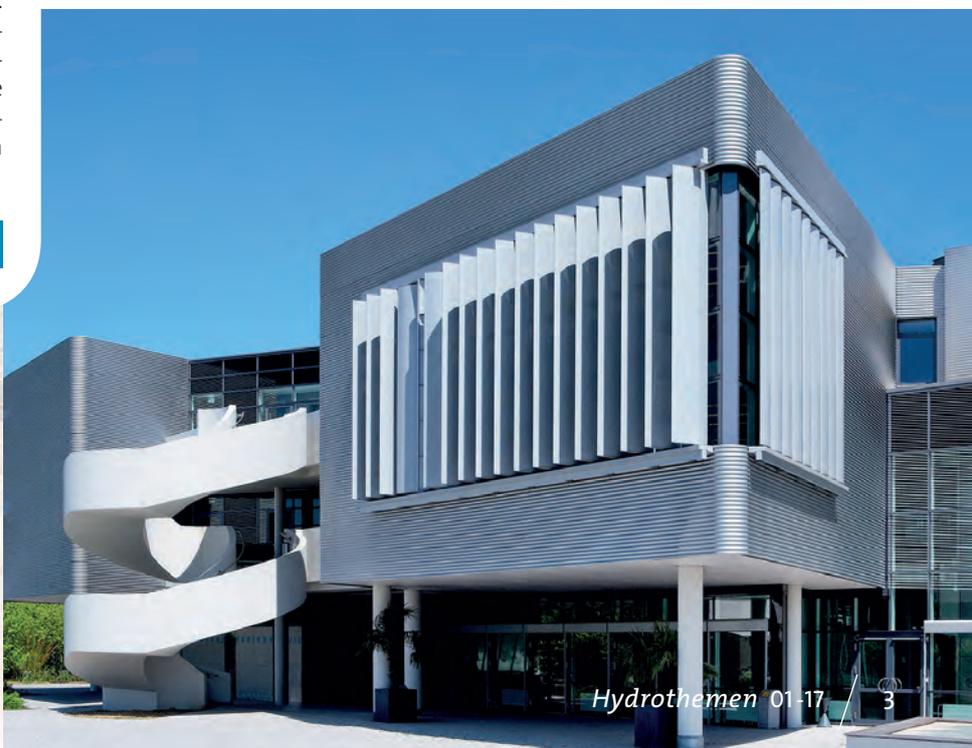
Beim HYDRO_AS-2D Anwendertreffen in München im Oktober 2016 hatten wir regionale Veranstaltungen für Anwender angekündigt. Die ersten beiden Termine fanden im März an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur in Leipzig sowie im April 2017 an der Universität für Bodenkultur in Wien statt. Die hohe Zahl der Teilnehmer bestätigt dieses Konzept.

Der nächste HYDRO_AS-2D-Workshop wird am 6. September 2017 an der Hochschule Koblenz (RheinMoselCampus) stattfinden.

Dort bieten wir fortgeschrittenen Anwendern einen Workshop an, der spezifische Aspekte der Anwendung von SMS und HYDRO_AS-2D aufgreift wie z. B. Sturzflutberechnungen, Integration von Schächten und das Zusammenfügen von Netzen.

Erfahrene Anwender leiten den Workshop an. Sie erläutern den Teilnehmern schrittweise die Vorgehensweisen und gehen dezidiert auf ihre Fragen ein.

Melden Sie sich frühzeitig an, da die Anzahl der Plätze begrenzt ist. Wir freuen uns darauf, Sie in Koblenz zu begrüßen! Informationen und Anmeldeformular erhalten Sie über unsere Homepage oder direkt über vertrieb@hydrotec.de.



Sie erreichen unsere Essener Zweigstelle ab sofort unter:



Tel.: 0241 94689-0
Fax: 0241 94689-915

Zwölf Jahre erfolgreiche Projektarbeit

Umsetzung der EG-Hochwasserrisiko-management-Richtlinie in Baden-Württemberg



Seit 2005 unterstützt Hydrotec die Wasserwirtschaftsbehörden in Baden-Württemberg bei Projekten zur Verbesserung des Hochwasserschutzes. Erste Vorhaben bearbeiteten wir im Rahmen des SAFER-Programms der EU, danach bildete die EG-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL) die Basis.

Beginnend mit einem Pilotprojekt an der Fils (Neckar-einzugsgebiet) konnte Hydrotec in vielen öffentlichen Ausschreibungen überzeugen und gewann die Aufträge für weitere große Teilbearbeitungsgebiete an den Flüssen Acher/Rench, Aich, Dreisam/Elz, Hoahrhein (Zuflüsse), Kinzig, Kocher/Lein und Rems-Seitengewässer.

Für über 11.300 km Gewässer wurden in Baden-Württemberg Hochwassergefahrenkarten, -risikokarten und -risikobewertungskarten erstellt. Sie ermöglichen für jeden Standort, die Risiken durch Hochwasser zu bewerten und auf dieser Grundlage konkrete Maßnahmen zu ergreifen.“ So lässt sich die Internetseite des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg zitieren (www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de).

Das Land Baden-Württemberg stellt seinen Bürgern die Informationen gut aufbereitet per Internet und in Broschüren zur Verfügung. Regelmäßige Veranstaltungen wie z. B. der im März 2017 vom Umweltministerium veranstaltete zweite Hochwassertag stellen die Kommunikation zwischen Behörden, Kommunen, Bürgern und Büros sicher und bieten Gelegenheit zur Diskussion fachlicher und organisatorischer Fragen.

Aktuelle Schwerpunkte liegen auf den Themen Umsetzung lokaler Maßnahmen und Starkregenvorsorge.

Plausibilisierung der Hochwassergefahrenkarten

Die erste Berechnung der Überflutungsflächen basierte auf landesweit erhobenen Befliegungsdaten aus den Jahren 2000-2004, die über den Bearbeitungszeitraum bis zur Veröffentlichung der Hochwassergefahrenkarten lokal an Aktualität verloren. Als letzte Bearbeitungsstufe bei der Erstellung der Hochwassergefahrenkarten erfolgte daher die „Plausibilisierung“. Sie hatte zum Ziel, hydraulisch relevante Änderungen am Gewässer und Aktualisierungen



der Siedlungsflächen, die während der Projektlaufzeit erfolgt waren, in die Hochwassergefahrenkarten zu übernehmen.

Dazu stellte das Land einen Meldeviewer zur Verfügung, über den die Kommunen, die Landratsämter und die zuständigen Regierungspräsidien entsprechende Aktualisierungen melden konnten.

Hydrotec erhielt im Rahmen der Plausibilisierung mehrere hundert solcher Meldungen, integrierte die Änderungen in die ursprünglichen 2D-Modelle und führte eine Neuberechnung der Überflutungsflächen durch.

Die Ablage, Datenbeschaffung, Bearbeitung und Dokumentation der vielen Meldungen erforderten große Sorgfalt. Hydrotec bearbeitete diese Aufgabe erfolgreich mit der Entwicklung einer strukturierten, standardisierten Vorgehensweise.

Dämme ertüchtigen

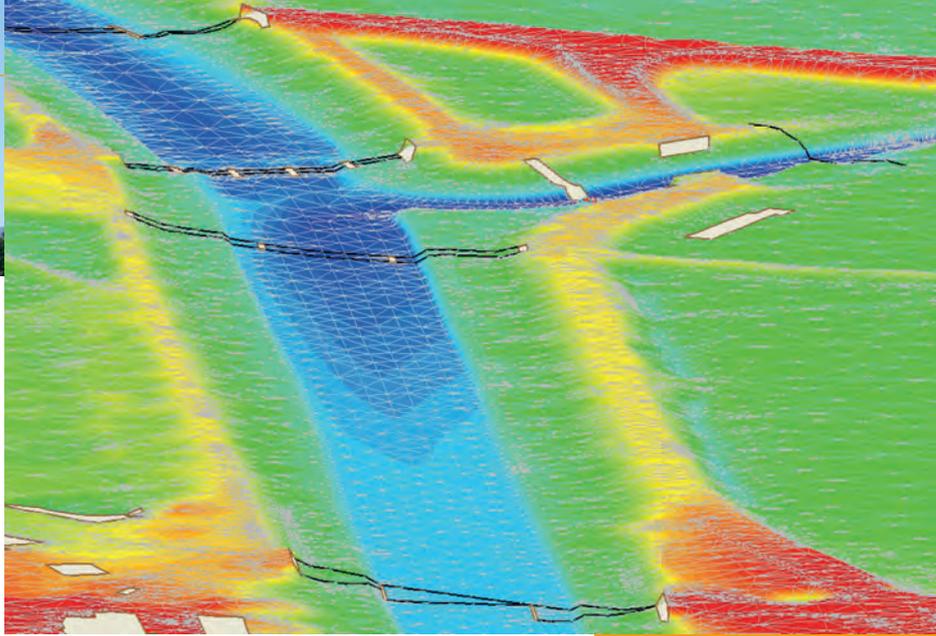
Dämme leisten einen wichtigen Beitrag, um Hochwasserrisiken zu vermindern. In Baden-Württemberg schützen rund 1.000 Kilometer landeseigene Schutzdämme Millionen Menschen und deren Eigentum vor Hochwasser. Sie werden laufend überprüft und bei Bedarf erhöht bzw. verstärkt.

Im Rahmen der Plausibilisierung war u. a. die Ertüchtigung von Dammabschnitten Gegenstand von Meldungen. Die aktualisierten Daten zu Dämmen wurden entsprechend von uns in das jeweilige 2D-Modell integriert.

Die sich anschließende Modellierung zeigte häufig, dass durch diese Maßnahmen die Überströmung der Dämme bei HQ₁₀₀ verhindert wird, bzw. ein bestehendes Freiborddefizit behoben wurde. Im Vergleich zu den Überflutungsflächen vor Berücksichtigung der Dammertüchtigungen sind die aktuellen Flächen hinter den Dämmen deutlich verkleinert, bzw. es sind geschützte Gebiete entstanden.

2D-Softwareprodukte wachsen mit ihren Aufgaben

Im Lauf der Bearbeitungszeit entwickelte Hydrotec die Softwareprodukte zur 2D-Modellierung kontinuierlich weiter, um den hohen Anforderungen in puncto Datenaufbereitung, Abgabestandard und Termineinhaltung gerecht zu werden.



- HYDRO_AS-2D erhielt einen optimierten Rechenkern, der zu deutlich kürzeren Rechenzeiten führt.
- Für die Daten- und Qualitätskontrollen wurden neue Methoden entwickelt und Verfahren festgelegt.
- LASER_AS-2D entwickelten wir in Abstimmung mit dem Land Baden-Württemberg weiter. Die Version 2.0 ist in der Lage, Laserscandaten mit einer hohen Dichte von z. B. 8 Punkten/m² performant auszudünnen.

Starkregenvorsorge – hohe Priorität in Baden-Württemberg

Viele Gemeinden in Baden-Württemberg waren in den vergangenen Jahren von Starkregen und Sturzfluten betroffen. Die Landesregierung hat den Handlungsbedarf erkannt und setzt hier einen deutlichen Schwerpunkt. Der von ihr herausgegebene Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ stellt den Kommunen ein einheitliches Verfahren zur Verfügung, um Gefahren und Risiken zu analysieren und kommunale Handlungskonzepte zu entwickeln.

Ein wichtiges Werkzeug ist die kommunale Starkregengefahrenkarte. Sie basiert auf 2D-Modellierungen und kann für drei Oberflächenabflusszenarien die Überflutungsausdehnungen, -tiefen und die Fließgeschwindigkeiten darstellen.

Ausgehend von diesen Informationen sind die Kommunen in der Lage, eine Risikoanalyse durchzuführen. Das auf dieser Analyse basierende kommunale Handlungskonzept bindet alle Akteure und Betroffenen ein. Die darin festgelegten Maßnahmen sollen wesentlich dazu beitragen, zukünftig Schäden durch Starkregen zu verringern.

Städte und Gemeinden erhalten für die Starkregenvorsorge vom Land eine 70%ige Förderung auf die zu vergebenden Leistungen, wenn die Vorgaben des Leitfadens berücksichtigt werden.

2D-Modellierungen für lokale Projekte

Neue Bauprojekte oder Maßnahmen auf kommunaler Ebene machen häufig ergänzende oder aktualisierende 2D-Modellrechnungen von Fließgewässern erforderlich. Hydrotec verfügt aus der Bearbeitung der Teilbearbeitungsgebiete der HWGK über gute Kenntnisse der Region und kann vorhandene Modelldaten effizient für solche Aufgabenstellungen nutzen.

Ein Beispiel ist die Aktualisierung der Hochwassergefahrenkarte in Wutöschingen an der Wutach. In einem Bereich des Gewerbegebiets war das Gelände

im Zuge von Tiefbaumaßnahmen und durch den Bau eines Radwegs so verändert worden, dass die berechneten Überflutungsflächen nicht mehr dem aktuellen Geländeverlauf entsprachen.

Im Auftrag der Gemeinde untersuchte Hydrotec die Auswirkungen der Baumaßnahmen auf die Überflutungsflächen der Wutach bei einem HQ₁₀₀. Mit zusätzlichen Variantenrechnungen wurde geprüft, ob bestimmte Maßnahmen zu einer Verkleinerung der Überflutungsflächen führen können. In Variante 1 war das der Verschluss einer Entwässerungsmulde, in Variante 2 die Erhöhung des Damms im Erweiterungsbereich des Gewerbegebiets entlang der Wutach.

Die 2D-Modellierung ermöglicht genaue Aussagen über die Wirkung von Maßnahmenplanungen auf die Überflutungsfläche sowie über evtl. verloren gehende oder gewonnene Retentionsvolumina in den durchgeführten Variantenrechnungen.

Ziel ist es, die Hochwassergefahrenkarten im Rahmen von anlassbezogener oder gebietsweiser Fortschreibung an die neuen lokalen Gegebenheiten anzupassen.

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

Fließgewässer lassen sich mit HYDRO_AS-2D und SMS leicht abbilden und zuverlässig modellieren. Hier ein Berechnungsnetz mit Einmündung, Dämmen und Querbauwerken.

HYDRO_AS-2D – das Werkzeug für Starkregenmodellierungen für Baden-Württemberg

Hydrotec passt HYDRO_AS-2D an die Anforderungen aus Baden-Württemberg an, sodass es unkompliziert konform zu den Anforderungen des Leitfadens des Landes einsetzbar ist.

HYDRO_AS-2D bietet den Vorteil, dass es die numerischen Gleichungen des Fließvorgangs vollständig löst. Gerade bei hochdynamischen, schnellen Fließvorgängen gewährleistet dieser Ansatz, dass die Überflutungstiefen korrekt berechnet werden.

Kommunale Konzepte gegen urbane Sturzfluten

Starkregen mit geeigneten Mitteln begegnen

In Grevenbroich kam es in den letzten zehn Jahren zu mindestens vier Starkregenereignissen mit Sturzfluten (September 2008, Juni 2011, September 2014, Juli 2016). Sie überschwemmten Straßenzüge, setzten Keller und Unterführungen unter Wasser und richteten dadurch erhebliche Schäden an der Infrastruktur der Stadt an.

Die regelgerecht dimensionierten Kanalsysteme der Stadt würden niemals in der Lage sein, solche Niederschlagsmengen (ca. 60 l/m² innerhalb von 15 Minuten) aufzunehmen und schadfrei abzuleiten. Uwe Bors, Prokurist der Wirtschaftsbetriebe Grevenbroich GmbH, erkannte dies und veranlasste weitergehende Untersuchungen und Maßnahmen zum Schutz vor Starkregen.

Hydrotec überzeugte die Stadt mit dem speziell für die Analyse von Starkregen entwickelten Stufenkonzept und erhielt im Oktober 2015 den Auftrag für eine ganzheitliche Untersuchung. Ziel war es, die Gefährdung des gesamten Stadtgebiets und der zugehörigen Ortslagen zu ermitteln und Schutzmaßnahmen zu konzipieren.

Grundlagendaten digital und vor Ort ermitteln

Zuerst prüften wir die Grundlagendaten eingehend. Dazu wurden digitale Daten ausgewertet, wie das DGM (Digitales Geländemodell), ALKIS-Daten (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem), Kanalnetzdaten mit Schächten und Regeneinläufen sowie das Straßenkataster.

Digitale Daten allein geben kein umfassendes Bild, deshalb machten wir uns zusätzlich mit Begehungen ein Bild von der Lage vor Ort und dokumentierten Auffälligkeiten. Interviews mit Gemeindemitarbeitern, Feuerwehrleuten und Anwohnern lieferten oft wertvolle Hinweise für die spätere Modellierung. Auch historische Dokumente über frühere Hochwasserereignisse wurden ausgewertet.

GIS-Analyse der Topografie

Das DGM liefert bereits viele Informationen. Zunächst untersuchten wir die Höhenverteilung, die Schummierung und die Gefälleverhältnisse auf dem Stadtgebiet. Anhand von GIS-Analysen wurden Senken und Fließwege berechnet. Daraus ließen sich bereits potenziell gefährdete Bereiche im Gemeindegebiet ermitteln.

Für die Modellierung der hochdynamischen Fließprozesse, wie sie bei Starkregen auftreten, reichen diese einfachen GIS-Analysen jedoch nicht aus. Sie sind nur eine Vorstufe, die erste Erkenntnisse über Gefahrenbereiche liefern.

Hydraulische 2D-Simulation (2D-Screening-Modell)

Mit einer hydraulischen 2D-Modellierung des Gebiets lassen sich dynamische Fließvorgänge sehr gut berechnen. So erhält man schon belastbare Informationen für die Maßnahmenplanung.

Das Berechnungsnetz für die 2D-Grobanalyse von Grevenbroich (Screening-Modell) basierte auf dem ursprünglichen DGM, das im 5 x 5 m-Raster vorlag. Das erhöht die Genauigkeit der Berechnungsergebnisse, führt aber auch zu sehr großen Datensätzen. Zur besseren Handhabbarkeit wurde das Gebiet aufgeteilt in ein Nord- und ein Südmodell. Sie waren mit Netzgrößen von 1,6 bzw. 2,5 Mio. Knoten modellierungstechnisch gut zu bearbeiten.

Die Niederschlagsbelastung erfolgte mit vorher berechneten Effektivniederschlägen. Diese wurden in Abhängigkeit von der Nutzung aus KOSTRA-Daten abgeleitet.

Bei Starkregen kommt es häufig zu Überstau im Kanalnetz. Dies ist bei der 2D-Modellierung zu berücksichtigen. Mit Kanalnetzsimulationen wurden die Schächte ermittelt, an denen bei Starkregenereignissen Wasser austritt, und welche Überlaufmengen zu erwarten sind. Die daraus resultierenden Zeitreihen gehen als Quellen in das 2D-Modell ein.

Starkregengefahrenkarten informieren umfassend

Das Ergebnis der beschriebenen Analysen und 2D-Modellierungen wird in Starkregengefahrenkarten zusammenfassend und übersichtlich dargestellt. Gegliedert nach Ortsteilen enthalten die Karten die berechneten Senken, die Kanalüberstaupunkte sowie die zu erwartenden Fließwege und Wassertiefen, die bei einem 100-jährlichen Niederschlagsereignis auftreten können.

Eine Analyse-Matrix der Gefahrenbereiche nach Anzahl der betroffenen Gebäude und Wassertiefen macht deutlich, an welchen Stellen der größte Handlungsbedarf besteht.

In den vergangenen Jahren richteten urbane Sturzfluten in zahlreichen Städten in NRW erhebliche Schäden an. Betroffen war auch das im Städtedreieck Düsseldorf-Köln-Mönchengladbach gelegene Grevenbroich mit ca. 64.000 Einwohnern. Hydrotec analysierte die Gefährdung des ca. 100 km² großen Stadtgebiets mit GIS-Werkzeugen und 2D-Modellen und überprüfte mögliche Vorsorgemaßnahmen.



Feinmodell: Detaillierte 2D-Simulation besonders gefährdeter Bereiche

Zwei nach diesen Berechnungen und auch nach dem Ereignis im Juli 2016 besonders stark betroffene Ortsteile waren mit einer detaillierten 2D-Simulation eingehender zu betrachten.

Ein detailliertes Berechnungsnetz (Elementgröße $\geq 1 \text{ m}^2$) bildet die zusammenhängend bebauten Bereiche von ca. 3 km^2 ab. Der das Gebiet durchfließende Elsbach wurde mit einem detaillierten Flussnetzmodell (Elementgröße ca. $0,3 \text{ m}^2$) in das Netz integriert.

Auch die Niederschlagsbelastung erfolgt im Feinmodell differenzierter als im 2D-Screening-Modell, indem es die Effektivniederschläge abhängig von der Landnutzung und den Haltungsflächen berechnet.

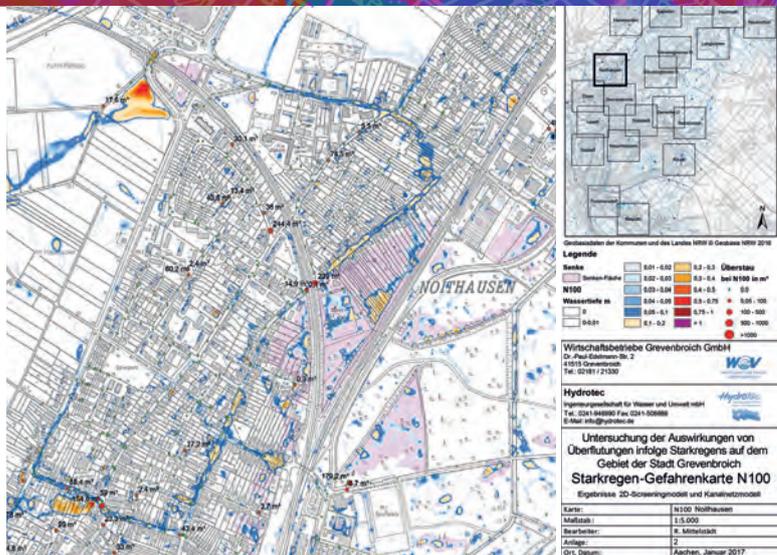
Die befestigten, kanalisierten Flächen wurden nicht belastet, da die Niederschlagsbelastung bereits im Kanalnetzmodell (HYSTEM-EXTRAN) berücksichtigt wurde. Ersatzweise werden an überstauenden Kanalschächten Überstauganglinien als Quellterme angesetzt. Diese stammen aus der Kanalnetzsimulation und werden aus einer programminternen Datenbank ausgelesen.

Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs

Aus den Ergebnissen der 2D-Modellierung werden für die Risikobereiche geeignete Maßnahmen abgeleitet. Dabei sind die Aspekte Bestandsschutz, Gefährdung, Kosten-Nutzen, Realisierungsmöglichkeiten etc. zu beachten.

Der Katalog sieht eine Kombination aus folgenden Maßnahmentypen vor:

- Minderung der Hochwasserabflüsse (beispielsweise Rückhaltebecken oder geeignete Mulden, Verbesserung des Gebietsrückhalts, Entsiegelung, Versickerung)
- Verbesserung der Hochwasserableitung (beispielsweise Kanalnetzausbau, Notwasserwege, Gewässerausbau, Beseitigung von Engpässen)
- Schutz vor Schäden (Objektschutz, Verlagerung von gefährdeten Nutzungen)
- flankierende Maßnahmen (Flächenvorsorge, Bauvorsorge, Warnung etc.)



Oben: Starkregengefahrenkarten informieren umfassend. Sie enthalten die zu erwartenden Fließwege und Wassertiefen sowie die Kanalüberstauungspunkte bei Starkniederschlägen mit bestimmten Jährlichkeiten.

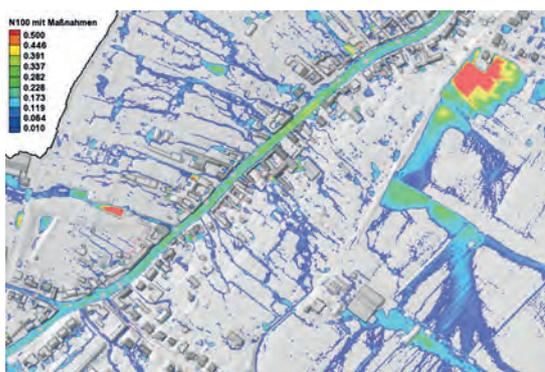
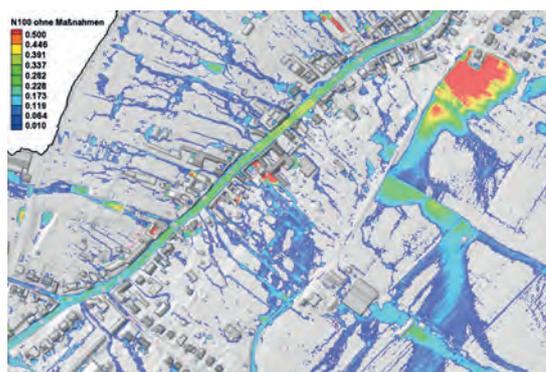


Mitte: Mit dem Feinmodell berechnet Hydrotec die Fließwege besonders stark betroffener Bereiche detailliert nach. So lassen sich weitere Erkenntnisse zur Gefährdung gewinnen.

Rückhaltungen auf der Oberfläche und die Veränderung von Abflusswegen auf der Oberfläche oder den beteiligten Gewässern werden mithilfe von Variantenrechnungen mit HYDRO_AS-2D überprüft.

Auf Grundlage der Ergebnisse dieser Untersuchung können Gefahren und Risiken konkret benannt werden und die Stadt ist in der Lage, Defizite und Handlungsbedarf zu erkennen und in Absprache mit den betroffenen Anwohnern wirkungsvolle Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Dipl.-Ing. Robert Mittelstädt



Vergleichsrechnungen zeigen die Wirksamkeit von Vorsorgemaßnahmen im Stadtgebiet. Hier die auftretenden Fließtiefen bei einem hundertjährigen Niederschlagsereignis links ohne, rechts mit einem ersten Maßnahmenkonzept.

Delft-FEWS Decision Support System

Wasserstandsvorhersage für die deutsche Nordsee

Im Auftrag des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) haben Hydrotec und Deltares ein neues Entscheidungshilfesystem zur Vorhersage des Wasserstands an der deutschen Nordseeküste aufgesetzt: Delft-FEWS-BSH. Nach eineinhalbjähriger Projektphase wurde das System im Frühling 2017 produktiv geschaltet. Den Mitarbeitern des BSH steht damit ein modernes, flexibles Bearbeitungs- und Visualisierungswerkzeug zur Verfügung, mit dem sie aus einer Vielzahl von Eingangsdaten die Vorhersagehöhen zuverlässig bestimmen und Informationen zielgruppenorientiert verteilen können.

Die Wasserstandsvorhersagedienste für die Nord- und Ostsee dienen der Sicherheit und Leichtigkeit der Seeschifffahrt und dem Schutz von Leben und Werten an der deutschen Küste. Sie müssen daher sehr zuverlässig funktionieren und eng mit anderen nationalen und internationalen Diensten vernetzt sein.

Das neue System Delft-FEWS-BSH verarbeitet Eingangsdaten aus vielfältigen Quellen. Es werden Wasserstandsdaten vieler Tidepegel entlang der Küste sowie Wetterbeobachtungs- und -vorhersagedaten (Wind und Temperatur, Luftdruck, etc.) verknüpft und dargestellt. Eine weitere wesentliche Funktionalität ist die gebündelte Weiterverarbeitung von Ergebnissen numerischer und statistischer Wasserstandsvorhersageverfahren.

So erstellt der diensthabende Wissenschaftler viermal täglich zunächst eine Vorhersage der Scheitelwerte der nächsten vier Ereignisse (Hoch- und Niedrigwasserhöhen und -zeiten). Die relevanten Informationen sind übersichtlich und leicht erfassbar in Karten und Diagrammen dargestellt.

Durch die umfassende Unterstützung des Systems kann der Benutzer zielgerichtet und in angemessener Zeit die Wasserstandsvorhersagen erstellen. Das System generiert dann die offiziellen Vorhersagetexte und ggf. Warntexte für unterschiedliche Empfänger. Die erstellten Berichte und Warnungen werden den Empfängern dann per E-Mail, Fax oder ftp-Server zur Verfügung gestellt.

Delft FEWS überzeugt

Das BSH entschied sich für ein System auf Basis von Delft-FEWS, weil die erforderlichen Grundfunktionalitäten und Systemkomponenten darin direkt verfügbar sind. Dadurch ließen sich Zeit und Kosten für die Systementwicklung einsparen.

Ergänzend wurde Delft-FEWS von Hydrotec bzw. Deltares um zusätzlich vom Kunden benötigte Funktionalitäten erweitert.

Neuland Gezeitemsystem

Mit dem Gezeitemsystem hat sich Hydrotec ein fachlich neues und anspruchsvolles Tätigkeitsfeld erschlossen, da Hydrotec bisher ausschließlich für Binnengewässer Delft-FEWS-Systeme aufgesetzt und betreut hat.

Dazu war es erforderlich, sich in die bei der BSH verwendeten numerischen und statistischen Vorhersagemethoden sowie in die dort entwickelten Arbeitsprozesse und Ordnungsmerkmale einzuarbeiten und küstenrelevante Parameter wie z. B. die Gezeitemvorausberechnungen des BSH und Windstau (siehe Kästen) in das Delft-FEWS-System zu integrieren.

Durch die intensive Kommunikation mit dem BSH und die Zusammenarbeit mit Deltares im Projektteam konnte unser Delft-FEWS-Team diese Herausforderung erfolgreich meistern.

Mehr Flexibilität und Entlastung

Nach erfolgreich absolvierter Testphase setzt das BSH seit Mai 2017 Delft-FEWS-BSH für die operative Wasserstandsvorhersage ein. Verglichen mit dem Vorgängersystem bietet es zahlreiche Verbesserungen. Die Anwender erhalten mehr Kontrolle über die Daten und können bei Bedarf unkompliziert und schnell eingreifen. Gleichzeitig wurden Arbeitsprozesse wie das Erstellen von Meldungen so weit wie möglich automatisiert, sodass die Mitarbeiter des BSH deutlich entlastet werden.

Stabiles, fehlerresistentes System

Sicherheit spielte bei der Systementwicklung eine große Rolle. Das jetzt umgesetzte Konzept gewährleistet einen stabilen und fehlerresistenten Software-Betrieb.

Durch eine automatisierte Überwachung der Eingangsdaten ist sichergestellt, dass der Datenfluss reibungslos funktioniert. Gleichzeitig besitzt das System eine größtmögliche Datenunabhängigkeit, sodass Vorhersagen auch dann erstellt werden können, falls eine Datenquelle nicht zur Verfügung stehen sollte.



Das Vorhersagesystem wird ständig gepflegt und weiterentwickelt. Dazu wurde es ausbaufähig konzipiert, um neue Methoden, Messstellen etc. einfach integrieren zu können. Neuerungen durchlaufen zunächst den Entwicklungs- und Testbetrieb, bevor sie im Produkt-System eingesetzt werden.

Verbesserte Vorhersagequalität

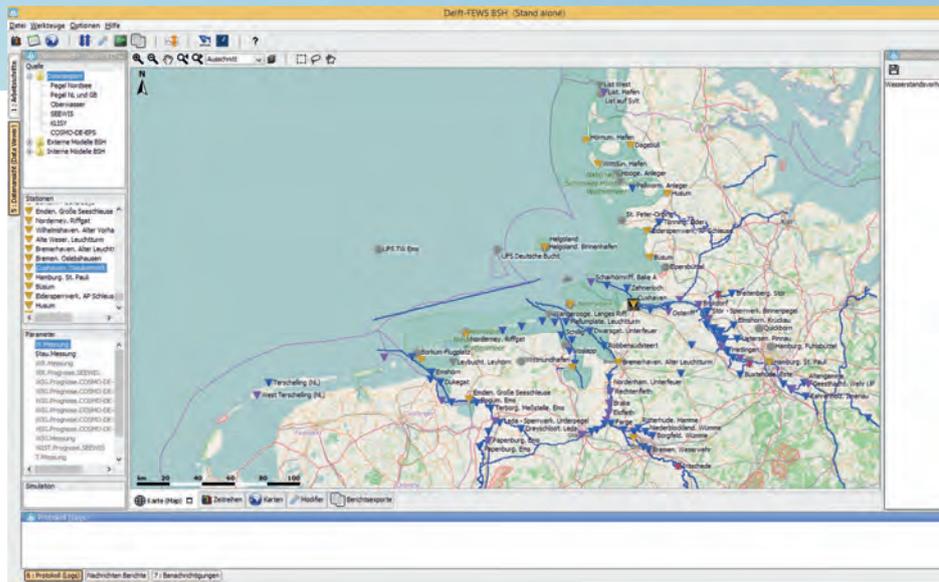
Die in Delft-FEWS-BSH verwendeten Algorithmen werten viele verschiedene Datenquellen aus, wie z. B. numerische Modelle und nachgeschaltete statistische Verfahren (MOS). Dadurch wird das Potenzial des automatischen MOS-Verfahrens (siehe Kasten) optimal für die manuelle Vorhersage ausgenutzt.

Die der turnusmäßigen manuellen Vorhersage zugrundeliegenden Daten werden viertelstündlich aktualisiert, um plötzliche Änderungen besser berücksichtigen und rechtzeitig reagieren zu können. Statt reiner Scheitelwertvorhersagen ist nun auch für den menschlichen Bearbeiter die Auswertung der gesamten Wasserstandskurven möglich.

Die Vorhersagequalität wurde insgesamt verbessert und erweitert. In Zukunft besteht durch das Entscheidungshilfesystem die Möglichkeit, den Vorhersagezeitraum und deren Detailliertheit noch wesentlich zu erweitern.

Nutzerfreundlich gestaltete Software

Das Vorhersagesystem sollte die Aufgabenteilung der Mitarbeiter beim BSH widerspiegeln und diese unterstützen.



Daher entwickelten wir eine zielgruppenorientierte Oberfläche, die sich an den Arbeitsbereichen und Berechtigungen des einzelnen Nutzers orientiert.

Jedem Anwender steht dadurch ein flexibles Bearbeitungs- und Visualisierungswerkzeug zur Verfügung, das er zur Aufbereitung und Bearbeitung von Vorhersagedaten sowie als Entscheidungshilfe nutzen kann.

Dr.-Ing. Oliver Buchholz,
Tim Ochterbeck, M.Sc.

Mit Delft-FEWS BSH erhalten die Anwender eine komfortable Arbeitsumgebung, mit vielen Möglichkeiten der Visualisierung und der Prozesssteuerung.

Windstau / Stau

Die Windverhältnisse in der Deutschen Bucht haben einen entscheidenden Einfluss auf die Wasserstände an der Nordseeküste. Deshalb ist die Integration der Windvorhersage und die Berechnung des Windstaus eine wesentliche Aufgabe von Delft-FEWS-BSH.

Lang anhaltender aufländiger Wind bremst die Strömung des Meerwassers bei Ebbe und schiebt sie bei Flut an. Ablandige Winde bewirken das Gegenteil. Dieser Effekt tritt besonders in Flachwassergebieten wie im Wattenmeer auf.

Der durch den Einfluss des Windes entstehende Unterschied zwischen dem rein astronomisch bedingten Anteil am Wasserstand (Gezeiten) und der tatsächlich eintretenden Tide wird Windstau genannt. Der Windstau überlagert die astronomische Tide und erhöht bzw. verringert die Wasserstände deutlich. Maßgebende Berechnungsgrößen sind u. a. Geschwindigkeit, Richtung und Dauer des Windes.

Vorhersage mit MOS

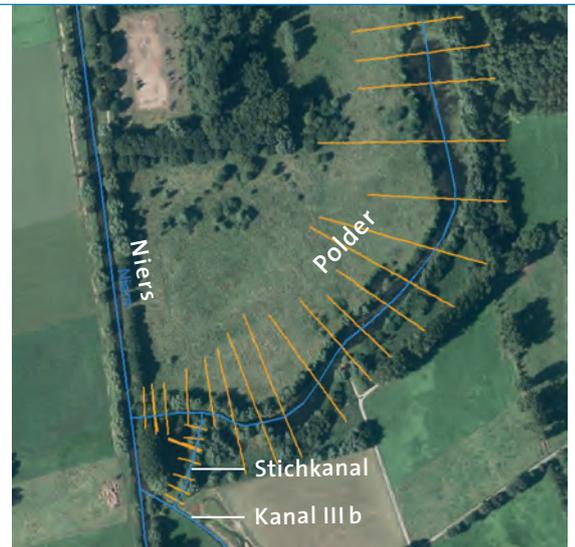
Model Output Statistics (MOS) ist ein statistisches Verfahren in der modernen Wettervorhersage, das vor allem als Werkzeug in der lokalen Wetterprognose eingesetzt wird.

Für die automatischen Tidepegelvorhersagen des BSH wird ein umfangreiches MOS-Verfahren genutzt. Dabei werden die Gezeiten, aktuelle Messdaten und Ergebnisse numerischer Modelle (Wettervorhersage und nachgeschaltete Wasserstandsmodelle) verknüpft. Die Ergebnisse der MOS-Berechnungen des BSH werden in Delft-FEWS importiert und bei der Erstellung einer Vorhersage weiterverarbeitet.

Modellierung von Rückstau, Fließrichtungswechsel und Abflussaufteilung

NASIM mit integrierter hydrodynamischer Berechnung

NASIM verfügt ab der Version 4.5 über die Möglichkeit, den Wellenablauf in Transportelementen mit einem hydrodynamischen Rechenansatz zu simulieren. Mit einer Pilotstudie im Einzugsgebiet der Niers haben wir diese Funktionalität eingesetzt und getestet. **Ergebnis: Der hydrodynamische Ansatz berechnet plausible Abflüsse für komplexe Systeme, in denen Rückstau oder Fließumkehr auftreten. Auch Gewässeraufteilungen lassen sich damit adäquat abbilden.**



Untersuchte Aspekte:

- Abflüsse an zwei Pegeln der Niers
- Rückstau in die Nebengewässer und teilweise Fließumkehr

Der Simulationszeitraum betrug drei Jahre (2008 – 2011).

Ergebnis: Mit dem hydrodynamischen Rechenkern modelliert das Modell Rückstauereffekte und Fließumkehr im Gewässer. In Abflusssituationen ohne Rückstau berechnet NASIM mit HDR und nach dem Kalinin-Miljukov-Verfahren vergleichbare Ergebnisse.

Aspekt 2: Abflussaufteilung und Polderzu- und abfluss

Hier war ein komplexes hydrodynamisches System abzubilden. In die Niers mündet das Nebengewässer „Zweigkanal“ (Kanal IIIb). Kurz hinter der Einmündung ist ein Polder an die Niers angeschlossen. Der Zweigkanal und der Zulauf zum Polder sind wiederum mit einem Stichkanal miteinander verbunden.

Das Wasserspiegel- bzw. Energieliniengefälle bestimmt die Fließrichtung zwischen diesen Elementen. Die Fließrichtung zwischen dem Hauptgewässer und dem Polder sowie dem Nebengewässer und dem Polder ist jeweils variabel.

Eingangsdaten für NASIM HDR aus 1D-Modell Jabron

Das NASIM-Modell wurde durch Einsetzen weiterer Transportelemente für Fließstrecken und Abzweige ergänzt, um die Poldersituation darzustellen.

Zur Abbildung des ungesteuerten Polders im Mündungsbereich des Zweigkanals (Kanal IIIb) in die Niers in NASIM HDR dient ein Jabron-Modell Datensatz. Er beinhaltet:

- Vermessungsdaten (Messpunkte) an der festen Schwelle des Polderauslaufs in die Niers
- Jabron-Profile aus Vermessungsdaten und Planunterlagen für den Stichkanal mit Spundwand zwischen Zweigkanal und Polder
- Profile im Polder wurden aus dem DGM so angelegt, dass die Speicherinhaltskurve erfasst ist.

Aus diesen Daten wurde zur Berechnung mit NASIM HDR eine Eingabe-Datei erzeugt, die die Überleitungsabflüsse enthält.

Hydrodynamischer Modellansatz erweitert N-A-Modell

Hydrotec hat NASIM um einen hydrodynamischen Modellansatz ergänzt, mit dem Hydrologen dynamische Fließverhältnisse wie Rückstau oder Fließumkehr innerhalb eines N-A-Modells abbilden können. Bei Hochwasser sind genau diese Prozesse häufig ausschlaggebend für die Abflussretention.

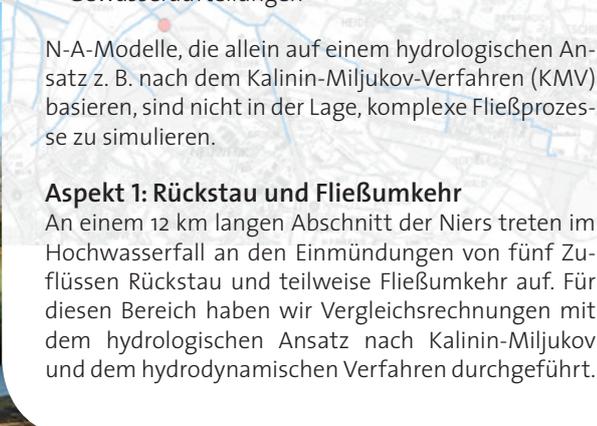
Folgende Situationen lassen sich mit dem hydrodynamischen Ansatz (NASIM HDR) modellieren:

- Rückstau in flachen Gewässern und Mündungsbereichen
- Druckabfluss in Kanälen/Verrohrungen
- Rückstau aus Speichern (HRB, Talsperren)
- Gewässeraufteilungen

N-A-Modelle, die allein auf einem hydrologischen Ansatz z. B. nach dem Kalinin-Miljukov-Verfahren (KMV) basieren, sind nicht in der Lage, komplexe Fließprozesse zu simulieren.

Aspekt 1: Rückstau und Fließumkehr

An einem 12 km langen Abschnitt der Niers treten im Hochwasserfall an den Einmündungen von fünf Zuflüssen Rückstau und teilweise Fließumkehr auf. Für diesen Bereich haben wir Vergleichsrechnungen mit dem hydrologischen Ansatz nach Kalinin-Miljukov und dem hydrodynamischen Verfahren durchgeführt.



Vergleich NASIM HDR/NASIM Kalinin-Miljukov

Welche Abflüsse berechnet NASIM HDR in diesem komplexen Abflusssystem und wie schneidet der hydrologische Ansatz dabei ab?

Dazu führten wir vergleichende Rechenläufe für den Zeitraum 01.11.2008 bis 01.11.2011 durch. In diese Zeitspanne fallen je ein Hochwasserereignis in der Niers (01.09.2010) und im Zuflussgewässer Kanal IIIb (09.07.2009). In beiden Fällen strömt Wasser in den Polder und fließt von dort wieder in die Niers ab.

Abflussaufteilung bei Hochwasser

Das Diagramm 1 zeigt, wieviel Wasser nach NASIM HDR an der Aufteilungsstelle des Kanals IIIb im Verlauf eines Hochwasserereignisses in den Polder fließt (rote Linie). Im Anstieg der Welle, wenn der Polder noch weitestgehend leer ist, kann auch bei geringen Zuflussmengen relativ viel Wasser in den Polder fließen. Im weiteren Verlauf des Hochwasserereignisses ändert sich die Aufteilung des Wassers abhängig von den Wasserspiegeldifferenzen kontinuierlich. Wesentlich ist, dass diese Aufteilung während der Simulation berechnet wird und bei jedem Ereignis anders aussehen wird.

Im Vergleich dazu kann das Abflussverhalten mit den bisher in NASIM verfügbaren Aufteilungsmöglichkeiten – wie der prozentualen Aufteilung (grüne Linie) oder der Aufteilungsfunktion mit vorgegebenen Stützstellen (blaue Linie) – nur unzureichend abgebildet werden.

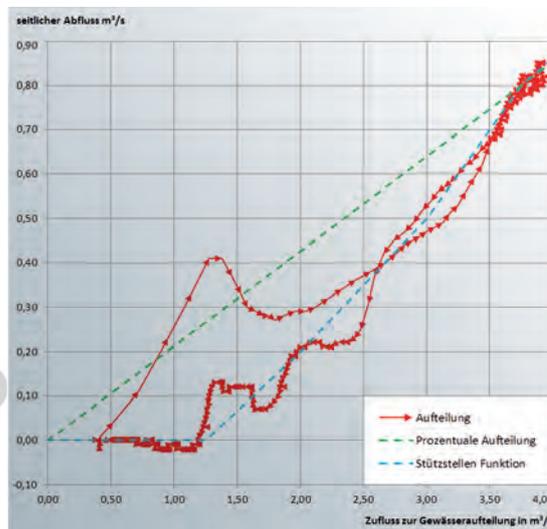


Diagramm 1:
Hydrodynamische Berechnung
einer Gewässeraufteilung,
Hochwasserereignis

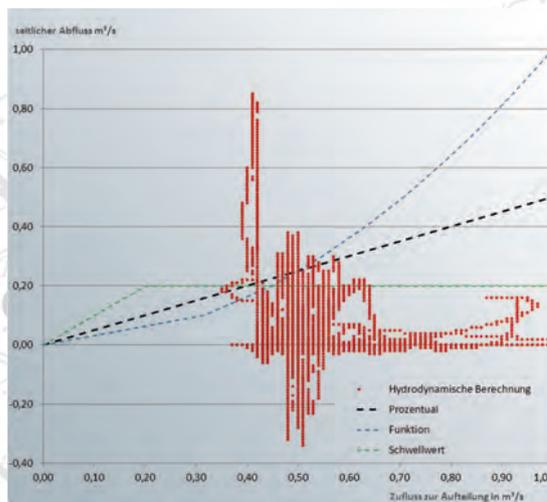


Diagramm 2:
Hydrodynamische Berechnung
einer Gewässeraufteilung,
Niedrig-/Mittelwasser

Abflussaufteilung bei Niedrigwasser/Mittelwasser

Aufgrund der Dynamik ist keine eindeutige Zuordnung zwischen Zufluss im Kanal und seitlichem Abfluss möglich. Deshalb treffen vorab definierte Aufteilungen für die meisten Fälle nicht zu.

Die hydrodynamische Modellierung (Diagramm 2, rote Punkte) spiegelt die Abhängigkeit zwischen Abflüssen und Wasserspiegeldifferenzen wider, indem sie zu einem Zufluss verschiedene seitliche Abflüsse berechnen kann. Rückfluss aus dem Polder bzw. aus dem Hauptgewässer wird als negativer Wert abgebildet.

Mit dem Kalinin-Miljukov-Ansatz (schwarze, grüne bzw. blaue Kurve) unter Verwendung der fixen Aufteilungsmöglichkeiten (prozentual, Schwellwert, Funktion) wird keine passende Abbildung des Fließverhaltens erreicht.

Hydrodynamische Modellierung nutzerfreundlich umgesetzt

Der hydrodynamische Rechenkern ist in der aktuellen NASIM-Version (4.5) als alternative Berechnungsmethode in NASIM integriert. Teile des NASIM-Systemplans, für die dynamische Rückstauereffekte relevant sind, können hydrodynamisch berechnet werden, wobei für das restliche Modell wie bisher der hydrologische Ansatz gilt. Das Modell eignet sich auch für geschlossene Profile und Kanäle.

M.A. Geogr. Manfred Dorp, Dr. rer. nat. Eva Loch,
Dipl.-Math. Benedikt Rothe



Modellansatz NASIM HDR

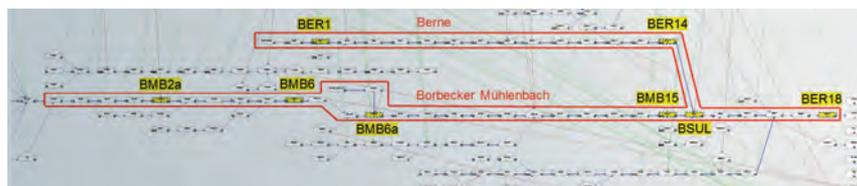
- 1D-hydrodynamische Berechnungsmethode für die Wellenausbreitung in Fließgewässern gekoppelt mit NASIM
- Basis: diffuse Wellenapproximation
- Transformation von Profildaten in 1D-Größen
- Instationäre Berechnung der Wasserspiegellagen nach DVWK 220

Vorbereitung auf ökologische Umgestaltungen
im Emschersystem

Berne mit NASIM hydrodynamisch modelliert

Im Rahmen des Projekts Emscherumbau wird ab 2019 die ökologische Verbesserung der Berne beginnen. Abwasser und Reinwasser fließen dann in voneinander getrennten Systemen und die heute geradlinig ausgebauten offenen Gewässerabschnitte werden in naturnahe Fließgewässer umgestaltet.

Zur Begleitung der Planungen erstellte Hydrotec hydrologische Modellierungen mit einem integrierten hydrodynamischen Rechenkern, um das komplexe System adäquat abzubilden. Die Simulationen dienen zur Überprüfung des Hochwasserschutzes, insbesondere der Analyse von Rückstauwirkungen von der Emscher in die Berne und von der Berne in ihre Nebenläufe. Zusätzlich sollte die Retentionswirkung des umgestalteten Gewässers ermittelt werden.



Ausschnitt des NASIM-Systemplans mit hydrodynamischen Bereichen (rot umrandet) und den untersuchten Systemelementen (gelb markiert)

Komplexes hydraulisches System

Die Berne ist ein linker Nebenfluss der Emscher mit einer Fließlänge von ca. 9 km. Sie entspringt im Essener Südviertel und unterquert verrohrt die Essener Innenstadt. Danach fließt sie als offener Schmutzwasserlauf weiter und mündet in Bottrop in die Emscher.

Mit ihren vielen Einleitungen, Durchlässen, Verrohrungen, Rückhaltesystemen, etc. bildet die Berne ein komplexes System, in dem instationäre Fließvorgänge auftreten können.

Im Auftrag der EmscherGenossenschaft wurden die Berne und ihr Hauptzufluss, der Borbecker Mühlenbach, in NASIM hydrodynamisch abgebildet. Dabei wird u. a. die Retentionswirkung der umgebauten Gewässerstrecken für verschiedene Abflüsse (HQ1 bis HQ100) detailliert untersucht.

Hydrologische Modellierung der Retention

NASIM beinhaltet seit Version 4.5 die hydrodynamische Berechnungskomponente „HDR“ (hydrodynamischer Rechenkern), die zur Modellierung entsprechender Abflussverhältnisse eingesetzt werden kann (s. S. 10/11).

Dadurch lässt sich der hydraulische Einfluss der Gewässer-geometrie (Einengung, Aufweitungen) und der im Hauptlauf befindlichen Bauwerke (Durchlässe, Brücken, Drosselbauwerke) berücksichtigen und quantifizieren. Weiterhin werden auch die Rückstauwirkungen von der Emschermündung und vom vorgelagerten Düker des Rhein-Herne-Kanals und deren Auswirkungen erfasst.

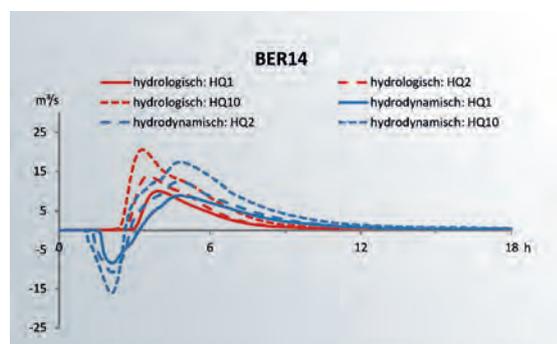


Die N-A-Modellierung mit hydrodynamischer Modellierung von bestimmten Systemelementen erhöht die Planungssicherheit, liefert Vorgaben für den Betrieb und ermöglicht ggf. Optimierungen des Systems.

Besseres Verständnis der Abflussprozesse

Um verschiedene Belastungsfälle zu untersuchen, wurden sowohl eine Langzeitsimulation mit Stationsniederschlag als auch eine Ereignissimulation mit Modellregen durchgeführt.

Die berechneten Abflussergebnisse der Hauptläufe Berne und Borbecker Mühlenbach wurden mit den der EmscherGenossenschaft vorliegenden Ergebnissen verglichen und bewertet. Die Simulationen führen zu einem besseren Verständnis der Abflussprozesse und tragen zu einer größeren Betriebssicherheit bei.



Berechnete Abflussganglinien zum Gerinne-Element „BER14“ für die Abflüsse HQ25, HQ50 und HQ100. Mit der hydrodynamischen Berechnungsmethode (blau) ist NASIM in der Lage, den auftretenden Rückstau einschließlich Fließumkehr im Gerinne abzubilden.

Dipl.-Ing. Johannes Rohde,
Dipl.-Ing. Heike Schröder



Hydrotec
Ingenieurgesellschaft für
Wasser und Umwelt mbH

Herausgeber:
Hydrotec Ingenieurgesellschaft
für Wasser und Umwelt mbH

Layout und Satz:
Katharina Eusterbrock, Aachen

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

Kaiser-Otto-Platz 13, 45276 Essen
Tel.: (0241) 9 46 89-0

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

Die Hydrothemen erscheinen zweimal jährlich und werden kostenlos verteilt. Wir nehmen Sie gern in den Verteiler auf.

Copyright:
Vervielfältigung und Weitergabe sind unter Nennung des Herausgebers erlaubt. Hydrotec übernimmt für sämtliche Informationen in dieser Zeitschrift keine Gewähr.