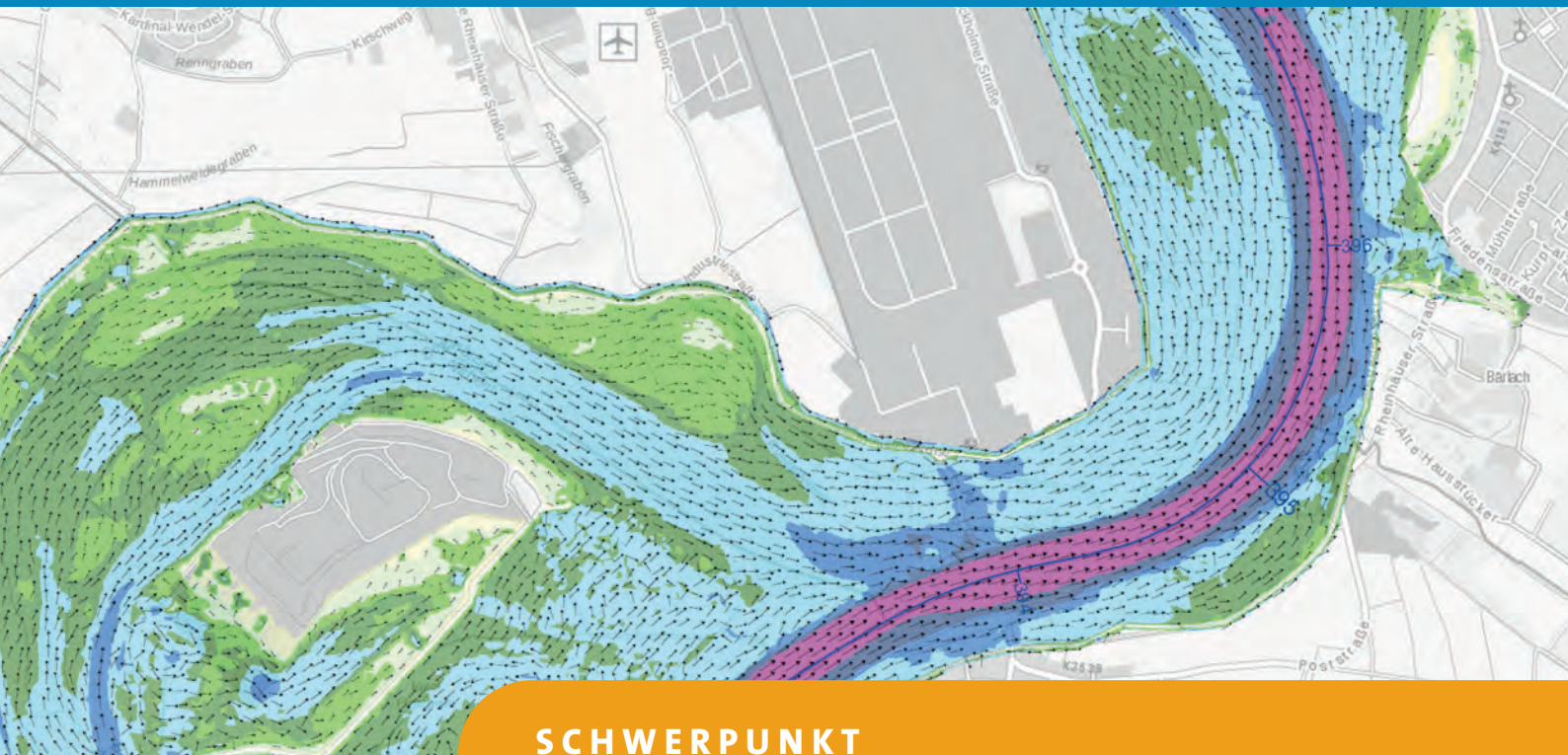


Hydrothemen

KUNDENINFORMATION

NR. 39 / NOVEMBER 2020



SCHWERPUNKT

Modellstudien zum Hochwasserschutz mit Blick auf den Klimawandel

PROJEKTE

- › 2D-Modellierung eines Retentionsreserveraums am Rhein für Extremhochwasser
- › N-A-Modell für zusätzliches Rückhaltebecken im Emscher Einzugsgebiet
- › Hochwasserkonzept für eine interkommunale Allianz
- › Mehr Sicherheit für Trinkwassergewinnung mit Delft-FEWS
- › Starkregen WebViewer für Oranienburg

PRODUKTE

- › Daten intelligent archivieren mit „OpenArchive“
- › Flussschlauchgenerator 2.0
- › Starkregen WebViewer für Oranienburg
- › MapView Online verfügbar



Liebe Kunden,

in der Corona-Krise hat die digitale Kommunikation einen rasanten Aufschwung erfahren.

Das Anwendertreffen HYDRO_AS-2D im Oktober 2020 konnten wir mit über 80 Teilnehmer*innen erfolgreich als Web-Konferenz gestalten. Neben Fachvorträ-

gen stellten wir den neu konzipierten Flussschlauchgenerator und die MapView-Module für Kartenanimationen 2.0 vor.

Unsere Schulungen finden inzwischen fast komplett als Online-Seminare statt und werden von den Teilnehmer*innen durchweg sehr positiv bewertet. Selbstverständlich hoffen wir sehr, Ihnen in absehbarer Zeit auch wieder persönlich begegnen zu können.

Im Schwerpunkt stellen wir Ihnen in dieser Ausgabe Vorhaben vor, mit denen der Schutz vor Hochwasser langfristig gewährleistet bleibt, auch bei sich wandelndem Klima:

- Reserverückhalteraum Hördt am Rhein
- Rückhalteraum Zoom im Emscher-Einzugsgebiet
- Starkregen WebViewer für Oranienburg

Unsere Modelle sind in der Lage, komplexe wasserwirtschaftliche Systeme zuverlässig abzubilden und leisten wichtige Beiträge für die Planung und den Betrieb.

Datenströme und -speicher sind zielorientiert zu bewirtschaften. Das in Delft-FEWS integrierte OpenArchive archiviert automatisch Daten aus dem Vorhersagesystem und erlaubt es, sie bei Bedarf einfach wieder zu reaktivieren.

Wir freuen uns, Sie bei Ihren wasserwirtschaftlichen Aufgabenstellungen zu unterstützen und wünschen Ihnen, dass Sie gesund und zuversichtlich bleiben.

Anne Sintic

Anne Sintic
(Leitung Öffentlichkeitsarbeit)



Zufluss- assistenzsystem für Trinkwassertal- sperre auf Basis von Delft-FEWS

Die Gelsenwasser AG hat Hydrotec und Deltares im Sommer 2020 mit dem Aufbau eines Vorhersagesystems beauftragt, mit dem sich der Transport von Schadstoffen im Gewässersystem berechnen und vorhersagen lässt. Das System auf Basis von Delft-FEWS wird zukünftig quantitative und qualitative Vorhersageberechnungen zum Risikomanagement der Trinkwasserversorgung durchführen.

Die Gelsenwasser AG als bedeutender Wasserversorger für das nördliche Ruhrgebiet und das Münsterland bereitet Wasser aus den Talsperren Haltern und Hullern auf. Die Stauseen werden durch ein Gewässernetz gespeist, das eine Fließlänge von insgesamt 350 km hat.

Bei einem Störfall im Einzugsgebiet durch den Eintrag von Schadstoffen wie Löschwasser, Pflanzenschutzmittel oder Industriechemikalien benötigt die Leitstelle zeitnahe Informationen zum voraussichtlichen zeitlichen Verlauf des Schadstofftransports und zur Entwicklung der Konzentrationen. Diese Prozesse hängen von der aktuellen Abflusssituation des Einzugsgebiets ab, die maßgeblich von hydrologischen und meteorologischen Faktoren beeinflusst ist.

Das von Hydrotec und Deltares aufzubauende Delft-FEWS Vorhersagesystem wird diese Informationen zukünftig zur Verfügung stellen. Dazu verwendet es Daten aus dem hydrologischen Modell des Einzugsgebiets (NASIM), einem 1D-hydraulischen Modell der Fließgewässer (SOBEK) sowie einem Gewässergütemodell (Gütemodul 1DWAG, D-Water Quality) und wertet verschiedene Wettervorhersageprodukte aus.

Wesentliche Projektschritte sind der Aufbau dieser numerischen Modelle, die Konfiguration des Delft-FEWS-Vorhersagesystems sowie die Schulung der Anwender*innen bei der Gelsenwasser AG.

Das Vorhersagesystem wird voraussichtlich im Sommer 2021 in den Testbetrieb gehen und zu einem verbesserten Risikomanagement bei der Trinkwassergewinnung beitragen.



Links: Hochwasserereignisse wie dieses an der Volkach sollen durch das integrale Hochwasserschutzkonzept zukünftig verhindert werden.

Interkommunale Allianz der Region MainSteigerwald beauftragt Hydrotec mit Hochwasserschutzkonzept

Neun bayerische Kommunen aus der Region MainSteigerwald haben die gemeinsame Aufstellung eines integralen Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzepts (HWRK) vereinbart und Hydrotec den Auftrag zur Entwicklung des Konzepts erteilt.

Die im Norden Bayerns gelegenen MainSteigerwald-Kommunen waren in den vergangenen Jahren zunehmend von Hochwasser- und Starkregenereignissen betroffen. Viele dort verlaufende Fließgewässer wurden im Laufe der letzten Jahrzehnte vor allem innerorts naturfern umgestaltet. Besonders an den Brücken, Durchlässen und Verrohrungen kommt es im Hochwasserfall zu Rückstau und Überflutungen. Verschärft wurde die Situation durch die Anlage von Neubaugebieten und Industrieflächen. Die dort geschaffenen versiegelten Flächen wurden nicht immer durch entsprechenden Retentionsraum kompensiert.

Modellierung von Wasserhaushalt und Abflussverhalten

Das integrale Hochwasserschutz- und Rückhaltekonzept beinhaltet eine umfassende modelltechnische Abbildung des Wasserhaushalts mit einem N-A-Modell und des Abflussverhaltens mit dem 2D-hydrnumerischen Modell HYDRO_AS-2D. Die Topografie des Einzugsgebiets ist mit GIS-Werkzeugen zu analysieren.

Mit den Modellergebnissen ist zunächst die Hochwassersituation bzgl. HQ_{100} , Bestand, ohne Klimafaktor, $HQ_{häufig}$ und einem HQ_{extrem} zu untersuchen. Darauf aufbauend lassen sich mögliche Schutz- und Rückhaltemaßnahmen im Gesamteinzugsgebiet konzipieren und in ihrer Einzel- und Zusammenwirkung untersuchen.

Gewässerökologie und Landwirtschaft im Blick

Neben Hochwasserschutz und Wasserrückhalt sind bei der Konzeptentwicklung der Erhalt oder die Verbesserung der Gewässerökologie, die Verringerung der Bodenerosion sowie die Wiederherstellung des natürlichen Wasserhaushalts zu beachten. Auch durch den Klimawandel zu erwartende Veränderungen sowie ein parallel erarbeitetes Bewässerungskonzept für die Landwirtschaft sind einzubeziehen.

Kommunaler Zusammenschluss bietet viele Vorteile

Auf dieser Basis wird bis 2022 ein nachhaltiges Maßnahmenkonzept für Hochwasserschutz und -rückhalt erarbeitet und abgestimmt werden. Der Zusammenschluss der Kommunen ermöglicht eine umfassende wasserwirtschaftliche Analyse der Einzugsgebiete und bringt Ergebnisse, von denen sicher alle beteiligten Gemeinden stark profitieren werden.

Der Freistaat Bayern fördert das Vorhaben mit 75% der Auftragsumme.

© Flodur63, GNU, Wikimedia Commons



Modellstudie zur Planung eines zusätzlichen Rückhalteriums am Rhein für Extremhochwasser



Unten: Der Rückhalteraum Hördt liegt auf der linken Rheinseite und wird westlich von einem Binnendeich eingegast (schwarz-weiße Linie). Er soll über Überlaufschwelen (rote Linien) und ggf. über eine zusätzliche Deichöffnung (violetter Punkt) geflutet werden.

Das Land Rheinland-Pfalz plant zur Verbesserung des Hochwasserschutzes am Rhein einen zusätzlichen Reserveraum für Extremhochwasser in der Hördter Rheinaue südlich von Germersheim. Insgesamt 25 teilweise schon umgesetzte Hochwasserrückhaltmaßnahmen sollen die Oberrheinanlieger zukünftig vor einem bis zu 200-jährlichen Hochwasser im Rhein schützen (ca. 5.000 m³/s am Pegel Maxau).

Der Reserveraum Hördt soll erst bei darüber hinausgehenden Hochwasserabflüssen aktiviert werden. Die Planung erfolgt mit Blick auf die mögliche Verschärfung der Hochwassergefahr durch den Klimawandel und zur Abwehr von extremen Hochwasserereignissen.

Hydrotec erhielt 2016 von der Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd (SGD Süd) den Auftrag, die Wirksamkeit des Reserveraums Hördt mit HYDRO_AS-2D modelltechnisch zu untersuchen und zwei Planungsvarianten hinsichtlich ihrer Hochwasserschutzwirkung miteinander zu vergleichen.



Hochwasserrückhalt in der Hördter Rheinaue

Der ca. 870 ha große Planungsraum befindet sich in Rheinland-Pfalz im Landkreis Germersheim und erstreckt sich ca. 5 km entlang der linken Rheinseite. Die land- und forstwirtschaftlich genutzte Fläche umfasst auch das Naturschutzgebiet „Hördter Rheinaue“.

Sie ist geprägt durch eine erhaltene Auenlandschaft mit Altrheinabschnitten und zahlreichen Gräben. In der Rheinniederung befinden sich eine Vielzahl von Biotopen mit stehenden und fließenden Gewässerbereichen sowie Feuchtwiesen und Wäldern.

Der geplante Hochwasserrückhalteraum wird durch einen neu anzulegenden Binnendeich gesichert werden. Bei einem Extremhochwasser (größer HQ₂₀₀) soll er geflutet werden und bis zu 32 Mio. m³ Wasser aufnehmen.

In der Vorplanung wurden zwei Varianten erarbeitet:

- Planvariante 1 sieht den Einbau von drei festen Schwellen im Rheindeich vor, die ab einem Abfluss größer 5.000 m³/s überströmt werden.
- Planvariante 2 beinhaltet zusätzlich eine gezielte und bautechnisch gesicherte Deichöffnung mit definiertem Zeitpunkt und definierter Breite.

Modellierung für vielfältige Fragestellungen

Für die Modellierung wurde das bestehende 2D-Modell des Rheins zwischen Leimersheim und Speyer aus dem Projekt „Rückhalteraum Elisabethenwört“ des Regierungspräsidiums Karlsruhe verwendet.

Anhand instationärer und stationärer Rechenläufe in HYDRO_AS-2D wurden die folgenden Fragestellungen bearbeitet, um Informationen für den weiteren Planungsprozess zu gewinnen:

- Wirksamkeit des Rückhalteriums für unterschiedliche stationäre und instationäre Extremabflüsse
- Wirksamkeit des Rückhalteriums für die zwei Planvarianten
- Bemessung der Binnendeichhöhe
- Bemessung der Schwellenhöhen
- Prozess der Restentleerung nach Ablauf des Hochwassers
- Kombinierte Wirkung der Rückhalteräume Elisabethenwört und Hördt

Ökologische Flutungen

Zur Erhaltung der autotypischen Flora und Fauna sowie zur Anpassung eines möglichst großen Teils der Waldflächen werden im Reserveraum Hördt Absperrbauwerke und Flutungsgerinne angelegt, die regelmäßige ökologische Flutungen des Geländes ermöglichen. Die dadurch entstehende Vorfüllung war bei den hydraulischen Berechnungen der Planvarianten zu berücksichtigen.

Das Zufluss- und Auslaufbauwerk für die ökologische Flutung wurde bei den instationären Berechnungen der Planvarianten geschlossen abgebildet. Hierzu wurden zum Start der Berechnung die Bauwerke mittels eines Berechnungsskriptes geschlossen.



Wirksamkeit des Rückhalteraums

Um die hydraulische Wirkung des Rückhalteraums zu untersuchen, wurde das Modell mit Hochwasserganglinien mit maximal $5.200 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. ca. $5.800 \text{ m}^3/\text{s}$ beaufschlagt, die auf historischen Ereignissen basieren. Im Allgemeinen zeigen die Ergebnisse, dass

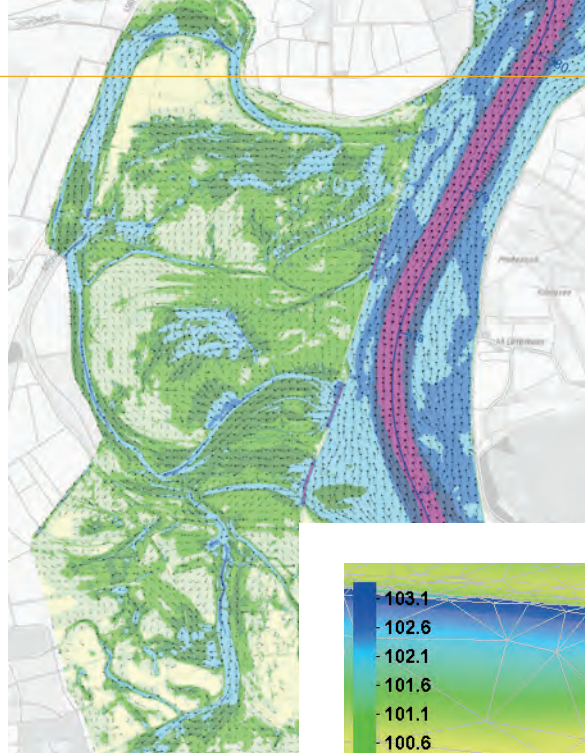
- der Wasserspiegel im Rhein durch die Flutung des Rückhalteraums Hördt mit teilweise über 20 cm sehr deutlich absinkt,
- die Wirkung des Rückhalteraums Hördt auf den Wasserspiegel über die Modellgrenzen hinaus ins Ober- und Unterwasser reicht,
- die Fließgeschwindigkeiten sich nur in geringem Maße ändern. Im Oberwasser tritt eine Beschleunigung und im Unterwasser eine Entschleunigung auf.

Die Umsetzung der Planungen zum Rückhalteraum Hördt führt also zu einer Verbesserung des Hochwasserschutzes bei extremen Hochwasserereignissen.

Vergleich der Planvarianten

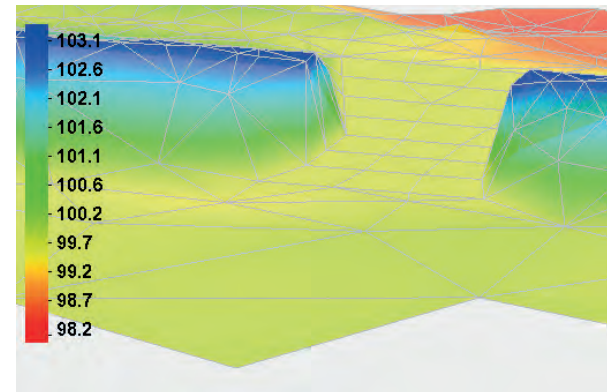
Mit den Ergebnissen der Variantenrechnungen erhält die SGD Süd wichtige Informationen über die Abflussprozesse und die Rückhaltewirkung:

- Die zusätzliche Deichbresche bewirkt bei einem Bemessungsabfluss von $5.200 \text{ m}^3/\text{s}$ eine deutlich stärkere Absenkung des Wasserspiegels (13 cm gegenüber 5 cm ohne Deichbresche).
- Bei einem Bemessungsabfluss von $5.800 \text{ m}^3/\text{s}$ zeigt die Deichbresche eine etwas geringere Wirkung, da durch sie vor dem Hochwasserscheitel Wasser in den Retentionsraum einströmt. Dadurch verringert sich das zur Verfügung stehende Retentionsvolumen bei Eintritt des Scheitels (19 cm Absenkung gegenüber 23 cm ohne Deichbresche).
- Der Abflussscheitelwert reduziert sich bei Planvariante 1 um ca. $40 \text{ m}^3/\text{s}$ ($5.200 \text{ m}^3/\text{s}$) bzw. $300 \text{ m}^3/\text{s}$ ($5.800 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Der Abflussscheitelwert reduziert sich bei Planvariante 2 um ca. $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ($5.200 \text{ m}^3/\text{s}$) bzw. $200 \text{ m}^3/\text{s}$ ($5.800 \text{ m}^3/\text{s}$).



Links: Gesamtmodell mit berechneten Fließgeschwindigkeiten

Unten: Detailausschnitt des Modells im Bereich der Deichöffnung



Die Wirksamkeit der festen Schwellen (Planvariante 1) nimmt mit geringerer Eintrittswahrscheinlichkeit eines Hochwassers (bei mehr als $600 - 700 \text{ m}^3/\text{s}$ über dem Bemessungsabfluss liegenden Ereignissen) zu.

Die zusätzliche Deichöffnung (Planvariante 2) verbessert die Wirksamkeit des Reserveraums, besonders bei Hochwasserereignissen, die den Bemessungsabfluss nur wenig überschreiten. Bei sehr großen Überschreitungen ist der Einsatz der Deichbresche nicht erforderlich.

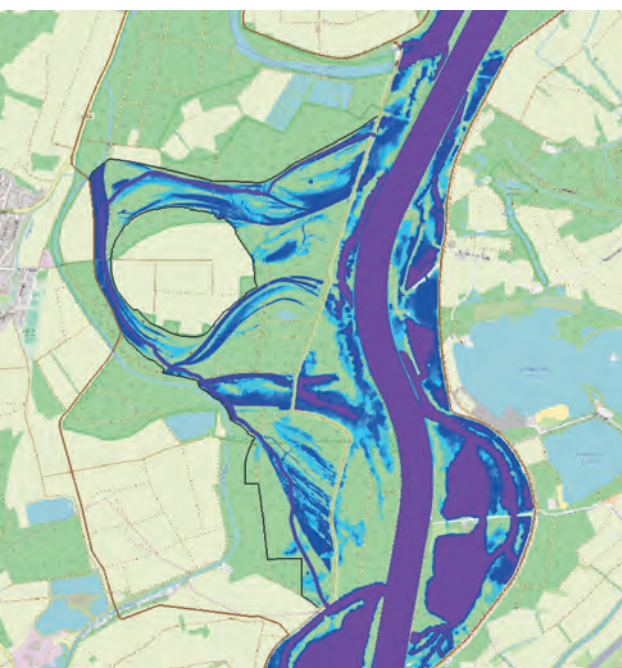
Entleerung des Rückhalteraums

Zusätzlich wurde mit dem 2D-Modell untersucht, wie sich der Rückhalteraum nach Ablauf der Hochwasserwelle wieder entleert und welche Wirkung die Absperrbauwerke dabei haben. Es wurde deutlich, dass es bei zu frühem Öffnen der Absperrbauwerke zur Fließumkehr in einzelnen Bauwerken kommen kann und dadurch der Entleerungsvorgang des Rückhalteraums verzögert wird. Hier ist eine gezielte Steuerung der Bauwerke erforderlich.

Dipl.-Ing. Leandro Mücke,
Prof. Dr.-Ing. Alpaslan Yörük



Links: Die vorgesehenen ökologischen Flutungen der Rheinaue waren im Modell zu berücksichtigen.



N-A-Modell Emscher-System mit hydrodynamisch berechneten Elementen

Hochwasserschutz verstärken und komplexe Abflussprozesse besser verstehen

Der Hüller Bach beeinflusst das Hochwassergeschehen in der Emscher maßgeblich. Ein neues Rückhaltebecken auf dem Gelände des Zoos „Zoom Erlebniswelt“ in Gelsenkirchen soll zukünftig zum Hochwasserrückhalt beitragen – auch im Hinblick auf Risiken durch den Klimawandel.

Das komplexe Fließsystem des Mündungsbereichs hat Hydrotec im Auftrag der Emschergenossenschaft mit NASIM abgebildet. Dazu wurde die in NASIM implementierte hydrodynamische Berechnungskomponente „HDR“ eingesetzt. Sie ermöglicht die integrierte Simulation von dynamischen Fließvorgängen. Zusätzlich erhielt NASIM neue Funktionen zur Abbildung von Bauwerkssteuerungen.

Die Modellstudie liefert wichtige Erkenntnisse über die Interaktion der Abflussprozesse in den Gewässern. Damit trägt sie zur Absicherung der Planungen und des zukünftigen Betriebs bei.

Komplexes Fließsystem im Herzen des Ruhrgebiets

Der Hüller Bach unterquert kurz vor seiner Mündung in die Emscher mit einem Dükerbauwerk den Rhein-Herne-Kanal. In unmittelbarer Nachbarschaft liegt das Areal der Afrikawelt des Zoos Gelsenkirchen, das als multifunktional nutzbare Fläche ein Volumen von 167.000 m³ für den zusätzlichen Hochwasserschutz bietet.

Der Zufluss in die Emscher soll mithilfe eines zu bauenden gesteuerten Drosselbauwerks auf maximal 45 m³/s geregelt werden. Bei bestimmten Hochwassersituationen (z. B. bei HW₁₀₀ in der Emscher und HQ₅₀ im Hüller Bach) kommt es im Hüller Bach zu einem Rückstau. Über eine Überlaufschwelle fließt das Hochwasser dann – unter Berücksichtigung entsprechender Sicherheitsvorkehrungen – auf das HRB im Gelände des Zoos. Nach Ablauf der Hochwasserwelle wird das Becken mit einem Grundablass wieder in den Hüller Bach geleert.

Zusätzlichen Rückhalt bieten das kleinere oberhalb gelegene Becken HRB Grimbergstraße (Retentionsraum 1) sowie der Flussschlauch des Hüller Bachs selbst.

N-A-Modellierung mit hydrodynamischem Anteil sichert Planungen ab

NASIM bietet seit Version 4.7.2 die Option, den Abfluss einzelner Systemelemente hydrodynamisch über den Ansatz der diffusen Welle zu berechnen.

Damit können komplexe Fließvorgänge sehr detailliert abgebildet werden. In diesem Projekt ging es darum, die Überlagerung von Hochwasserwellen und das Rückstauverhalten im Hüller Bach sowie aus der Emscher in die Nebenläufe zu untersuchen. Folgende Prozesse wurden im Rahmen des Projekts analysiert:

- Füllungs- und Entleerungsverhalten des HRB
- Verfügbares Rückhaltevolumen
- Wasserspiegelverlauf
- Überlagerung/Einfluss auf die Abflusswelle in die Emscher

Die ursprünglichen Planungen für die Genehmigung der Hochwasserschutzanlage basieren auf Modellierungen mit NASIM und dem 1-D-stationären Hydraulikmodell Jabron. Diese Berechnungen lassen sich mit der aktualisierten NASIM-Version in einem einzigen Modell überprüfen und ggf. optimieren.

Integration der hydrodynamischen Elemente in den NASIM-Systemplan

Zunächst war der vorhandene NASIM-Systemplan zu aktualisieren. Der Hüller Bach wurde von der Mündung bis km 3,25 hydrodynamisch abgebildet und auch die Elemente der Emscher wurden 2,5 km ober-



halb und 3 km unterhalb hydrodynamisch modelliert. Die restlichen Gewässerelemente wurden wie bisher hydrologisch berechnet. Dazu waren die Systemelemente im Mündungsbereich zu verfeinern. Die Retentionsräume wurden detailliert mit den Überlaufhöhen am Einlauf, den Grundablässen, Drosselabflüssen und Notentlastungen abgebildet. Auch potenzielle Rückströmungen wurden vorgesehen.

Eine Modellregensimulation zeigte, dass die Ergebnisse des teilweise hydrodynamischen Modells gut mit den hydrologischen Ergebnissen aus der Genehmigungsplanung übereinstimmen.

Langzeitsimulation mit steuerbarem Drosselbauwerk

Zur Modellierung des Füllungs- und Entleerungsverhaltens des HRB-Systems diente eine Langzeitsimulation über die Jahre 1950 bis 2016 – durchgeführt mit den Belastungsdaten benachbarter Messstationen.

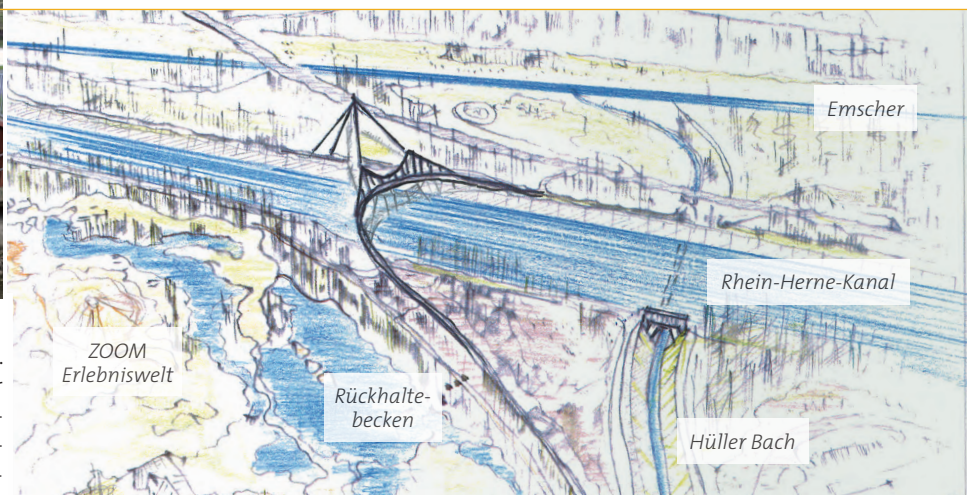
Das Drosselbauwerk wurde direkt als Gerinneelement mit steuerbarem Schütz inklusive Eingabe der Steuerregeln modelliert. Diese Funktion wurde für dieses Projekt in NASIM ergänzt und ist seit Version 4.6. verfügbar. Die Simulation erfolgte in einem 1-Minuten-Zeitschritt, um eine kurzzeitige Schützsteuerung zu ermöglichen. Als Zielgröße wurde ein Drosselabfluss von 45 m³/s festgelegt.

Der Steuerungsalgorithmus modelliert das Öffnen oder Schließen der Schütze in Abhängigkeit vom Abfluss, der Wasserspiegelhöhe und dem aktuellen Stand des Schützes. Zusätzlich gilt: Je weiter das Schütz geöffnet ist, desto schneller fährt es herunter. Mit diesem Modell lässt sich das Verhalten der Zu- und Ausflüsse der Retentionsräume untersuchen. Es zeigt sich, dass Retentionsraum 1 bei einem Hochwasser der Emscher bereits durch Rückstau vorgefüllt ist. Die Retentionskapazität für den Hüller Bach nimmt in diesem Fall also ab.

Der Retentionsraum 2 (Afrika-Welt des ZOOM) wird bei den untersuchten Wasserständen der Emscher nicht vorgefüllt. Es gilt: Je höher der Wasserstand in der Emscher, desto mehr Retentionsvolumen der Hochwasserwelle des Hüller Bachs wird aufgenommen, da der Wasserspiegel der Emscher die Schwellenhöhe zum Überlauf in das Becken schneller erreicht.

HDR-Modellierung Hüller Bach und Emscher

Abschließend wurde das aktualisierte N-A-Modell des Hüller Bachs in das Modell der Emscher integriert, um das Verhalten des gesamten Mündungsbereichs zu untersuchen. Dazu wurde ein Extremereignis aus der Langfristsimulation gewählt, das am 4./5. August 1982 auftrat. Für dieses Ereignis zeigte sich, dass sich die Hochwasserscheitel der Emscher und des Hüller



Bachs nicht überlagern, sondern zwei Stunden zeitversetzt ablaufen. Rückstaueffekte aus der Emscher in den Hüller Bach sind nicht zu beobachten.

Weitere Untersuchungen zur Anpassung an den Klimawandel

Das Projekt wurde von der Emscher-genossenschaft fortgesetzt, um zu untersuchen, wie sich das System bei möglichen Extremereignissen verhält. Dazu wurde das N-A-Modell mit einem Ereignis beaufschlagt, wie es im August 2010 im westlichen Münsterland auftrat. Dabei fielen vom 1.8. bis 27.8.2010 flächendeckend rd. 250 mm Niederschlag. Die Jährlichkeit des Ereignisses lag weit über 100 Jahre. Es zeigt sich, dass zukünftig das HRB Zoom eine wichtige Rolle für den Hochwasserrückhalt spielt und als multifunktionale Fläche einen wichtigen Beitrag zur Hochwasserresilienz des Emschereinzugsgebiets beiträgt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden im Rahmen des Tags der Hydrologie in Potsdam 2020 vorgestellt (vgl. Johann, G. & Krüskens, B., 2020: Multifunktionale Flächennutzung für den Hochwasserschutz am Beispiel des Zoos in Gelsenkirchen. In: Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung Heft 42.20, TdH 2020, Potsdam).

In einer aktuellen Studie analysiert Hydrotec, wie sich die Hochwasserscheitel der Emscher und ihrer Nebenflüsse zeitlich verhalten. Dabei werden die Rückstauverhältnisse und Wellenüberlagerungen im Emschersystem mit NASIM herausgearbeitet.

Dr. rer. nat. Eva Loch,
Dipl.-Ing. Johannes Rohde

Links oben: Mit einem Dükerbauwerk unterquert der Hüller Bach den Rhein-Herne-Kanal.

Oben: Das geplante HRB auf dem Gelände des Zoos „ZOOM Erlebniswelt“ soll den Hochwasserschutz im Emschersystem verbessern.



Gefahr durch versiegelte Flächen

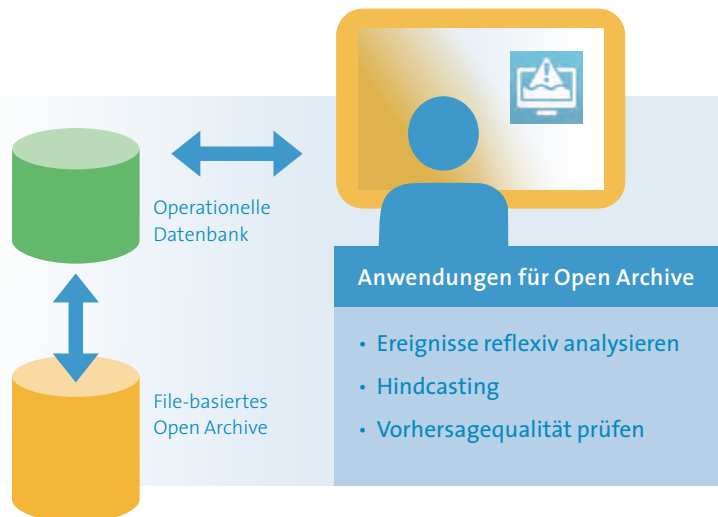
Durch den hohen Versiegelungsgrad in den Einzugsgebieten des Emschersystems entstehen schnell ansteigende Hochwasserwellen. Das dicht besiedelte Gebiet weist ein hohes Hochwasserrisiko auf, das sich durch den Klimawandel noch verschärfen kann. Die Emscher-genossenschaft trägt die Verantwortung für ökologische Entwicklung und die Hochwassersicherheit der Gewässer und setzt dazu zahlreiche innovative Projekte um.

Prognose-Plattform Delft-FEWS erweitert um Archiv-Modul „OpenArchive“



Das OpenArchive-Modul bietet die Möglichkeit, alle im Vorhersagesystem verwendeten Daten komfortabel und dauerhaft in ein Archiv zu überführen. Anwender können auf diese zyklisch oder ereignisbezogen archivierten Daten sehr einfach wieder zugreifen und diese für Auswertungen und spätere Überprüfungen nutzen. Das Laden der Daten aus dem Archiv erfolgt direkt über die Delft-FEWS-Oberfläche.

OpenArchive sorgt damit einerseits für eine Entlastung des operationellen Vorhersagebetriebs von nicht mehr benötigten Daten und gewährleistet andererseits, dass diese Daten mit wenig Aufwand verfügbar sind. Hydrotec hat OpenArchive bereits in mehrere Delft-FEWS-Systeme integriert und kundenspezifisch angepasst.



Daueraufgaben Datenspeicherung und -archivierung

Die Speicherung von Daten und Zeitreihen ist eine grundlegende Aufgabe bei jeder Tätigkeit des Wasserressourcenmanagements. Beobachtungen/Messungen, meteorologische Vorhersagen, historische Modellsimulationen und Modellvorhersagen sind zu erfassen, für ihren Einsatzbereich aufzubereiten und zu verwalten.

Für den operationellen Betrieb eines Abflussvorhersagesystems sind hauptsächlich die aktuellen Mess- und Prognosedaten von Interesse. Deshalb werden die importierten Zeitreihen und Simulationsergebnisse nur für einen begrenzten Zeitraum im System vorgehalten. Um die operationelle Datenbank möglichst klein zu halten, werden Daten und Prognoseläufe, die nicht mehr erforderlich sind, kontinuierlich gelöscht oder archiviert.

Die Archivierung von Daten gewinnt zunehmend an Gewicht, damit Abläufe oder Entscheidungen rückwirkend nachvollziehbar bleiben. Optimalerweise behalten die archivierten Daten dabei ihre Struktur und sind leicht wieder zu reaktivieren.

Delft-FEWS und OpenArchive: nahtlose Integration

OpenArchive ist eine dateibasierte Speicherlösung, auf deren Daten die Anwender ganz unkompliziert über einen Katalog zugreifen können.

Die Daten werden durch automatisierte Workflows in das OpenArchive exportiert und damit archiviert. Werden im Archiv abgelegte Daten zur Visualisierung oder Nachsimulation vergangener Ereignisse benötigt, können Anwender sie im Client/Server-System abfragen, in ihr Display „zurückholen“ und nahtlos mit ihnen arbeiten.

OpenArchive ermöglicht es über die Speicherung von Zeitreihendaten und Schlüsselkurven hinaus, Prognosedaten (die durch mehrere Prognosezeitpunkte gekennzeichnet sind) und zugehörige informative Daten wie Textberichte, Kommunikationsprotokolle, Modellzustände, Datenbank-Snapshots usw. in einem Paket zu speichern und leicht wieder verfügbar zu machen.

Besondere Ereignisse definieren

Kunden können Zeiträume mit Hochwasser, Niedrigwasser oder bestimmten Steuerungsvorgängen als besondere Ereignisse definieren. Daten zu diesen Zeiträumen werden in OpenArchive gekennzeichnet und erhalten z. B. eine längere Verweildauer im Archiv. So stehen die Ergebnisse des Vorhersagesystems und deren entsprechende Warnungen sowie die Effektivität der Hochwasserschutzmaßnahmen länger für nachträgliche Analysen zur Verfügung. Diese Ereignisdatensätze machen im Betrieb getroffene

Entscheidungen rückwirkend nachvollziehbar und sie können z. B. zur Klärung von Rechtsstreitigkeiten herangezogen werden.

In OpenArchive sind unterschiedliche Ereignistypen definierbar, denen bestimmte zu speichernde Datensätze zugeordnet sind. Zusätzlich können die Ereignisse für bestimmte Einzugsgebiete und Zeiträume abgegrenzt werden.

Verbreitung von Vorhersagen vereinfachen

Vorhersagen werden häufig per Internet an beteiligte Akteure verbreitet. OpenArchive vereinfacht und automatisiert die Verbreitung von Vorhersagen, indem es Web-Viewern ermöglicht, direkt auf das Archiv zuzugreifen und die dort schon abgelegten Vorhersagedaten in einer Browser-Umgebung zu visualisieren. Damit entfällt das händische Verschieben von Daten aus einem Vorhersagesystem auf HTML-Seiten oder an bestimmte Ablageorte.

Hindcasting – Testen mit echten Daten

Beim Hindcasting werden Vorhersagen für Zeiten in der Vergangenheit erstellt, wobei nur Daten verwendet werden, die zu diesem Zeitpunkt verfügbar waren. Delft-FEWS-Anwender können aus OpenArchive vergangene Wettervorhersagen abrufen, um Abflussdaten zu erzeugen, die sie für ein Hindcasting verwenden möchten.

Einsatzbereiche für Hindcasting sind das Testen neuer Modelle oder anderer Prognoseroutinen wie Datenassimilation oder statistische Nachbearbeitung. Im Falle von hydrologischen Vorhersagen schließt dies auch mehrere Wettervorhersagen ein, die zum Zeitpunkt der Vorhersage verfügbar waren. Jeder Hindcast sollte dann durch eine bestimmte Wettervorhersage erzeugt werden.

Qualität von Vorhersagen prüfen

Ein weiterer Einsatzbereich des OpenArchive ist die Prognoseverifizierung, die eine Aussage über die Qualität einer Reihe von Vorhersagen ermöglicht. Dabei werden alte Prognosen nachträglich mit Messwerten verglichen, wenn sie verfügbar sind. Um die Prognosen verifizieren zu können, müssen sie dementsprechend langfristig gespeichert werden. Das Verifizierungstool in Delft-FEWS greift auf diese archivierten Vorhersagedaten zu, vergleicht diese mit den „verifizierenden“ Beobachtungsdaten und gibt an, inwieweit die Vorhersage zutrif.

Technik des OpenArchive

Hauptkomponenten des OpenArchive sind die Datenspeicherung und deren Katalogisierung. Die Datenspeicherung besteht aus Verzeichnissen und deren entsprechenden Metadateien. Ein sogenannter Harvester greift auf die Metadateien zu und indiziert die Dateien danach. Die Suche nach bestimmten Daten oder Ereignissen erfolgt über den Katalog, der durch ElasticSearch auf die bereits indizierten Daten zugreift. Für den Abruf der archivierten Daten bzw. die nahtlose Integration verwendet OpenArchive einen THREDDS Datenserver, der unterschiedliche Protokolle zum Datenzugriff bietet (HTTP, OPeNDAP, WMS und WCS).

Zusätzlich können die Daten von Drittanwendern über eine PI-Webservice-Schnittstelle durch THREDDS abgerufen werden.

Juan Sebastian Salva, M.Sc.,
Dr.-Ing. Oliver Buchholz





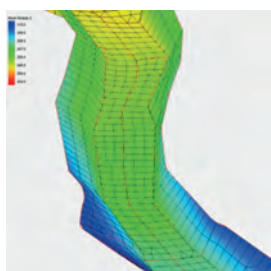
Flussschlauchgenerator 2.0 verfügbar

Mit dem Flussschlauchgenerator erstellen Sie aus Querprofildaten automatisiert und effizient das 2D-Berechnungsnetz für Flussabschnitte.

Wir haben das Zusatzmodul zu HYDRO_AS-2D komplett neu entwickelt und darauf ausgerichtet, dass die Qualitätskriterien für die 2D-Modellierung eingehalten werden. Dazu führt das Modul eine automatisierte Netzverbesserung durch. Auch die Definition von Hilfsprofilen senkrecht zur Fließrichtung ist möglich, um Richtungswechsel korrekt abzubilden.

Damit sind Flussschlauchgenerator 2.0 und LASER_AS-2D 2.0 die ideale Kombination für das Preprocessing Ihrer Daten und zur Generierung von qualitativ hochwertigen 2D-Berechnungsnetzen.

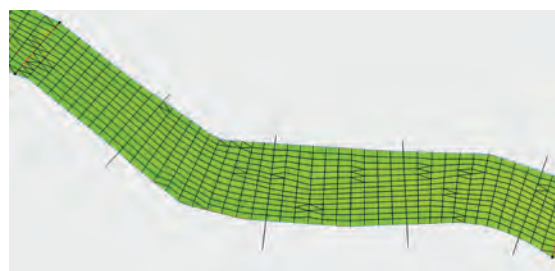
Unten: Beispiel der Verarbeitungsschritte ausgehend von den Eingangsdaten (Bild oben) über interpolierte Querlinien (Bild Mitte) zum Ergebnisnetz (Bild unten)



Einbindung von Längsstrukturen und Höheninformationen

Der Flussschlauchgenerator verwendet als Eingabe Querprofildaten sowie Informationen zu längsbegleitenden Strukturen. In Version 2.0 ist zur besseren Abbildung des Längsverlaufs auch eine Gewässerachse zu definieren, die den Verlauf des tiefsten Fließwegs abbildet. Sie wird als Linie im Shapefile-Format oder als ESRI File-Geodatabase eingegeben.

Zusätzlich können Anwender weitere Verlaufslinien einfügen, um begleitende Längsstrukturen wie längsverlaufende Ufer oder Böschungen korrekt in das Berechnungsnetz zu integrieren. Enthalten diese Verlaufslinien Höheninformationen, passt der neue Algorithmus den Flussschlauch an diese Höhen an.



Mit diesem Verfahren erreicht man eine deutlich bessere Angleichung an das Höhenniveau zwischen den Querprofilen als mit der Vorgängerversion.

Richtungswechsel mit Hilfsprofilen korrekt abbilden

Ein Qualitätskriterium für 2D-Berechnungsnetze ist die Ausrichtung von Querstrukturen möglichst senkrecht zur Fließrichtung.

Um den Verlauf eines mäandrierenden Gewässers zwischen den Vermessungsprofilen besser abzubilden, können die Anwender in Flussschlauchgenerator 2.0 Hilfsprofile definieren. Dazu konstruieren sie an markanten Richtungswechseln des Gewässers eine Linie mit zwei Punkten, die senkrecht zur Fließrichtung steht.

Dieses Hilfsprofil wird bei der automatischen Netzgenerierung in das Netz integriert. Dadurch werden die erzeugten Elemente bestmöglich in Fließrichtung für die 2D-Modellierung ausgerichtet.

Automatisierte Verbesserung des Netzes

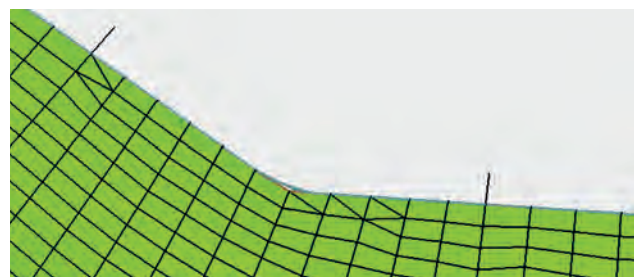
Eine gute Netzqualität ist der Schlüssel für stabile Rechenläufe und verlässliche Ergebnisse. Daher sollte bei der Erstellung der Eingangsdaten darauf geachtet werden,

- dass die eingehenden Verlaufslinien nicht zu eng beieinander liegen, da sonst zu schmale Elemente entstehen und
- dass Viereckselemente nicht zu große Innenwinkel besitzen.

Durch die Gegebenheiten des Modellgebiets können die Eingangsdaten diese beiden Kriterien verletzen. Deshalb führt der Flussschlauchgenerator 2.0 nach der initialen Erstellung aller Elemente eine zweistufige Verbesserung des Netzes durch.

1. Alle Viereckselemente, die das eingestellte maximale Längen-/Breitenverhältnis überschreiten (d.h., die „zu schmal“ sind), werden halbiert.
2. Alle Viereckselemente, die einen zu großen Innenwinkel besitzen, werden in zwei Dreiecke geteilt.

Links: Richtungswechsel im Gewässer ohne Hilfsprofile (oben) und mit Hilfsprofilen (unten)



Sie können die Parameter für diese Schritte variieren und die Verbesserung des Flussschlauchs wiederholt durchführen, um für Ihren Anwendungsfall die bestmögliche Netzqualität zu erreichen.

Flussschlauchgenerator 2.0 für Sie

Als Wartungskunde erhalten Sie kostenlos ein Update. Registrierte Nutzer finden Flussschlauchgenerator 2.0 zum Download auf unserer Homepage. Wenn Sie eine neue Lizenz oder ein Update erwerben möchten, schreiben Sie einfach eine E-Mail an:

vertrieb@hydrotec.de

Michael Bellinghausen



MapView Online für HYDRO_AS-2D

Die MapView-Zusatzmodule ermöglichen es, HYDRO_AS-2D-Ergebnisse in beeindruckenden Karten-Animationen darzustellen. So lassen sich der Verlauf einer Überflutung durch Starkregen oder ein Hochwasserereignis sehr gut veranschaulichen.

Hydrotec bietet damit eine innovative Lösung zur zeitgemäßen Darstellung der Ergebnisse von hydronumerischen Berechnungen – ein Schritt auf dem Weg zur Digitalisierung in der Wasserwirtschaft.

Mit dem MapView Konverter erzeugen Sie aus Berechnungsergebnissen animierte Karten im hmv-Format. Diese hmv-Datei stellen Sie einem Auftraggeber z. B. per E-Mail oder Filesharing zur Verfügung, damit er die Animation im kostenlosen Modul MapView Desktop ansehen kann.

MapView Online ermöglicht Ihnen darüber hinaus, hmv-Dateien auf einen Server hochzuladen. Für die Verteilung der Animation müssen Sie nur noch den Link versenden oder ihn in eine Webseite einbinden.

Berechnungsergebnisse per Link veröffentlichen

Mit dem Modul MapView Online machen Sie die Kartenanimationen per URL verfügbar. Ihr Auftraggeber kann sich Ihre Berechnungsergebnisse dadurch einfach per Internetbrowser ansehen.

Möglich ist auch die Integration der URL in eine Internetpräsenz, um die Kartenanimation öffentlich verfügbar zu machen. Damit vermeiden Sie das Versenden bzw. Teilen der hmv-Dateien per E-Mail oder File-Sharing. Beim Auftraggeber ist keine Installation des MapView Desktop-Viewers erforderlich.

Für die Veröffentlichung laden Sie Ihre hmv-Datei auf unseren geschützten Server hoch, konfigurieren diese und senden nur noch den Link an Ihre Auftraggeber bzw. fügen ihn auf einer Web-Präsentation ein.

Sie haben die Möglichkeit, Ihre Dateien per Passwort zu sichern und zusätzliche Information für den Auftraggeber bzw. die Seitenbesucher anzugeben.

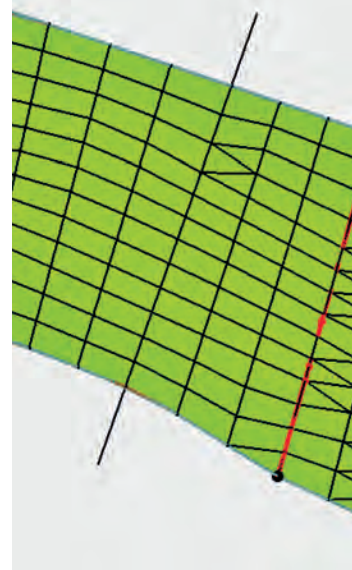
Ein MapView Online-Account für Sie

Wenn Sie MapView Online nutzen möchten, schreiben Sie einfach eine E-Mail an vertrieb@hydrotec.de.

Sie benötigen dafür eine Lizenz MapView Konverter mit Wartungsvertrag. Er beinhaltet bis zu 2 GB Serverspeicher und ist für zusätzliches Speichervolumen erweiterbar (s. Abbildung). Sie erhalten dann Zugriff auf Ihren Account und können Ihre Daten bis zu dem vereinbarten Speichervolumen hochladen und verwalten.

Weitere Informationen finden Sie unter:

<https://www.hydrotec.de/software/hydro-as-2d/hydroas-mapview/>



MapView für
HYDRO_AS-2D

KONVERTER

Ergebnisse als
hmv-Dateien
exportieren

Kartenanimation
konfigurieren

Lizenzkosten:
1200 EUR

Wartungskosten:
216,00 EUR/Jahr

MapView für
HYDRO_AS-2D

ONLINE

Animierte
Modellergebnisse
konfigurieren und per
Server-Link verteilen

Voraussetzung:
Wartungsvertrag

Jährliche Kosten für
Cloud-Speicher:

bis 2 GB: 0 EUR
bis 10 GB: 500 EUR
bis 50 GB: 1000 EUR
bis 100 GB: 1500 EUR

MapView für
HYDRO_AS-2D

DESKTOP

Kartenanimation
(hmv-Datei)
auf dem Desktop
abspielen

Kostenlos
in HYDRO_AS-2D
integriert

Starkregen WebViewer für Oranienburg



Mit dem Starkregen WebViewer für Oranienburg können sich Bürger*innen, Einsatzkräfte und andere Akteure seit Oktober 2020 per Internet über die Starkregengefährdung auf dem Gebiet der Stadt informieren:

<https://mapview.hydrotec.de/s/oranienburg/>

In einer animierten Kartenansicht stellt der Starkregen WebViewer den Verlauf eines Hochwassers nach einem einstündigen Starkregen mit einer Stunde Nachlauf dar. Die Dynamik der dabei auftretenden Wasserströme und Wassertiefen wird damit sehr gut erkennbar. Für die bessere Darstellung wurden erstmalig die detaillierte Simulationen der bebauten Bereiche mit einer geringer aufgelösten Simulation der Außengebiete kombiniert.

Die Stadt Oranienburg nutzt damit die Möglichkeit, diese wichtigen Informationen auf einfache und zeitgemäße Weise an die interessierte und betroffene Öffentlichkeit weiterzugeben.

Viele Informationen, einfache Bedienung

Unten: Mit dem Starkregen WebViewer informiert die Stadt Oranienburg die Öffentlichkeit über die Starkregengefährdung.

Der Starkregen WebViewer ist per Smartphone, Tablet oder am PC zu erreichen. Er ist einfach zu bedienen und bietet viele interaktive Funktionen. Zusätzlich kann der Nutzer weiterführende Dokumente zum Thema Starkregenvorsorge bereitstellen.

Die integrierten Abspielfunktionen ermöglichen es, die Abspielgeschwindigkeit einzustellen sowie vor- und zurück zu springen. Per Zoom-Funktion kann man sich wahlweise einen Überblick verschaffen oder einen bestimmten Bereich in der Karte sehr genau betrachten.

Mit einer Adresssuche erhalten Anwohner*innen sehr detaillierte Informationen zu ihrer Situation und können ggf. gezielt Vorsorgemaßnahmen ergreifen.

MapView macht Modellergebnisse dynamisch

Hydrotec hat in 2020 eine Modellstudie zur Starkregengefährdung für die Stadt Oranienburg durchgeführt und auf Basis von Modellrechnungen mit HYDRO_AS-2D Starkregengefährdungskarten erstellt.

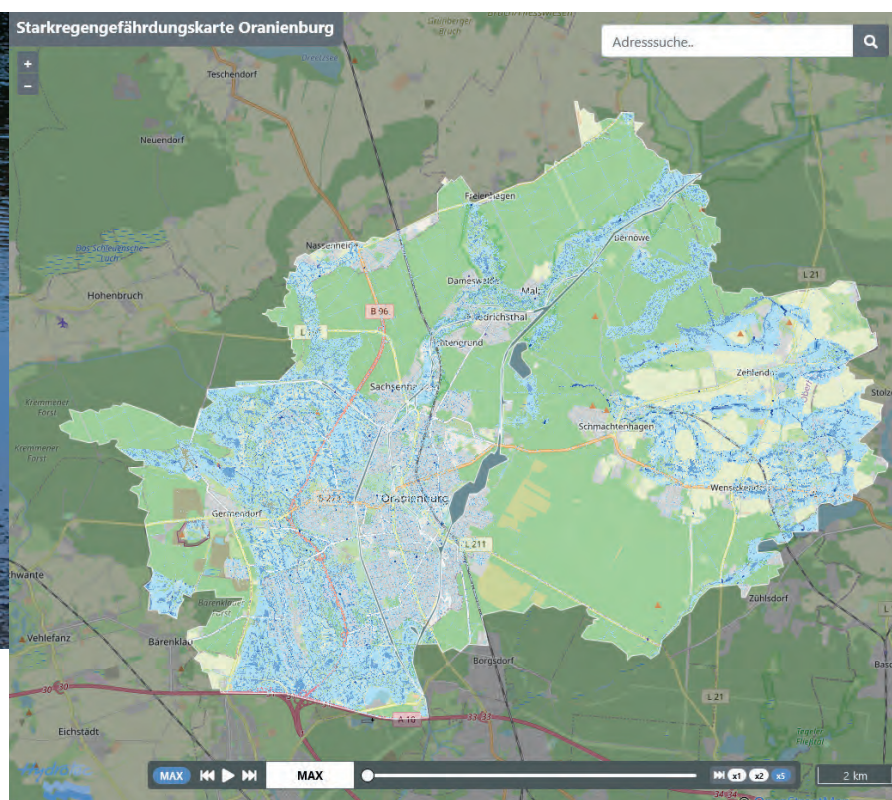
Mit dem Zusatzmodul HYDRO_AS-2D MapView wurden die Modellierungsergebnisse zu einer Animation aufbereitet und um Bedienfunktionen ergänzt.

Die dynamische Darstellung im Starkregen WebViewer verstärkt die Aussagekraft der Starkregengefährdungskarten und bietet zusätzliche wichtige Informationen für die private Starkregenvorsorge.

Weitere Informationen

- <https://www.hydrotec.de/starkregen-webviewer>
- <https://oranienburg.de/starkregen>
- Veröffentlichung zum Projekt: Bothe, T.; Buchholz, O.; Mandel, P.: Starkregenstudie Oranienburg – Überflutungsanalyse für flaches Gelände mit hohem Grundwasserstand. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft (2020), Nr. 11, S. 641-645

Dr.-Ing. Oliver Buchholz,
Alexander Kaliske, B.Sc.,
Dipl.-Ing. Robert Mittelstädt



Hydrotec
Ingenieurgesellschaft für
Wasser und Umwelt mbH

Herausgeber:

Hydrotec Ingenieurgesellschaft
für Wasser und Umwelt mbH

Bachstraße 62-64, 52066 Aachen
Kaiser-Otto-Platz 13, 45276 Essen
Tel.: (0241) 9 46 89-0

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

Layout und Satz:

Katharina Eusterbrock, Aachen

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.