

Vergleich verschiedener 2d-Hydraulikmodelle im Rahmen des Starkregenrisikomanagements

Verena Busch, Kai Schmidt (Freiburg), Lena Simperler und Thomas Ertl (Wien/Österreich)

Zusammenfassung

Im Jahr 2016 wurde durch die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) der Leitfaden *Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg* [1] veröffentlicht, um den Kommunen ein standardisiertes, landesweit einheitliches Verfahren zum Starkregenrisikomanagement zu bieten. Die Wahl der Modellierungssoftware ist dabei freigestellt. Der Vergleich zweier Softwares zeigt, dass deren Simulationsergebnisse in sich zwar plausibel scheinen, sich die Ergebnisse zwischen den Softwares jedoch unterscheiden. Die Unterschiede können unter Umständen zu verschiedenen Handlungskonzepten führen.

Schlagwörter: Starkregen, Starkregenmanagement, Baden-Württemberg, Modellierung, Simulation

DOI: 10.3243/kwe2019.01.005

Abstract

Comparing different 2D hydraulic models as part of risk management efforts for heavy rainfall

The Baden-Württemberg State Office for the Environment, Measurements and Nature Conservation (LUBW) published a guide on municipal heavy rainfall risk management in Baden-Württemberg in 2016 [1] in order to offer local authorities a standardised method that is uniform nationwide to manage risks associated with heavy rainfall. The user is free to choose the modelling software. A comparison of two types of software shows that their simulation results appear plausible per se, but the results vary from one software to another. The variations might lead to different action plans under certain circumstances.

Key words: heavy rainfall, heavy rainfall management, Baden-Württemberg, modelling, simulation

1 Einleitung

Überflutungsgefährdungen im besiedelten Raum können durch drei Phänomene entstehen: Hochwasser im Fließgewässer, Überstau aus Kanalnetzen und Sturzfluten im Gelände unabhängig von Gewässern. Für jeden Ursprung gelten eigenständige Verfahrensvorgaben zur Gefahren- und Risikoanalyse, die im Wesentlichen der Vorsorgepflicht und damit dem Schutz der Gemeinden gerecht werden sollen. Während die Erstellung von Hochwassergefahrenkarten und Generalentwässerungsplänen in Baden-Württemberg bereits probate Verfahren sind, hat sich die Erarbeitung von Starkregengefahrenkarten noch nicht vollkommen etabliert. Der *Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg* [1] bietet Kommunen ein landesweit einheitliches Verfahren, um die Überflutungsgefährdung durch Starkregen darzustellen, Risiken zu benennen und Maßnahmen für einen geeigneten Überflutungsschutz zu entwickeln. Der Leitfaden fordert die Abbildung der zeitlichen Abflusskonzentration mit Fließwegen und -geschwindigkeiten auf Basis einer hydrodynamisch numerischen (HN) Modellberechnung. Herkömmliche Niederschlag-Abfluss-Modelle zeigten sich hierfür als unzureichend geeignet [1]. Für die Simulation des aufgrund von Starkregen auftretenden Oberflächenabflusses existieren verschiedene Softwares. Die Wahl des Strö-

mungsmodells und der dabei verwendeten Software ist im Leitfaden nicht vorgeschrieben.

2 Zielsetzung

Ziel dieses Artikels ist der Vergleich verschiedener Simulationen basierend auf unterschiedlichen 2D-Hydraulikmodellen im Rahmen des Starkregenrisikomanagements. Neben den eigentlichen Simulationsergebnissen wird auch der Aufwand im Zuge des Preprocessings, Processings und begrenzt des Postprocessings verglichen.

3 Vorgehen im Starkregenrisikomanagement

Das im „Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ [1] vorgegebene Vorgehen für das SRRM umfasst drei Hauptbearbeitungsschritte: Grundlage ist die Durchführung einer hydraulischen Gefährdungsanalyse zur Ermittlung der Überflutungsgefährdung. Mittels von der LUBW bereitgestellter Eingangsdaten sollen HN Strömungsmodelle erstellt werden, welche nach abgeschlossener zweidimensionaler (2D) und instationärer Berechnung die Abflusswege, Über-

flutungsausdehnung, -tiefen, Wasserspiegellagen und tiefenge-mittelte Fließgeschwindigkeiten wiedergeben. Im Zuge der kommunalen Risikoanalyse werden die Starkregengefahren-karten im Hinblick auf eine mögliche Gefahr für die menschi-che Gesundheit, öffentliche Gebäude und Infrastrukturen aus-gewertet. Identifizierte Objekte und Infrastruktureinrichtungen werden entsprechend priorisiert. Die Risikoanalyse ist Grund-lage für das nachfolgende Handlungskonzept, in dem mögliche Maßnahmen zur Schadensabwehr erarbeitet werden.

4 Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet Neuhausen ist ein Ortsteil der Ge-meinde Königfeld im Schwarzwald, gelegen im Schwarzwald-Baar-Kreis in Baden-Württemberg. Die aufgestellten 2D-Model-le basieren auf folgenden von der LUWB bereitgestellten Aus-gangsdaten:

- Digitales Landschaftsmodell (DLM)
- Oberflächenabflusskennwerte (OAK) für ein außergewöhn-liches, verschlammtes Ereignis im 1 x 1 m Raster
- Katasterdaten
- Topographie

Im erwähnten Leitfaden der LUBW werden keine Werte für die Belegung der Rauigkeiten vorgegeben. Die verwendeten Rau-igkeitsbeiwerte wurden nach Erfahrungen, Vorgaben der Soft-warehersteller und Literaturquellen erstellt.

4.1 Verwendete Softwares

Für den Vergleich werden Hydro_AS-2D der Firma hydrotec [2] und das Softwarepaket Urbane Sturzfluten mit der Soft-ware Hystem-Extran 2D der Firma itwh [3] herangezogen. Bei-de sind laut Hersteller für das Simulieren von Starkregenereig-nisse ausgelegt. Aktuell ist die BIT Ingenieure AG für die Starkregensimulation mit Hydro_AS-2D akkreditiert, Hystem-Extran wird in anderen Arbeitsbereichen verwendet.

Alle dargestellten Rechenläufe wurden unter Windows 10 Pro (64 Bit) mit einem Intel® Core™ i7 Prozessor (4,3 GHz) und 32 GB Arbeitsspeicher ausgeführt.

Hydro_AS-2D

Der Einsatzbereich von Hydro_AS-2D [2] erstreckt sich von Strömungs- und Abflusssimulationen über Flut- und Damm-bruchwellenausbreitungen bis hin zur Berechnung von Sedi-ment- und Schadstofftransport. Die Lösung der Berechnungen basiert auf einer Approximation der Flachwassergleichungen mittels Finite-Volumen-Methode. Die zeitliche Diskretisierung entspricht dem expliziten RUNGE-KATTA-Verfahren zweiter Ordnung. Das Berechnungsnetz ist aus Dreiecks- und Vierecks-elementen aufgebaut. Instabilitäten können unter anderem im Wechsel von trockenem zu benetztem Gelände entstehen. Die Festlegung einer minimalen Wassertiefe wirkt dem entgegen, indem Punkte erst ab einer durch den Anwender definierten Höhe aktiviert werden.

Für das Pre- und Postprocessing ist Hydro_AS-2D an die Be-nutzeroberfläche SMS der Firma Aquaveo gebunden. Mit La-ser_AS-2D [4] steht ein Zusatzmodul zur Verfügung, welches im Zuge der Erstellung das Berechnungsnetz ausdünn-t. Ziel ist

es, den räumlich hohen Informationsgehalt der Eingangsdaten zu reduzieren, möglichst ohne relevante Strukturen zu vernachlässigen (vgl. Abbildung 1). So werden in Bereichen mit starken Höhenänderungen mehr Netzknoten belassen als in Ebenen (siehe Abbildung 2). Zusätzlich wirkt sich eine Ausdünnung positiv auf die Performanz der Berechnung aus. Wie stark ausgedünnt wird, kann manuell beeinflusst werden. Im Zuge der Ausdünnung wird dann die Punktzahl im Netz und entlang der Modellgrenze reduziert und Bruchkanten werden erzeugt. Weiter werden nur Winkel zwischen 5° und 160°, so-wie Knoten mit maximal zehn Elementanbindungen erzeugt. Bei der Netzgenerierung können senkrecht verlaufende Flä-chen nicht exakt abgebildet werden, da einem Knotenpunkt nicht mehrere Höhenpunkte zugewiesen werden können. Senkrechte Flächen, wie z.B. Hauswände, werden daher als Schrägen abgebildet.

Das Erstellen der Regenreihe, also die Zuordnung der OAK-Daten zum Geländenet, ist nicht in Hydro_AS-2D, SMS oder ArcGIS integriert und erfolgt daher extern. Im Zuge dieser Un-tersuchung ist jedem Knotenpunkt die darunterliegende Ras-terzelle des OAK-Rasters zugeordnet worden (siehe Abbildung 3). Jedes Element nimmt dann den Mittelwert der drei bzw. vier Knotenwerte an, die das Element bilden.

FOG 2D/Hystem-Extran 2D

Hystem-Extran ist ein hydrodynamisches Kanalnetzmodell zur Abfluss-, Transport- und Schmutzfrachtmodellierung. HYSTEM



Abb. 1: Die Differenz aus trianguliertem Modellnetz und dem Geländemodell als 1 x 1 m Raster macht Kleinstrukturen sichtbar, die bei der Ausdünnung nicht berücksichtigt werden. Gelbe Bereiche zeigen geringe bis keine Differenzen, Rot und Grün dementspre-chend negative bzw. positive Abweichungen von der triangulier-ten Oberfläche im Dezimeterbereich

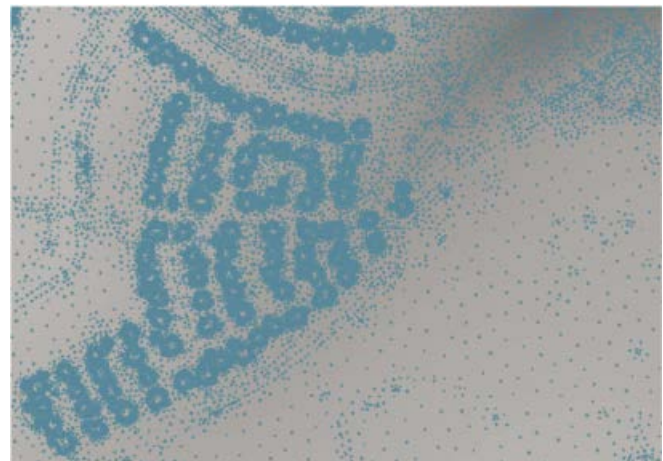


Abb. 2: Variierende Punktdichte im freien Feld und an Gebäude-bruchkanten nach der Ausdünnung durch Laser_AS-2D

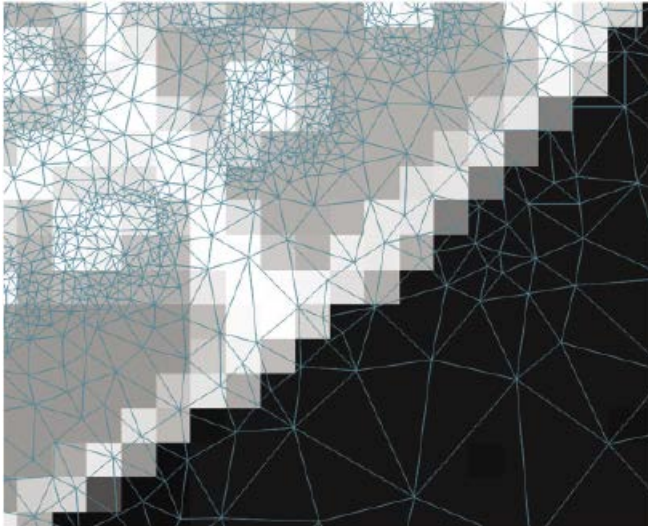


Abb. 3: Variierende Elementgrößen im freien Feld und an Gebäudebruchkanten vor dem Hintergrund der OAK-Rasterdaten

berechnet dabei die Oberflächenabflussbildung- und Abflusskonzentration, EXTRAN den hydrodynamischen Abflusstransport und die Schmutzfracht. Hystem-Extran 2D ermöglicht letztlich die 2D-Simulation von Sturzfluten [3].

Das Softwarepaket „Urbane Sturzfluten“ [3] umfasst neben Hystem-Extran 2D auch FOG 2D. Dies ist eine Erweiterung für ArcGIS und Voraussetzung für das Preprocessing der Gefahrenanalyse von Sturzfluten. Das erstellte Berechnungsnetz ist aus weitgehend gleichmäßigen Dreieckselementen aufgebaut. Zuvor wird die Geometrie mittels des Douglas-Peucker-Algorithmus vereinfacht. Hystem-Extran 2D nutzt den Diffusionswellenansatz zur Lösung der Flachwassergleichungen. Die räumliche Diskretisierung erfolgt dabei über die Finite-Volumen-Methode, die zeitliche Diskretisierung mittels des expliziten

Euler-Ansatzes. Rauigkeiten fließen als Manning-Strickler-Beiwert in die Berechnung ein.

Die Netzgenerierung ermöglicht die Abbildung senkrechter Flächen, da einem Knotenpunkt mehrere Höhenpunkte zugewiesen werden können. Das Modellnetz ist polygonbasiert, die Lage der Dreiecksflächen ist dabei waagrecht.

Das Softwarepaket stellt zwei Möglichkeiten für die Erstellung von Regenreihen bereit. Nach Aussagen des Softwarebetreibers [5] wird bei der vereinfachten Variante jener Rasterwert angenommen, welcher sich im Mittelpunkt des Polygons befindet. Bei der zweiten Variante werden alle innerhalb des Polygons befindlichen Abflusskennwerte herangezogen und daraus ein gewichtetes Mittel berechnet. FOG 2D erstellt für jedes Element eine Regenreihe.

4.2 Zu vergleichende Simulationen

Die Masterarbeit [6], auf der dieser Artikel basiert, stellt einen Vergleich von vier unterschiedlichen Simulationen auf, inklusive der Modellgenerierung und dem zeitlichen Aufwand. Zunächst wurde ein Berechnungsmodell mit der für Hydro_AS-2D üblichen Vorgehensweise mit den Programmen Laser_AS-2D und SMS erstellt (Hyd), dann eines mit FOG 2D und Hystem-Extran 2D (HE). Für eine mögliche Vergleichbarkeit der Berechnungsergebnisse wurde das Hystem-Extran-Modell außerdem in SMS übertragen und in Hydro_AS-2D berechnet (Hyd_HE). Des Weiteren wurde in Hystem-Extran eine zusätzliche Simulation mit vereinfachten Regenreihen durchgeführt (HE_ver). Tabelle 1 stellt die vier Modellvarianten und ihre Eckpunkte gegenüber.

An dieser Stelle soll lediglich auf den Vergleich der Simulationsergebnisse der Varianten Hyd_HE und HE näher eingegangen werden. Diese Ergebnisse sind repräsentativ für die Software Hydro_AS-2D und Hystem-Extran 2D. Relevante Details der übrigen Simulationen sind in der Masterarbeit zu finden [6].

Software		Hydro_AS 2D		FOG 2D/ Hystem-Extran 2D	
		Hyd	Hyd_HE	HE	HE_ver
Simulationsergebnis		außergewöhnlich	außergewöhnlich	außergewöhnlich	außergewöhnlich
Gebietsgröße	[km ²]	6,30	6,29	6,29	6,29
Anzahl der Knoten		146.682	138.759	138.759	138.759
Anzahl der Elemente		291.962	274.750	274.750	274.750
durchschnittliche Elementgröße	[m ²]	21,6	22,9	22,9	22,9
Spannweite der Elementgröße	[m ²]	0,003 – 200,07	0,556 – 52,47	0,556 – 52,47	0,556 – 52,47
CFL		0,8	0,8	0,8	0,8
min. Wassertiefe	[m]	0,001	0,001	0	0
Simulationszeit	[h]	4	4	8	8
Ausgabezeitschritt	[s]	60	60	60	60
Zuordnung der OAK-Daten		Knoten	Knoten	Elemente, gewichtet	Elemente, vereinfacht
Erstellung der Regenreihen	[min]	10	10	120	45
Modellnetzgenerierung	[min]	1	-	1	1
Rechenzeit Simulation	[min]	120	45	45	45
Ausschreiben der Ergebnisse	[min]	45	45	355	355

Tabelle 1: Wesentliche Parameter und Eckpunkte der jeweiligen Simulationen

5 Ergebnisse und Interpretation

Während in Hydro_AS-2D die vollständige Flachwassergleichung Anwendung findet, greift Hystem-Extran 2D auf den vereinfachten Diffusionswellenansatz zurück. Beide nutzen die Methode der Finiten Volumen als numerischen Lösungsansatz, jedoch zeigt sich auch hier, dass Hystem-Extran 2D für die zeitliche Diskretisierung ein rechnerisch einfacheres Verfahren verwendet als Hydro_AS-2D.

Beim Vergleich der Ausschreibungsdauer in Tabelle 1 ist zu berücksichtigen, dass Hystem-Extran 2D die Berechnungen aus acht Stunden wiedergeben muss, Hydro_AS-2D aus vier Stunden. Diese Zeiten ergeben sich aufgrund der Ganglinien an den gesetzten Kontrollquerschnitten. Im Verlauf dieser Ganglinien (Abbildung 4) zeigen sich Unterschiede zwischen den verschiedenen Softwareanwendungen. Die Ganglinien aus Hyd_HE erreichen zeitlich früher ihr Maximum mit gleichzeitig höherem Peak als jene von HE. Die Ganglinien von Hyd_HE erreichen ihr Abflussmaximum binnen der ersten Stunde, aus HE hingegen innerhalb der ersten drei Stunden. Ergänzend ist zu erwähnen, dass die Ganglinien derselben Software ähnlich verlaufen. Das lässt darauf schließen, dass die Art der Vermaschung in Hydro_AS-2D keinen wesentlichen Einfluss auf die Simulationsergebnisse hat. Gleiches gilt für die Erstellung der Regenreihen in Hystem-Extran 2D.

Die Fließwege von HE verlaufen weitgehend breiter als jene von Hyd_HE (Abbildung 5). Stellenweise ist auch ein Versatz der Fließwege erkennbar. Im Vergleich nicht dargestellte

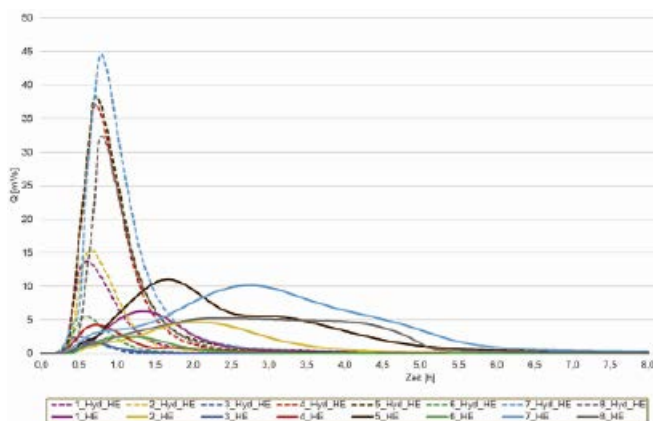


Abb. 4: Abflussganglinien an verschiedenen Kontrollquerschnitten im Modellgebiet von Hyd_HE und HE

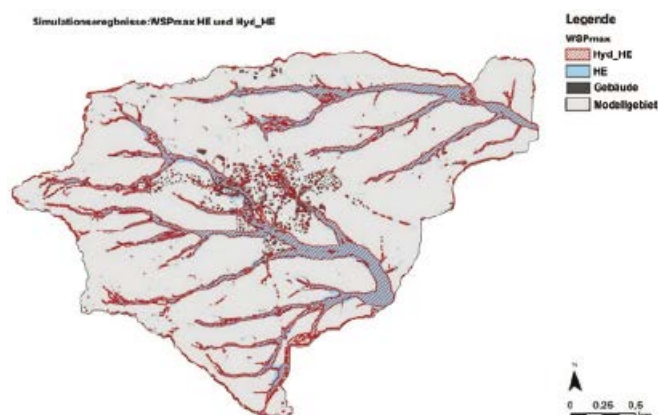


Abb. 5: Fließwege der Simulationen Hyd_HE und HE

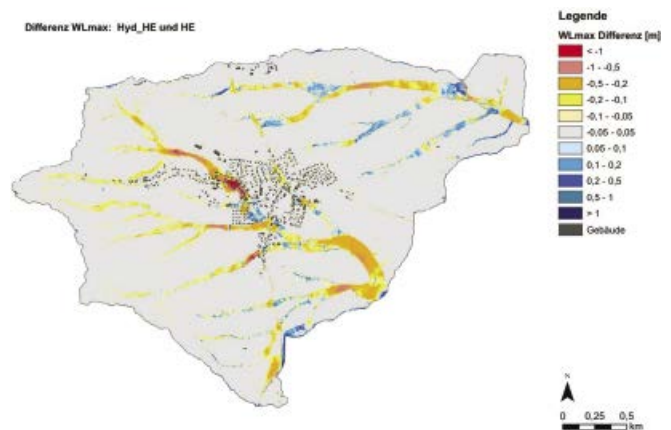


Abb. 6: Differenzen der max. Wassertiefen zwischen den Modellen Hyd_HE und HE

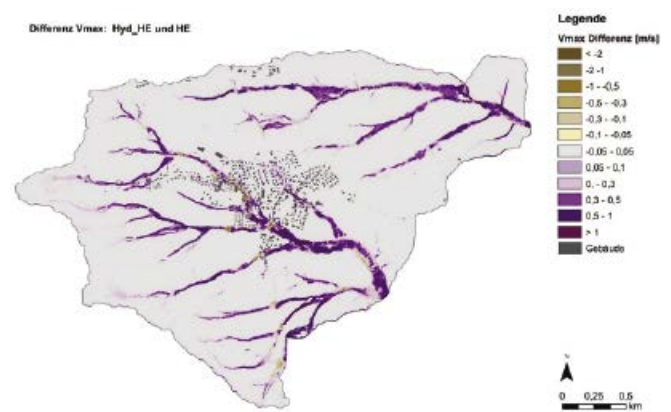


Abb. 7: Differenzen der max. Fließgeschwindigkeiten zwischen den Modellen Hyd_HE und HE

Bereiche liegen in der entsprechenden Software unterhalb der Darstellungsgrenze von 5 cm Wassertiefe.

Insgesamt werden in HE weitgehend größere Wassertiefen ermittelt als in Hyd_HE (Abbildung 6). Negative Werte der Abbildung bedeuten einen höheren Ausgangswert von HE, positive Werte höhere Ausgangswerte von Hyd_HE. Die Fließgeschwindigkeiten der Simulationen von Hyd_HE sind weitgehend höher als jene von HE (Abbildung 7). Der vergleichsweise rasche Anstieg der Ganglinien von Hyd_HE spiegelt die Unterschiede in den Fließgeschwindigkeiten wieder.

Die Volumina der Ganglinien zeigen zwischen und innerhalb der Softwares vergleichbare Ergebnisse (Abbildung 8). Dem Modell Hyd_HE wurden aus den OAK-Daten insgesamt $265\,082\text{ m}^3$ zugeführt. Der Austrag beläuft sich auf $245\,649\text{ m}^3$. Das bedeutet ein rückgehaltenes Volumen von $19\,433\text{ m}^3$. Das Modell HE hält ein Volumen von $18\,990\text{ m}^3$ zurück. Ein- und Austrag betragen $261\,921\text{ m}^3$ bzw. $242\,931\text{ m}^3$. Die Streuung der Simulationen in Hydro_AS-2D ist weiter als die in Hystem-Extran 2D. Die Ergebnisse des Modells Hyd streuen zwischen 1,71 % und 31,98 % um das jeweilige Mittel. Die Ergebnisse des Modells HE streuen zwischen 0,01 % und 2,18 %.

6 Diskussion der Ergebnisse und Ausblick

Die Softwares Hydro_AS-2D und FOG 2D/Hystem-Extran 2D unterscheiden sich in mehreren Punkten. Die Gegenüberstellung zeigt, dass die Bearbeitung von der Modellnetzgenerie-

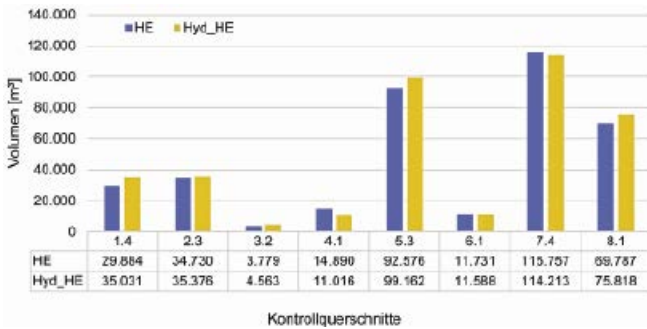


Abb. 8: Abflussvolumen an den Kontrollquerschnitten der Modelle Hyd_HE und HE

Die Simulationsergebnisse von HE und Hyd_HE sind in sich betrachtet plausibel. In beiden Simulationen, das gilt auch für Hyd und HE_ver, korrelieren maximale Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit plausibel miteinander. Der Vergleich der Volumina zwischen den Simulationen bestätigt die Plausibilität der Ergebnisse. Dennoch unterscheidet sich der Verlauf der Abflussganglinien der Softwares deutlich voneinander.

Unterschiede der Volumina sind unter anderem auf verschiedene Eintragsvolumina des Gesamtgebietes zurückzuführen, welche den unterschiedlichen Vorgehensweisen der Regenreihenerstellung geschuldet ist. Zusätzlich kreuzen die Ganglinien nach ihrem Abfall nicht die Abszisse, d. h. der Verlauf ist nicht vollständig abgeschlossen. Die Endwerte Kontrollquerschnitte unterscheiden sich zwischen 0,001 m³/s und 0,085 m³/s. Für die Anwendung im Rahmen des SRRM ist dies ausreichend. Senken im Gelände halten ebenfalls Volumen zurück.

Inwieweit sich die Unterschiede in den Rechengrundlagen der Softwares auf die Unterschiede in den Simulationsergebnissen auswirken ist, nicht eindeutig zu sagen. Der im Vergleich zu Hyd_HE gedämpfte Verlauf der Ganglinie von HE geht jedoch konform mit den Vereinfachungen der Berechnungsgrundlagen. Ebenfalls einen Einfluss hat vermutlich die unter-

schiedliche Darstellung der Elemente mit zugehörigen Höhen im Netz. Wie oben beschrieben, werden Elemente in FOG 2D/Hystem-Extran 2D waagrecht, Elemente in Hydro_AS-2D hingegen geneigt abgebildet. Die Hydraulik ist im Wesentlichen von der Topografie des Modellgebietes abhängig. Geringe Änderungen führen zu unterschiedlichen Ergebnissen, da sich die Welle unter geänderten Bedingungen anders fortpflanzt. Da Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit voneinander abhängen, ergibt sich der Zusammenhang der Ergebnisse auf natürliche Weise. Um den Einfluss der Elementdarstellung besser beurteilen zu können, wäre ein Vergleich in einem ebenen Gelände möglich. Sind die unterschiedlichen Verläufe primär in der Abbildung der Elemente begründet, sind in einem vollkommen ebenen Gebiet vergleichbare Abflussganglinien zu erwarten.

Ohne einen hohen finanziellen und zeitlichen Aufwand lässt sich derzeit nicht sagen, welches der Modelle die Realität besser wiedergibt. Möglicherweise laufen die Ganglinien der Simulationen nach Hydro_AS-2D zu schnell und jene nach Hystem-Extran 2D zu langsam ab. In den nachfolgenden Bearbeitungsschritten des SRRM sollte dies berücksichtigt werden.

Im Vergleich der Simulationen HE und Hyd_HE ist zu beachten, dass große Differenzen weitgehend dort auftreten, wo die Ausgangswerte des jeweiligen Modells entsprechend hoch sind. Größere Ausgangswerte lassen so größere Differenzen zu. Die Bandbreite der anzugebenden Gefahrenklassen führt stellenweise zusätzlich dazu, dass sich Werte zwischen den Simulationen unterscheiden können, aber dennoch derselben Gefahrenklasse zugeordnet werden. Die unterschiedlichen maximalen Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten führen in Teilbereichen dennoch zu unterschiedlichen Klasseneinteilungen und Darstellungen. Das heißt, in Abhängigkeit von der gewählten Software werden in Teilbereichen verschiedene potenzielle Gefahrenbereiche aufgezeigt. Die Gefahrenkarten sind Basis für die weiterführende Risikoanalyse und das Handlungskonzept. Unterschiedliche Gefahrenkarten können somit zu unterschiedlichen Risikoeinschätzungen und Maßnahmenkonzepten führen. Je nach verwendeter Software sollte bei einer Gefahrenanalyse daher beachtet werden, ob die Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten eher zu niedrig oder erhöht abgebildet werden. Zu niedrige Werte geben ein mögliches Gefahrenpotenzial nicht ausreichend wieder. Im Falle der hier betrachteten Softwares bedeutet dies: Hydro_AS-2D ist im Hinblick auf die berechneten Wassertiefen und FOG 2D/Hystem-Extran 2D in Hinblick auf die resultierenden Fließgeschwindigkeiten kritisch zu betrachten. Relevant ist dies besonders dort, wo die Werte an der oberen Grenze einer Darstellungsklasse liegen.

Der Schnelligkeit des Modellaufbaus und der Simulation stehen die Schwankungsbreite und damit die Genauigkeit der Ergebnisse gegenüber. In Hydro_AS-2D sollten mehrere Kontrollquerschnitte gesetzt werden, um Ausreißer zu erkennen und Fehlschlüsse diesbezüglich zu vermeiden. In FOG 2D ist dies nicht erforderlich. Das Setzen von Kontrollquerschnitten in SMS (Hydro_AS-2D) birgt einen vergleichsweise hohen zeitlichen Aufwand bei der Modellerstellung. Bei der Generierung sollte daher auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen zeitlichem Aufwand und Fehlertoleranz geachtet werden. Das genaue Vorgehen und die rechnerischen Hintergründe dazu werden im Handbuch der Software [2] benannt.

Da Modelle grundsätzlich die Realität nur vereinfacht abbilden können, ist die aus den Modellberechnungen resultierende Vorhersage von Fließwegen, sich einstellenden Wasser-

tiefen und Fließgeschwindigkeiten stets mit Unsicherheiten behaftet. Dieser Sachverhalt sollte bei Besprechungen mit Vertretern der Gemeinde möglichst klar kommuniziert werden.


7 Schlussfolgerungen

Der Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg [1] wurde 2016 veröffentlicht, um den Kommunen in Baden-Württemberg ein standardisiertes und landesweit einheitliches Verfahren zum Starkregenrisikomanagement zu bieten. Die LUBW stellt landesweit die Grundlagen für die Modellierung bereit. Die Wahl der Software steht jedoch frei. Beim hier dargestellten Vergleich der Softwares Hydro_AS-2D und Hystem-Extran 2D zeigt sich allerdings, dass die Wahl der Software Einfluss auf die Ergebnisse nehmen kann. Zunächst erreichen die Ganglinien aus Hydro_AS-2D im zeitlichen Verlauf früher ihr Maximum mit höherem Peak. Die maximalen Fließgeschwindigkeiten sind dabei größer als jene aus Hystem-Extran 2D. Die Wassertiefen sind hingegen größtenteils geringer. Die berechneten Abflussvolumina sind dagegen vergleichbar. In sich betrachtet sind die Ergebnisse beider Softwares plausibel. Unter Umständen können die jeweiligen Ergebnisse zu unterschiedlichen Einteilungen der Gefahrenklassen führen, was letztlich in abweichenden Handlungskonzepten resultieren kann.


Die voneinander abweichenden Ergebnisse sind eventuell auf die auf unterschiedlicher Abbildung der Elemente beruhende Höhendarstellung zurückzuführen. Außerdem sind Unterschiede in den Berechnungen gegeben, da sich Hystem-Extran 2D eines rechnerisch einfacheren Verfahrens bedient als Hydro_AS-2D. Eine präzise Validierung der Ergebnisse ist ohne hohen finanziellen und zeitlichen Aufwand nicht möglich. Daher kann hier keine Aussage getroffen werden, welche der beiden Softwares die Realität näher abbildet.

Anzeige


Unser Expertentipp



Stadt und Land im Fluss – Starke Kommunen!
26./27. Februar 2019
in Münster
350,00 €/**310,00 €****



DWA-M 524 (Entwurf)
Hydraulische Berechnung von Fließgewässern mit Vegetation
Dezember 2018
92 Seiten, A4
ISBN 978-3-88721-663-4
88,50 €/**70,80 €***



Software
Hydraulik-Expert
zu DWA-A 110, -A 111 und -A 112
Ab 195,00 €/**156,00 €***
www.dwa.de/software

* für fördernde DWA-Mitglieder
** für DWA-Mitglieder

Der zusätzlich untersuchte zeitliche Aufwand ist bei Hydro_AS-2D insgesamt geringer als bei Hystem-Extran 2D. Während jedoch in FOG 2D/ Hystem-Extran 2D alle erforderlichen Arbeitsschritte in die Oberfläche integriert sind, müssen für die Bearbeitung in Hydro_AS-2D mehrere Arbeitsschritte auf verschiedene Oberflächen und Softwares aufgeteilt werden, zusätzlich wurden Teilschritte zur Bearbeitung extern programmiert. Dies wirkt sich auf die gemessene Zeit aus, denn es fordert einen vergleichsweise höheren koordinativen Aufwand als das Vorgehen in Hystem-Extran 2D.

Letztendlich liefern beide Programme plausible Simulationsergebnisse und eignen sich daher grundsätzlich zur Starkregenmodellierung. Da Modelle nie den Anspruch haben können, die Realität zu einhundert Prozent wiederzugeben, ist hier der Modellierer in der Pflicht, die Ergebnisse kritisch zu hinterfragen sowie Möglichkeiten und Grenzen einer Modellsimulation nach außen zu kommunizieren.

8 Anmerkung

Dieser Artikel ist eine Vorveröffentlichung von Ergebnissen einer Masterarbeit [6], die aktuell an der Universität für Bodenkultur Wien von Verena Busch geschrieben wird. Die Masterarbeit entsteht in Kooperation mit BIT Ingenieure AG. Die Bezeichnungen der Simulationen wurden für eine bessere Lesbarkeit angepasst.

Literatur

- [1] LUBW. (2016). *Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg*. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- [2] NUJIC, M., HYDROTEC. (2018). *Benutzerhandbuch. HYDRO_AS-2D. 2D-Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis. Version 4.4.2*. Hydrotec Ingenieuresellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen
- [3] ITWH (2017): *Hystem-Extran. Hydrodynamische Kanalnetzrechnung*. Dokumentation Version 7.9. ITWH, Hannover
- [4] NUJIC, M., HYDROTEC. (2015). *Benutzerhandbuch. LASER_AS-2D. Erweiterung zu HYDRO_AS-2D zur Ausdünnung und Aufbereitung von Laserscandaten für die 2D-Modellierung*. Hydrotec Ingenieuresellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen
- [5] ITWH (2018): Persönliche Mitteilung
- [6] BUSCH, V. (2018): *Vergleich verschiedener 2D-Hydraulikmodelle im Rahmen des Starkregenrisikomanagements*. Masterarbeit am Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz, Wasserversorgung, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Universität für Bodenkultur Wien

Autoren

Verena Busch, B. Sc.
Kai Schmidt, M. Sc. Hydrologie
BIT Ingenieure AG
Talstraße 1, 79102 Freiburg

Prof. Thomas Ertl
Dipl.-Ing. Lena Simperler
Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft
und Gewässerschutz (SIG)
Universität für Bodenkultur Wien
Muthgasse 18
1190 Wien, Österreich

