

STECKBRIEF RISIKOBEWERTUNG UND KARTIERUNG

Starkregengefahrenkarte: Hydrodynamische Simulation mit dem HiPIMS-Modell

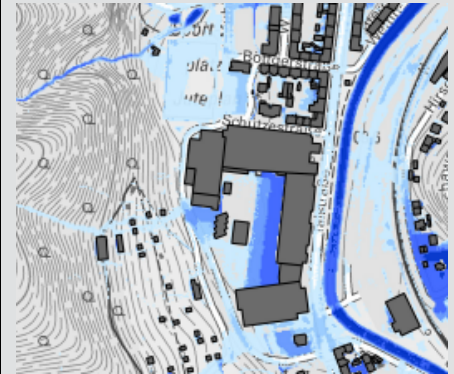
Wo wurde die Methode angewendet?

Deutschland, Sachsen, Meißen

Problem/Hintergrund

Teile des Stadtgebietes von Meißen waren am 27. Mai 2014 von einem Starkregenereignis betroffen, das Schäden von mehr als 4 Millionen € verursachte. Grundsätzlich sind ähnliche Ereignisse zukünftig auch in anderen Teilen des Stadtgebietes möglich. Gegenwärtig existieren noch keine Informationen über die räumliche Verteilung von Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten als Folge möglicher Starkregenereignisse. Gefahrenkarten sind hilfreiche Werkzeuge die beispielsweise die Stadtplanung unterstützen können, wenn es um die Planung von Neubauvorhaben geht.

Kartenbeispiel:



Beschreibung des methodischen Hintergrunds und von Ergebnissen

Das hydrodynamische Modell HiPIMS löst die voll-dynamische Form der Flachwassergleichung basierend auf einem Finite Volumen-Ansatz und einem regelmäßigen Gitter. Details zum Modell und Anwendungsbeispiele finden sich bei Smith & Liang (2013), Liang & Smith (2014), Smith et al. (2015) und Liang et al. (2016).

Als Antrieb bzw. Ausgangsgröße für das Modell dient entweder ein für das gesamte Simulationsgebiet gleicher oder aber ein räumlich verteilter Niederschlagsverlauf. Der entstehende Oberflächenabfluss wird rechnerisch über die Oberfläche eines Digitalen Geländemodells geleitet. Gegenwärtig ist kein Infiltrationsansatz implementiert, d.h. der gesamte Niederschlag wird zu Oberflächenabfluss. Um Verluste durch Versickerung oder die Kanalisation zu berücksichtigen, kann ein globaler Verlustwert eingestellt werden. Der Wert für die hydraulische Rauheit der Oberfläche nach Gauckler-Manning-Strickler kann entweder global für das gesamte Gebiet oder räumlich differenziert angegeben werden.

Das Modell läuft sowohl auf normalen PCs als auch auf Grafikprozessoren (GPUs). Die Rechenzeiten auf GPUs sind deutlich schneller und liegen im Bereich von Minuten bis Stunden. Die Software hat daher im Vergleich zu "klassischen" Simulationsprogrammen einen erheblichen Zeitvorteil.

Charakterisierung von Gebiet und Niederschlagsereignis

Gebietstyp Ländlich und städtisch	Topographie Hügelland
Landbedeckungs-/Landnutzungsverteilung 30 % Wald, 30 % Ackerland, 40 % Siedlung	Ereignis Beobachtetes Ereignis (27.5.2014), synthetische Ereignisse (synthetische Euler II-Regen für 60 min. Dauer und Jährlichkeiten von 10, 30 und 100 Jahren basierend auf KOSTRA-DWD)
Rezeptoren Visualisierung von Gebäuden und Straßen in Karten	Hochwassertyp Sturzflut mit Anteilen von Schlamm und Geröll

Spezifizierung der Methode/Maßnahme sowie von Eingangsdaten und Ergebnisdaten	
Komplexitätsniveau	3
Elemente des SPRC-Konzepts	S/P
Methodengruppe	Prozessbasierter Ansatz
Räumliche Skalen der Anwendung	Lokal/regional. Gitterweite 1 bis 5 Meter, Gesamtfläche nur durch den Arbeitsspeicher des Rechners/GPU begrenzt.
Zeitliche Skalen/Auflösung	Berechnungszeitschritte: flexibel/automatisch. Ausgabezeitschritte: flexibel, Minuten bis Stunden
Eingangsdaten (Art und Skala/Auflösung)	Digitales Geländemodell DGM (Raster, 2 m) Gauckler-Manning-Strickler Rauheit (global/Raster) Niederschlagszeitreihen (Station bzw. global/5 min; Raster, 500 m, 5 min)
Ergebnisdaten (Art und Skala/Auflösung)	Wasserstände (Raster, 2 m; flexible Ausgabezeitschritte, 1 min) Fließgeschwindigkeiten und -richtungen (Raster, 2 m; flexible Ausgabezeitschritte, 1 min) Maximalwasserstände (Raster, 2 m; flexible Ausgabezeitschritte, 1 min)
Beschreibung der Umsetzung	
Umsetzungszeitraum	Nutzer (nachweislich/vorgesehen)
<ul style="list-style-type: none"> 3/2018 bis 6/2019 	<ul style="list-style-type: none"> Stadtplanungsamt
Initiatoren/Verantwortliche	Beteiligte
<ul style="list-style-type: none"> IÖR/RAINMAN-Projekt 	<ul style="list-style-type: none"> Stadtplanungsamt Ordnungsamt Bauamt
Erfahrungen	
Erfolgsfaktoren:	Herausforderungen:
<ul style="list-style-type: none"> Gute Übereinstimmung zwischen simulierten und beobachteten/dokumentierten Fließverhältnissen schafft Vertrauen für die Methode. 	<ul style="list-style-type: none"> Zukünftige Berücksichtigung von Rückhalteeinrichtungen und veränderten Gebietseigenschaften, insbesondere der Geländeoberfläche.
Synergien/Vorteile:	Konflikte/Begrenzungen:
<ul style="list-style-type: none"> Der hydrodynamische Ansatz ermöglicht die Simulation ausgewählter Maßnahmen wie etwa von Dämmen/Fließhindernissen oder der Eintiefung/Verbreiterung von Abflussbahnen. Das Modell läuft relativ schnell (ca. 2 Stunden) und ermöglicht dadurch die Simulation verschiedener Varianten (Maßnahmen, Parameterwerte, Niederschlagsereignisse) 	<ul style="list-style-type: none"> Die Güte der Modellergebnisse hängt stark von der Aktualität des digitalen Geländemodells ab. Zukünftige Ereignisse werden sich sowohl von den beobachteten als auch von den Synthetischen unterscheiden.

Kernbotschaften	Kontakt
<p>“Die Qualität des digitalen Geländemodells hat den größten Einfluss auf die Güte der Ergebnisse.”</p> <p>“Ereignisdokumentationen sind äußerst wertvoll für die Evaluierung und Plausibilisierung von Simulationsergebnissen.”</p>	<p>Dr. Axel Sauer Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) a.sauer@ioer.de</p>
Referenzen	
<p>Sauer, A.; Olfert, A.; Körte, L.; Ortlepp, R. (2018) An uncertain business: Mapping flood hazards caused by heavy rain. <i>Beton- und Stahlbetonbau</i> 113 (2018) 95-100. https://onlinelibrary.wiley.com/action/downloadSupplement?doi=10.1002%2Fbest.201800059&file=best201800059-sup-0001-suppinfo.pdf#page=95</p> <p>Smith, L.S.; Liang, Q. (2013) Towards a generalised GPU/CPU shallow-flow modelling tool. <i>Computers & Fluids</i> 88, 334-343.</p> <p>Smith, L.S.; Liang, Q.; Quinn, P.F. (2015) Towards a hydrodynamic modelling framework appropriate for applications in urban flood assessment and mitigation using heterogeneous computing. <i>Urban Water Journal</i> 12(1), 67-78.</p> <p>Liang, Q.; Smith, L.S. (2014) A High-Performance Integrated Hydrodynamic Modelling System for Urban Flood Inundation. <i>Journal of Hydroinformatics</i> 17(4), 518-533.</p> <p>Liang, Q.; Xia, X.; Hou, J. (2016) Catchment-scale High-resolution Flash Flood Simulation Using the GPU-based Technology. <i>Procedia Engineering</i> 154, 975-981.</p>	