

## STECKBRIEF RISIKOBEWERTUNG UND KARTIERUNG

### Starkregengefahrenkarte: Vereinfachte hydrodynamische Simulation mit dem HiPIMS-Modell

#### Wo wurde die Methode angewendet?

Deutschland, Sachsen, Landwasser-Einzugsgebiet, Gemeinden Oderwitz und Leutersdorf-Spitzkunnersdorf

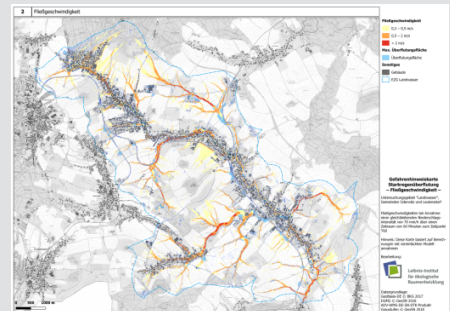
#### Problem/Hintergrund

Vergangene Starkregenereignisse waren häufig durch konvektive Gewitter unterschiedlicher Intensität in den Fröhsommermonaten gekennzeichnet (letzte Ereignisse in Oderwitz: 2013 und in Spitzkunnersdorf: 2017). Die Einzugsgebiete reagierten sehr schnell, es blieben nur wenige Minuten für Warnungen übrig (insbesondere in Spitzkunnersdorf). Hochwasservorhersagen auf Basis von Wasserstandsmessungen sind unmöglich.

Die Hochwasserprozesse sind komplex und umfassen „klassische“ Sturzfluten entlang der Fließgewässer des Spitzkunnersdorfer Wassers und des Landwassers sowie flussunabhängige Oberflächenabflüsse vor allem aus landwirtschaftlichen Gebieten, die in die bebauten Gebiete gelangen. Häufig verursacht der Abfluss Bodenerosion auf den Ackerflächen, transportiert und lagert das Bodenmaterial als Schlamm auf den Straßen, in Gärten sowie in den Gebäuden der Dörfer ab. Die Kombination aus einer ungünstigen geographischen Lage, der hohen Verwundbarkeit der historischen Gebäude und den traumatischen und existenziellen Erfahrungen der Dorfbewohner mit diesen Überschwemmungen machte eine Maßnahmen zur Wiederherstellung und Vorbeugung dringend notwendig.

Gefahren- und Risikokarten sind wesentliche Planungsinstrumente für den gesamten Risikomanagementprozess.

#### Kartenbeispiel:



#### Beschreibung des methodischen Hintergrunds

Das hydrodynamische Modell HiPIMS löst die voll-dynamische Form der Flachwassergleichung zur Simulation des Oberflächenabflusses basierend auf einem Finite Volumen-Ansatz und einem regelmäßigen Gitter (Raster). 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.

Für das gesamte Landwassereinzugsgebiet mit einer Fläche von ca. 50 km<sup>2</sup> wurde ein Screening-Ansatz mit folgenden Vereinfachungen verwendet: Das Digitale Höhenmodell (DEM) wurde von 2 m auf 4 m Zellbreite hochskaliert, was 3 Millionen Rechenzellen ergibt. Die numerische Präzision wurde von der doppelten (64bit) auf die einfache (32bit) Genauigkeit reduziert. Keine Änderungen des DEM außer der Integration von Gebäuden. Regen mit konstanter Intensität ohne räumliche Differenzierung. Globaler Rauheitswert.

Charakterisierung von Gebiet und Niederschlagsereignis	
<b>Gebietstyp</b> Ländlich und städtisch	<b>Topographie</b> Hügelland
<b>Landbedeckungs-/Landnutzungsverteilung</b> 10 % Wald, 60 % Ackerland, 30 % Siedlung	<b>Ereignis</b> Blockregen: 60 min 70 mm/h
<b>Rezeptoren</b> Visualisierung von Gebäuden und Straßen in Karten	<b>Hochwassertyp</b> Sturzflut mit Anteilen von Schlamm
Spezifizierung der Methode/Maßnahme sowie von Eingangsdaten und Ergebnisdaten	
<b>Komplexitätsniveau</b>	3
<b>Elemente des SPRC-Konzepts</b>	S/P
<b>Methodengruppe</b>	Prozessbasierter Ansatz
<b>Räumliche Skalen der Anwendung</b>	Lokal/regional. Gitterweite 1 bis 5 Meter, Gesamtfläche nur durch den Arbeitsspeicher des Rechners/GPU begrenzt.
<b>Zeitliche Skalen/Auflösung</b>	Berechnungszeitschritte: flexibel/automatisch. Ausgabezeitschritte: flexibel, Minuten bis Stunden
<b>Eingangsdaten (Art und Skala/Auflösung)</b>	Digitales Geländemodell DGM (Raster, 4 m) Gauckler-Manning-Strickler Rauheit (global/Raster) Niederschlagszeitreihen (global 60 min 70 mm/h)
<b>Ergebnisdaten (Art und Skala/Auflösung)</b>	Wasserstände (Raster, 4 m, flexible Ausgabezeitschritte/1 min) Fließgeschwindigkeiten und -richtungen (Raster, 4 m; flexible Ausgabezeitschritte, 1 min) Maximalwasserstände (Raster, 4 m; flexible Ausgabezeitschritte, 1 min)
Beschreibung der Umsetzung	
<b>Umsetzungszeitraum</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>3/2018 bis 6/2019</li> </ul>	<b>Nutzer (nachweislich/vorgesehen)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gemeinden Oderwitz und Leutersdorf-Spitzkunnersdorf</li> </ul>
<b>Initiatoren/Verantwortliche</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>IÖR/RAINMAN-Projekt</li> </ul>	<b>Beteiligte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gemeinde Oderwitz</li> <li>Gemeinden Leutersdorf-Spitzkunnersdorf</li> </ul>

Erfahrungen	
<b>Erfolgsfaktoren:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnelle Aufbereitung der Eingabedaten führt zu raschen Ergebnissen.</li> <li>• Das Modell ist freie Software.</li> </ul>	<b>Herausforderungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleinräumige Strukturen wie Brücken, Kanäle und Gräben werden „geglättet“.</li> </ul>
<b>Synergien/Vorteile:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der vereinfachte hydrodynamische Ansatz liefert dynamische Ergebnisse und erfordert nur wenig mehr Aufwand im Vergleich zu einer einfachen Fließweganalyse.</li> <li>• Das Modell läuft sehr schnell und ermöglicht mehrere Durchläufe mit verschiedenen Varianten (Maßnahmen, Parameterwerte, Ereignisse, ...)</li> </ul>	<b>Konflikte/Begrenzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Blockregen ist ein sehr realitätsfernes Szenario.</li> <li>• Die hohe Intensität des Regens über eine so große Fläche ohne räumliche Differenzierung führt zu einer extremen Abflusskonzentration im Gewässer.</li> </ul>
Kernbotschaften	Kontakt
<p>„Ein vereinfachtes Screening mit einem hydrodynamischen Modell ist ein guter Ausgangspunkt für weitere vertiefte Studien mit dem Vorteil dynamischer Ergebnisse mit Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten.“</p>	<p>Dr. Axel Sauer Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) <a href="mailto:a.sauer@ioer.de">a.sauer@ioer.de</a></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. <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/action/downloadSupplement?doi=10.1002%2Fbest.201800059&amp;file=best201800059-sup-0001-suppinfo.pdf#page=95">https://onlinelibrary.wiley.com/action/downloadSupplement?doi=10.1002%2Fbest.201800059&amp;file=best201800059-sup-0001-suppinfo.pdf#page=95</a></p> <p>Smith, L.S.; Liang, Q. (2013) Towards a generalised GPU/CPU shallow-flow modelling tool. <i>Computers &amp; 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>	