

**Auswirkungsbasierte Vorhersage von Starkregen
und Sturzfluten auf verschiedenen Skalen:
Potentiale, Unsicherheiten und Grenzen
AVOSS**



**Der Sturzflutindex (SFI) und seine exemplarische Anwendung auf
abgelaufene Überflutungsereignisse in vier Bundesländern**

HYDRON GmbH

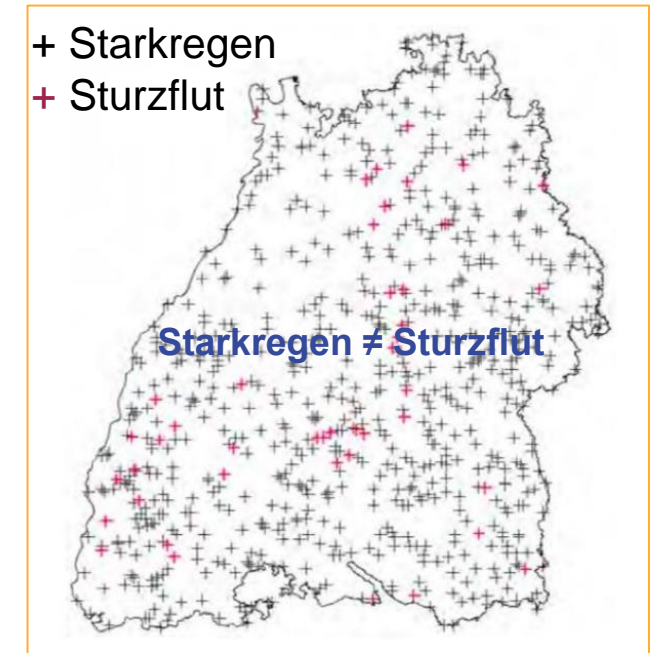
Professur für Hydrologie, Universität Freiburg

LARSIM- Anwendertreffen, 14.05.2025

J. Krumm, I. Haag, K. Teltscher, H. Leistert, A. Hänslar, A. Steinbrich, M. Schmit, M. Weiler

Wozu brauchen wir einen Sturzflutindex?

- zur Warnung vor pluvialen Sturzfluten gibt es keine etablierte Systematik
- Flusshochwasserwarnsysteme nicht/bedingt geeignet, u.a. aufgrund Prozessberücksichtigung, zeitlicher Auflösung, Fokus auf Geschehen im/entlang Gewässer
- Starkregenwarnungen nicht ausreichend, da hydrologische und hydraulische Faktoren nicht berücksichtigt
- der Sturzflutindex (SFI) schließt diese Lücke indem
 - er neben Niederschlag relevante hydrologische und hydraulische Prozesse auf geeigneter räumlicher u. zeitlicher Skale einbezieht
 - er sich auf die Gefahrenquelle „wild abfließenden Oberflächenabfluss“ bezieht



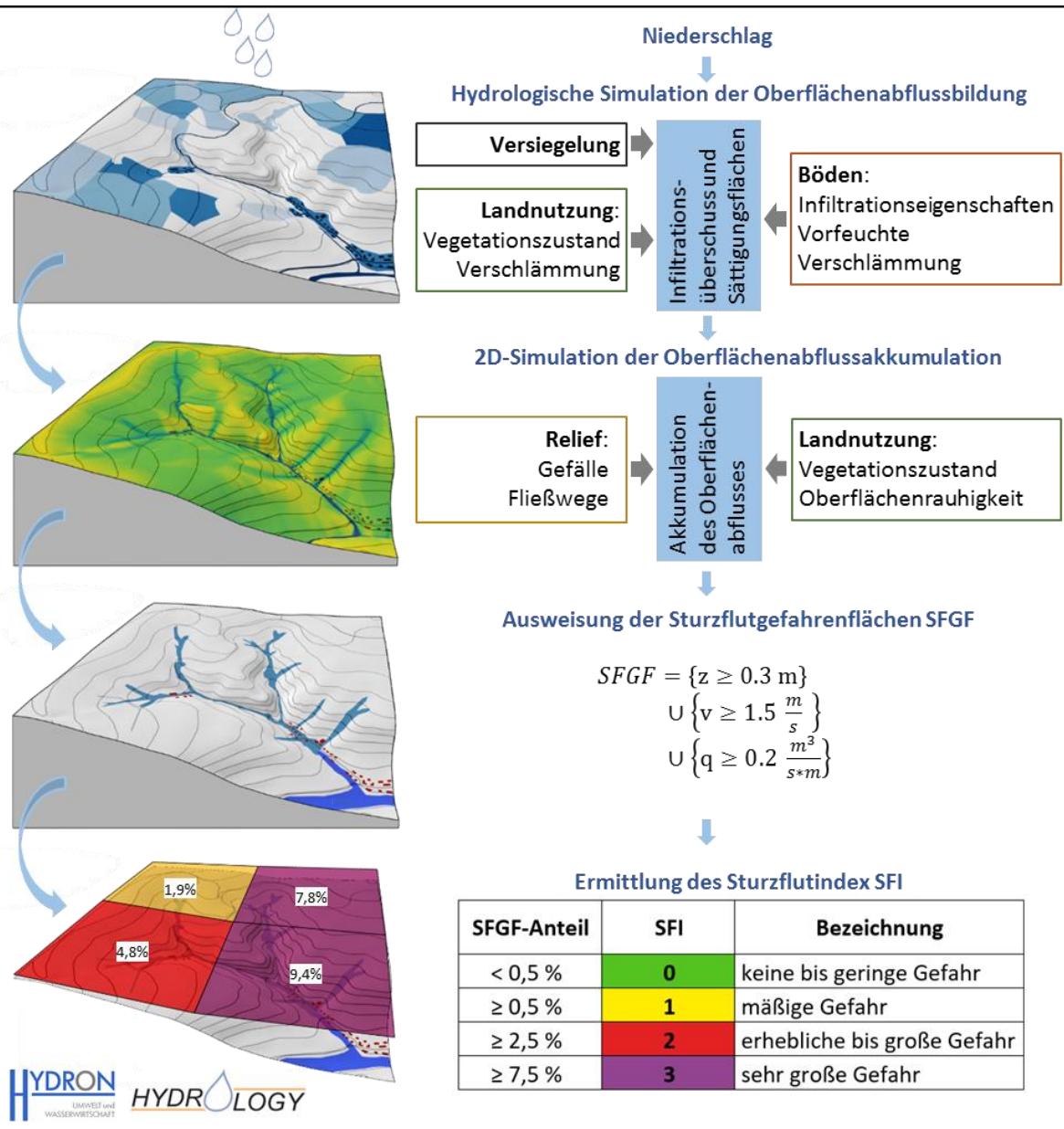
Auswertung historischer Ereignisse in Baden-Württemberg [1].

[1] Hengst, A. (2019): Vergleich und Analyse vergangener Sturzflutereignisse und Starkregenniederschläge in Baden-Württemberg. Masterarbeit an der Professur für Hydrologie, Universität Freiburg.

Definition des Sturzflutindex

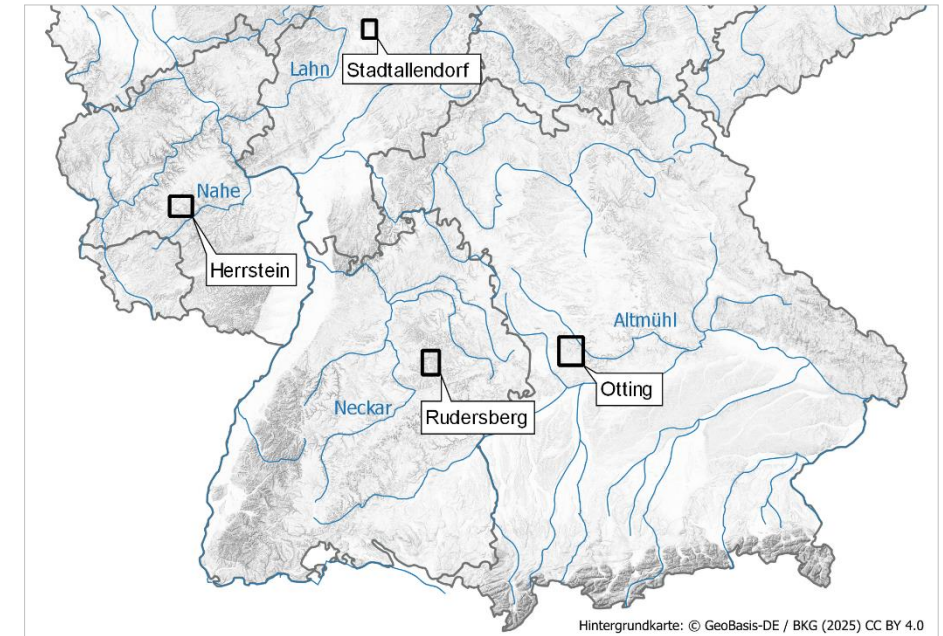
→ Ziel: **großräumige** Ermittlung u. **Kommunikation** der akuten Sturzflutgefährdung und der regionalen Sturzflutanfälligkeit

- robuste, dimensionslose Kennzahl zur Gefahrenkommunikation mit der Öffentlichkeit
- recheneffiziente (perspektivisch operationell einsetzbare) Methoden: derzeit 5x5m, 5 Minuten
- Ergänzung von
 - lokalen, detaillierten Starkregengefahrenkarten durch Großräumigkeit
 - bundesweiten Sturzfluthinweiskarten durch Berücksichtigung räumlich-zeitlich differenzierter Abflussbildung

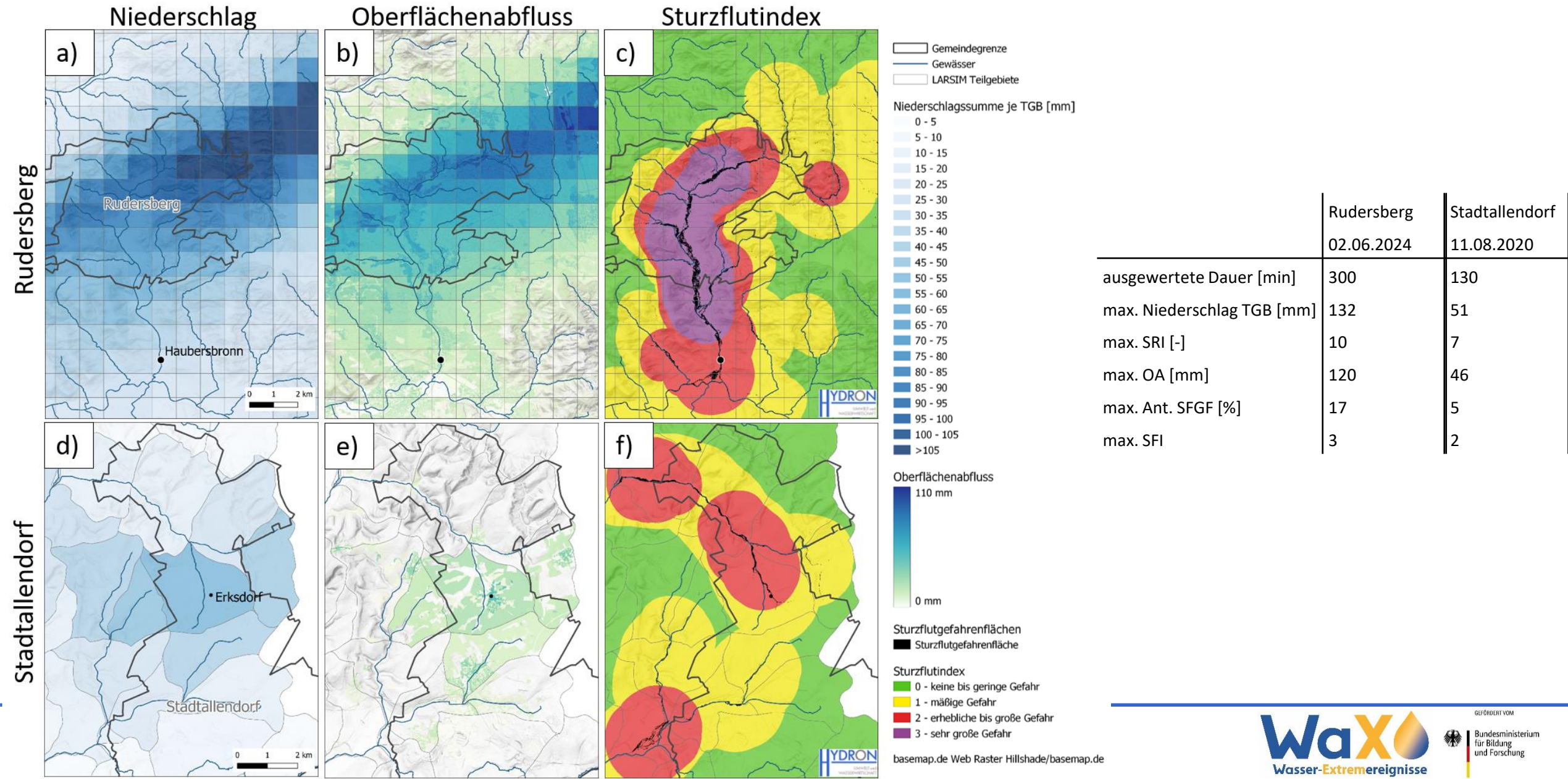


Exemplarische Anwendung - Methodik

- Ermittlung des SFI für Ereignisse in vier Gebieten (100 – 300km²) in vier Bundesländern
 - Rudersberg 02.06.2024
 - Stadtallendorf 11.08.2020
 - Herrstein 27.05.2018
 - Otting 15.08.2017
- Verwendung angeeicherter Radardaten (5 Minuten, ca. 750m, Kachelmann GmbH)
- Verwendung bestehender LARSIM-Modelle, teils ergänzt/aktualisiert um Parametrisierung des dynamischen Infiltrationsmodul zu Ermittlung der Oberflächenabflussbildung (5 Min.)
- Postprozessierung des Oberflächenabflusses unter Nutzung hochaufgelöster Versiegelungsdaten auf 5x5m-Raster
- Ermittlung der Oberflächenabflussakkumulation (SFGF) mit AccRo (Uni Freiburg)
- Ermittlung SFI und qualitative Bewertung der resultierenden SFI

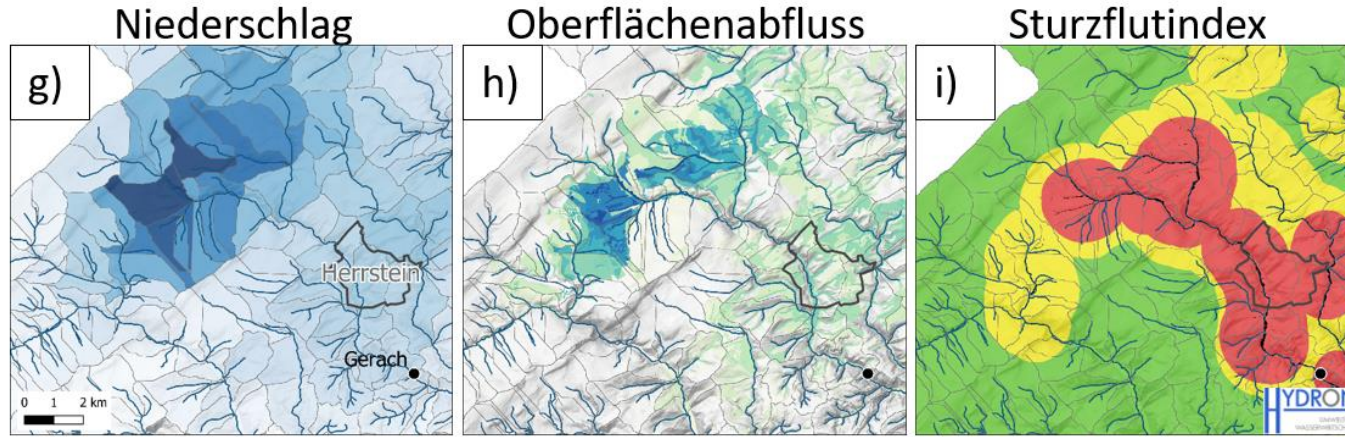


Exemplarische Anwendung - Ergebnisse

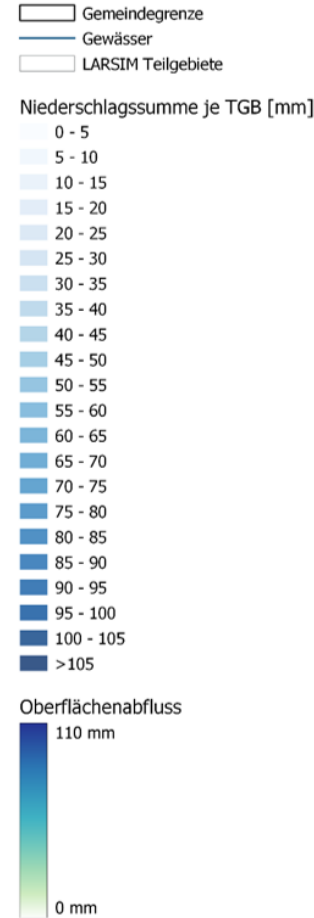
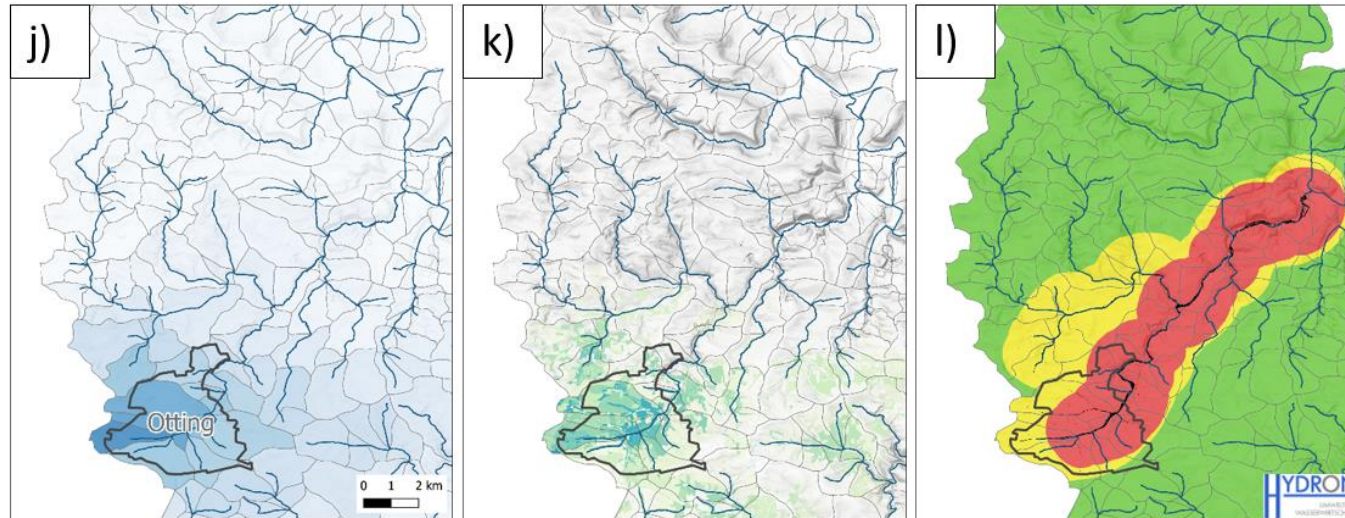


Exemplarische Anwendung - Ergebnisse

Herrstein



Otting



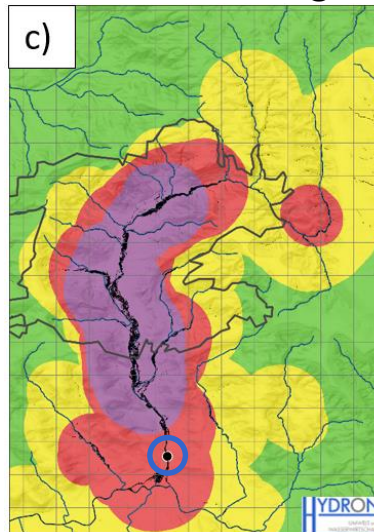
	Herrstein 27.05.2018	Otting 15.08.2017
ausgewertete Dauer [min]	145	145
max. Niederschlag TGB [mm]	110	75
max. SRI [-]	10	9
max. OA [mm]	106	70
max. Ant. SFGF [%]	5	7
max. SFI	2	2

Exemplarische Anwendung - Ergebnisse

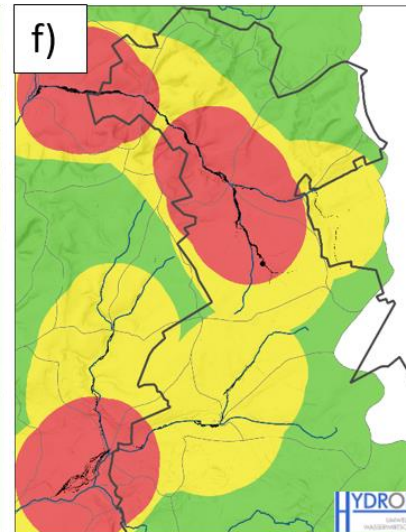
- Abgleich der SFI-Ergebnisse mit Informationen zur Schwere der Ereignisse
- Einstufung der Ereignisse grundsätzlich plausibel
- qualitative Einschätzung flächenhafter Ergebnisse (andauernd)
- gute Übereinstimmung, aber Abgleich nur räumlich begrenzt möglich
- z.T. Schwere der Ereignisse durch wild abfließendes Wasser und Hochwasserwelle bedingt (Beispiel Herrstein)
- zusätzlich Betrachtung verfügbarer Pegel

	Rudersberg 02.06.2024	Stadtallendorf 11.08.2020	Herrstein 27.05.2018	Otting 15.08.2017
ausgewertete Dauer [min]	300	130	145	145
max. Niederschlag TGB [mm]	132	51	110	75
max. SRI [-]	10	7	10	9
max. OA [mm]	120	46	106	70
max. Ant. SFGF [%]	17	5	5	7
max. SFI	3	2	2	2

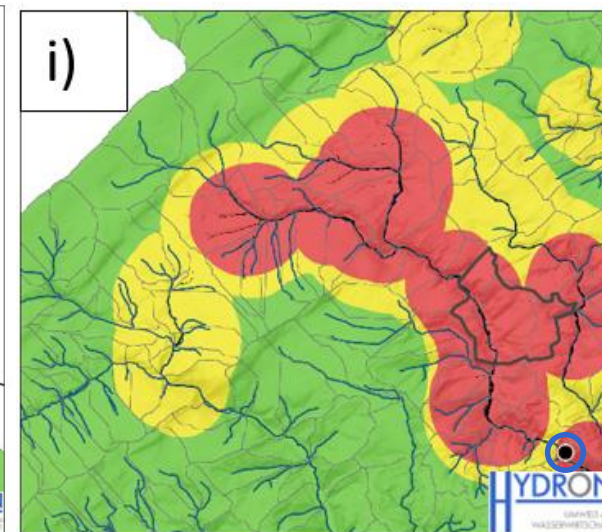
Rudersberg



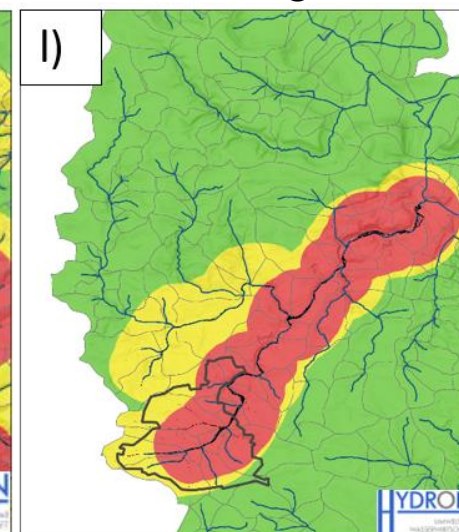
Stadtallendorf



Herrstein



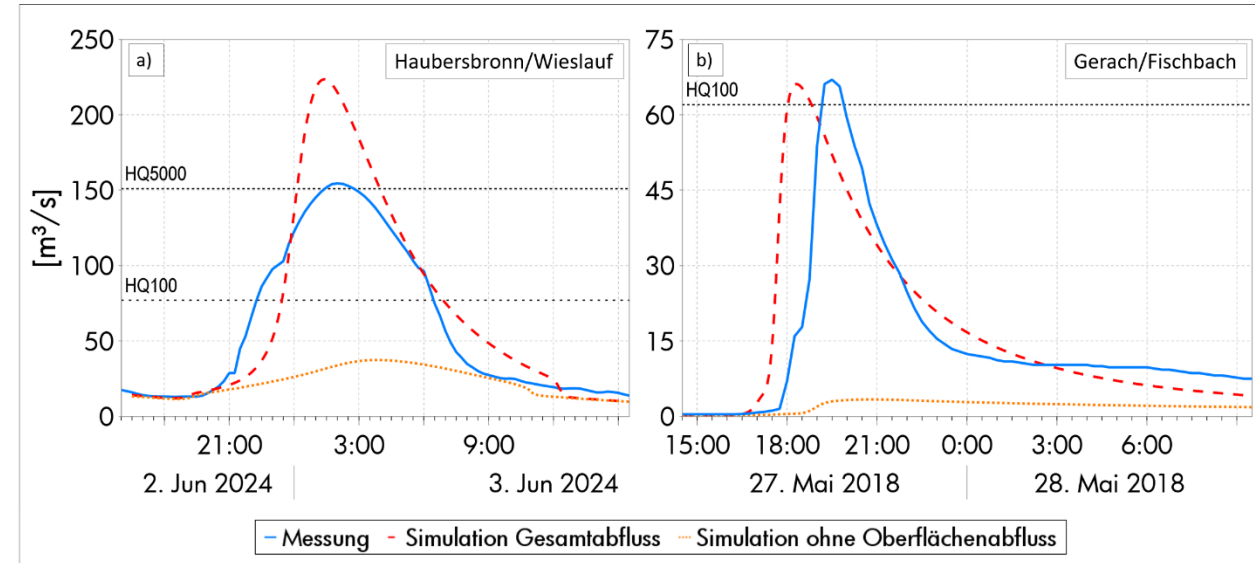
Otting



Exemplarische Anwendung - Ergebnisse

- zusätzlich Grob-Plausibilisierung des Abflussvolumens an verfügbaren Pegeln mit LARSIM
- diverse Unsicherheiten:
 - erhebliche Unsicherheit in Messdaten an beiden Pegeln
 - Unsicherheit in hydrologischer Simulation bei Extremereignis v.a. Wieslauf (z.B. längerfristiger Rückhalt von Wasser im Überschwemmungsgebiet)

- Identifikation von Extremereignissen durch LARSIM korrekt erfolgt
- in Haubersbronn erhebliche Abweichung im Scheitel (Vortrag Dirk Aigner)
- simuliertes integrales (Oberflächen-)abflussvolumen unter Berücksichtigung der Unsicherheiten/Einschränkungen plausibel



	Rudersberg 02.06.2024	Stadtallendorf 11.08.2020	Herrstein 27.05.2018	Otting 15.08.2017
Abflusspegel	Haubersbronn	-	Gerach	-
Gewässer	Wieslauf	-	Fischbach	-
Abflussjährlichkeit Messung	~ HQ _{5.000} *	-	> HQ ₁₀₀	-
Abflussjährlichkeit Simulation	> HQ _{5.000}	-	> HQ ₁₀₀	-
Abflussvolumen $\frac{\text{Simulation}}{\text{Messung}}$	1.13	-	0.96	-

* Abflussscheitel unsicher

Exemplarische Anwendung – Diskussion und Folgerungen

- WHM LARSIM mit Infiltrationsmodul unter Nutzung der landesspezifischen Datengrundlagen geeignet zur Simulation von Sturzfluten
- LARSIM kann **recheneffizienter** Baustein für die Sturzflutsimulation und -warnung sein
- untersuchten Ereignisse zeigen Einflussfaktoren jenseits der Niederschlagsintensität (z.B. Einfluss der Vorfeuchte -> Rudersberg, Lage der Niederschlagszelle -> Otting)
- SFI-Warnung hat einen Mehrwert gegenüber einer reinen Starkregenwarnung
- mit Methodik werden Ereignisse erfasst, die kein HW auslösen bzw. nicht am Pegel erfasst werden (z.B. Stadtallendorf)
- SFI-VHS könnte wie beabsichtigt HW-VHS ergänzen, Plausibilisierung flächenhafter Ergebnisse herausfordernd
- Ereignisse mit sowohl Sturzflut- als auch Hochwassercharakteristiken sind häufig
- Bewarnung mit Kombination aus Hochwasser- und Sturzflutwarnung sinnvoll
- aus Vergleich von SFI mit qualitativen Angaben zur Schwere der Ereignisse ergibt sich eine überwiegend realistische Klassifikation
- SFI als robuster Gefahrenindex geeignet, um flächendeckend Sturzfluten zu klassifizieren und zu bewarnen, Überprüfung anhand weiterer Ereignisse u. Szenarien notwendig
- es bleiben diverse Unsicherheitsquellen (v.a. aber nicht nur Niederschlags-VHS)
- wenngleich zweifellos noch Forschungs- und Optimierungsbedarf besteht, könnte der SFI und die angewendete Modellkombination perspektivisch eine sinnvolle Grundlage für eine operationelle Sturzflutwarnung bilden

*OA-Simulation & Postprozessierung für Otting (300km²) < 60 Sekunden
AccRo schneller als aktuelle GPU-basierte Modelle*

Danke! Fragen?