

Aktuelles zum HiOS Projekt: Oberflächenabfluss und Sturzfluten – Detaillierte kleinräumige Modellierung und bayernweite Hinweiskarte

Karl Broich, Markus Disse, Johannes Mitterer

Karl Broich¹, Markus Disse¹, Maria Kaiser¹, Jorge Leandro¹,
Qing Lin¹, Ralf Ludwig², Johannes Mitterer¹, Hai Nguyen³,
Thomas Pflugbeil¹, Fabian von Trentini², Florian Willkofer²

1) Technische Universität München, Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement

2) Ludwig-Maximilians-Universität, Department für Geographie

3) Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften



Starkregen und Sturzfluten - Problematik

Intensives, kurzes und
kleinräumiges Ereignis



Erschwerte Vorhersage.
Stationäre Betrachtung
nicht möglich.

Das Niederschlags-
volumen ist relativ gering

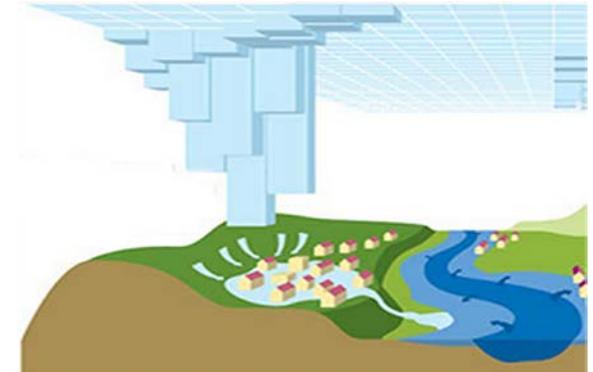
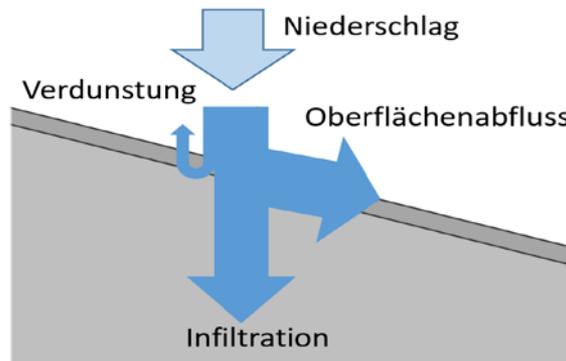


Sehr sensitiv auf
Veränderlichkeit von
Infiltration und Retention.

Es existiert oft keine
Pegelanbindung.



Eingabewerte für das
hydrodynamische Modell
müssen hydrologisch
berechnet werden.



Das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben HiOS

Projektname	Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut (HiOS)
Projektlaufzeit	01.08.2017 – 31.03.2021
Fördervolumen	1.855.396 €
Fördergeber	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
Betreuung	Bayerisches Landesamt für Umwelt, Referat 69
Projektpartner	Technische Universität München Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement, Prof. Disse Ludwig-Maximilians-Universität Department für Geographie, Prof. Ludwig Leibniz-Rechenzentrum der Bay. Akademie der Wissenschaften Prof. Kranzmüller



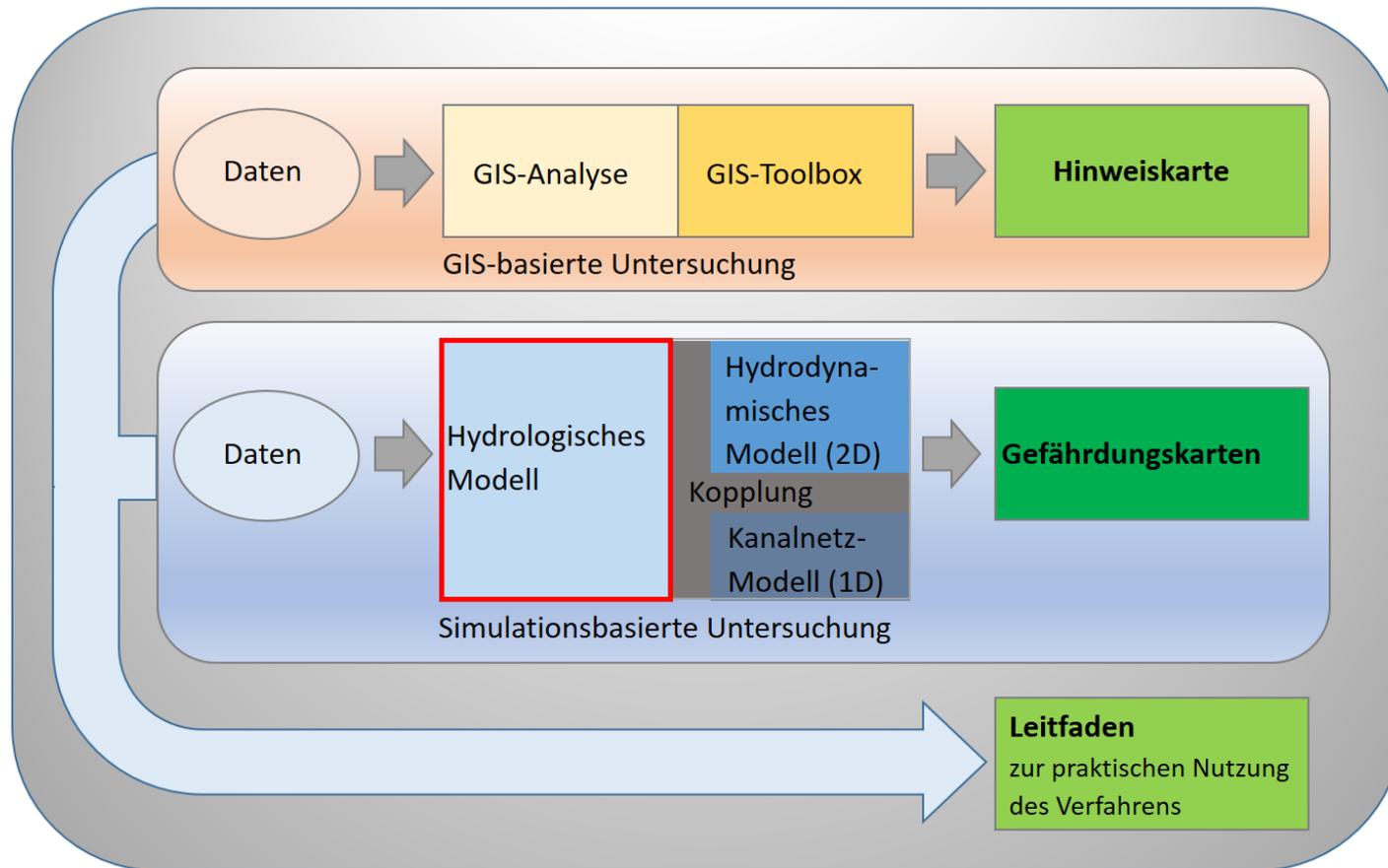
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



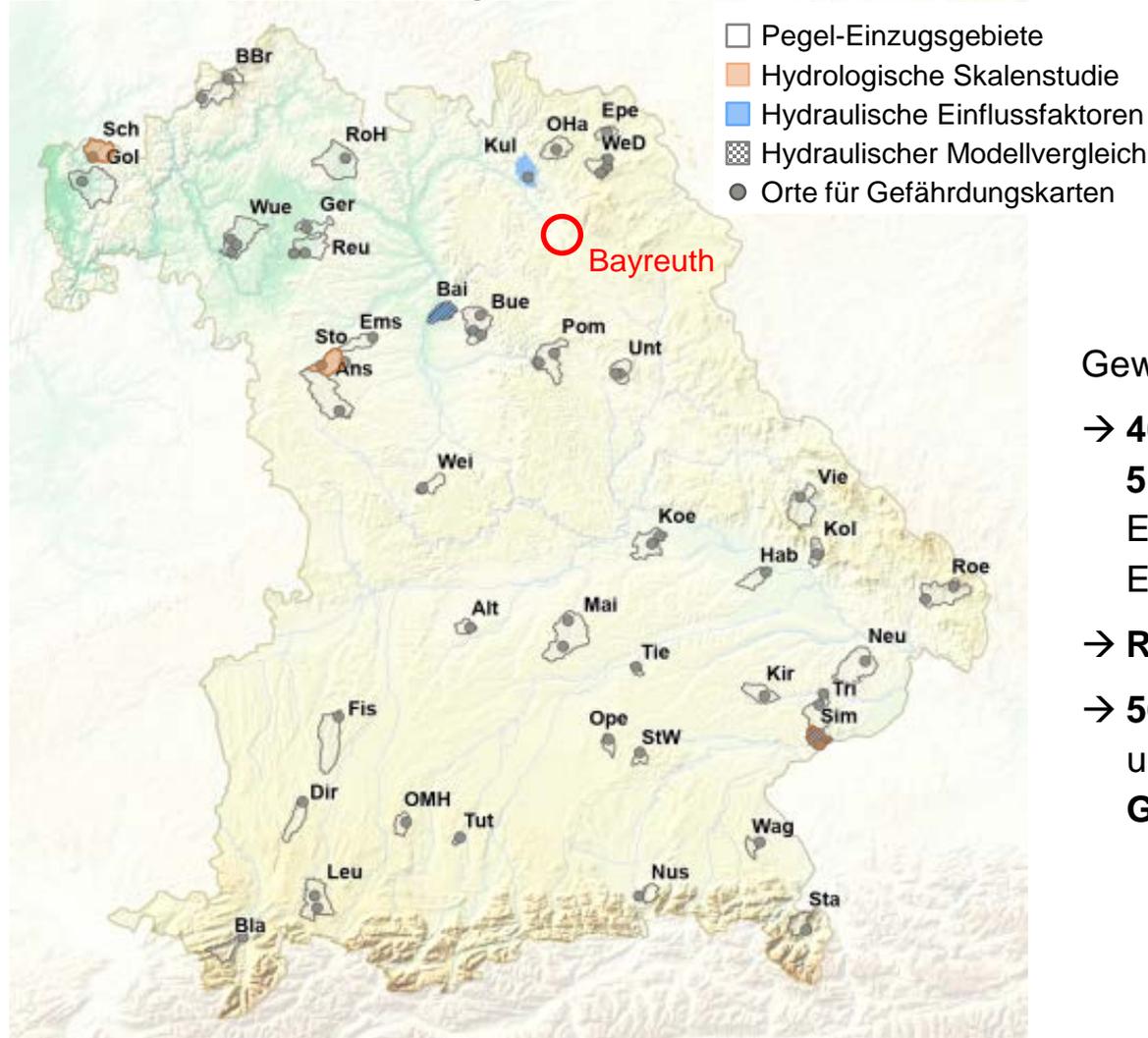
Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Produkte : Hinweiskarte, Gefährdungskarten, Leitfaden



Gebiets- und Ereignisauswahl



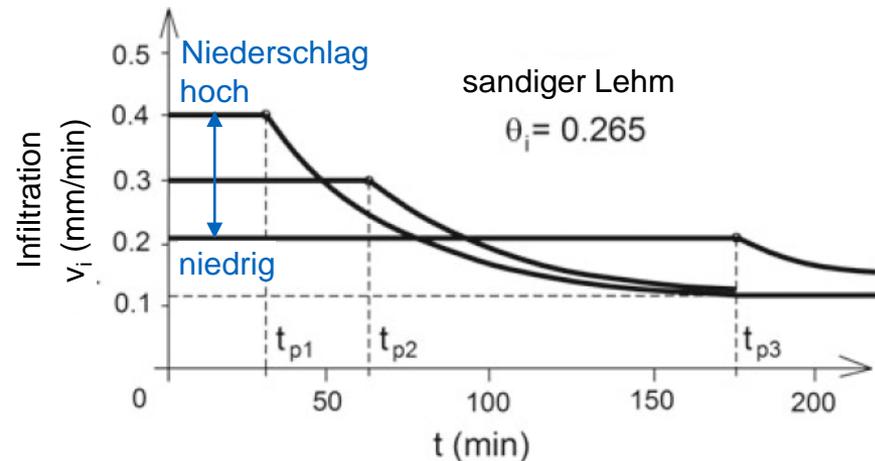
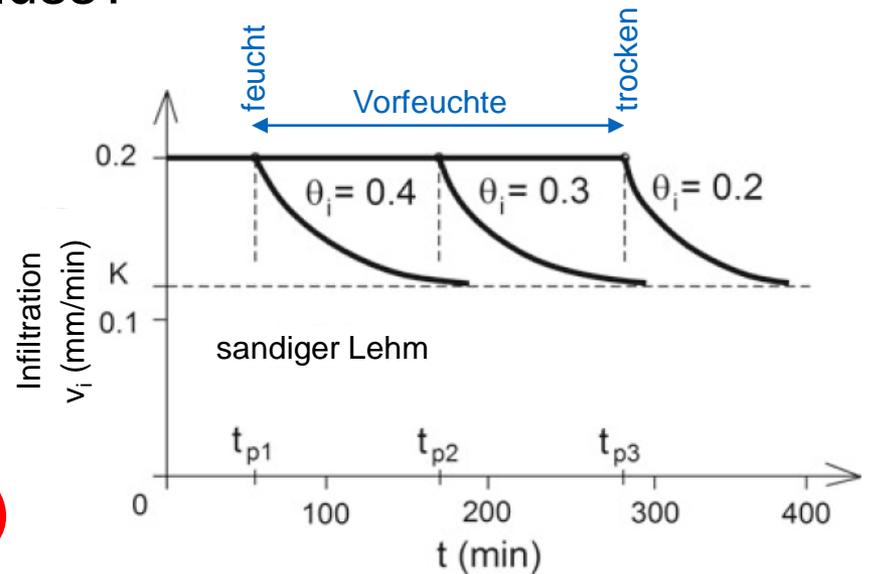
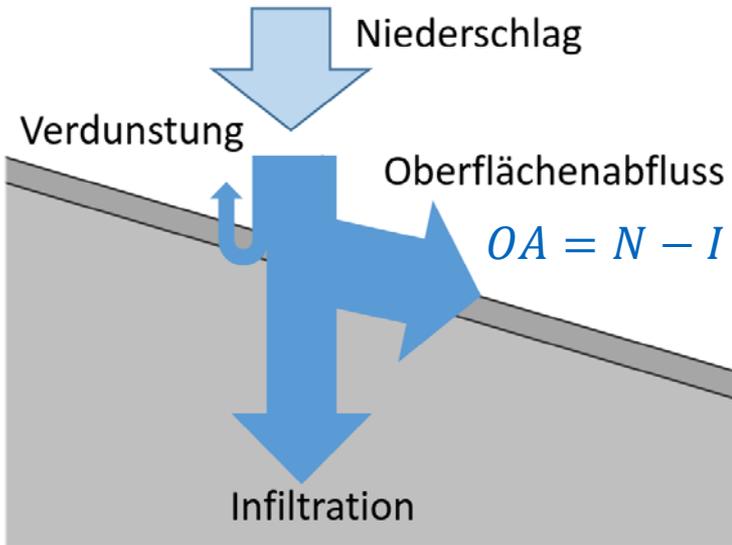
Gewählte Einheiten:

- **40 Pegel-Einzugsgebiete** und dabei **51 Starkregenereignisse** für Ereignisauswertung und hydrologische Einflussfaktoren
- **Reduktion auf 34 Ereignisse**
- **56 Orte** für die beispielhafte Erstellung und Erprobung der Simulation für die **Gefährdungskarten**

Charakteristika von Starkregen und Sturzfluten



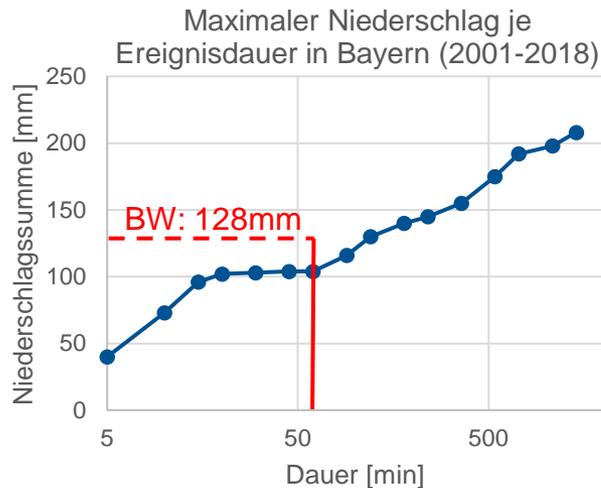
Wann entsteht viel Oberflächenabfluss?



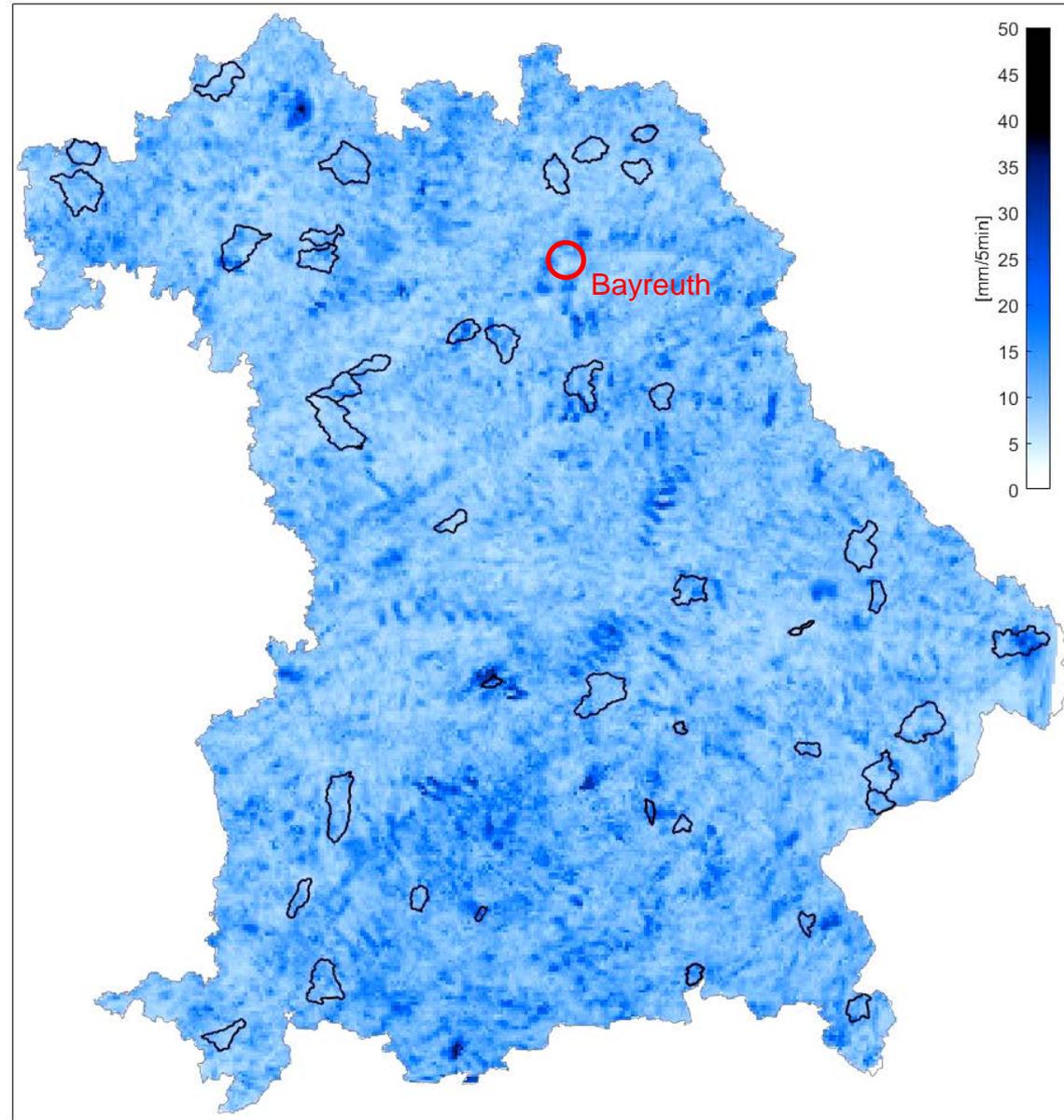
Novák und Hlaváčiková (2019)

Räumliche und zeitliche Ausdehnung

- Konvektive Zellen können bis zu einer Dauer von 9h hohen Niederschlag generieren.
- Aufeinanderfolgende oder quasi-stationäre Zellen führen zu besonders hohen Volumina
- Für eine Validierung muss sich eine Station im Bereich hoher Intensität befinden



duration: 00:05 h

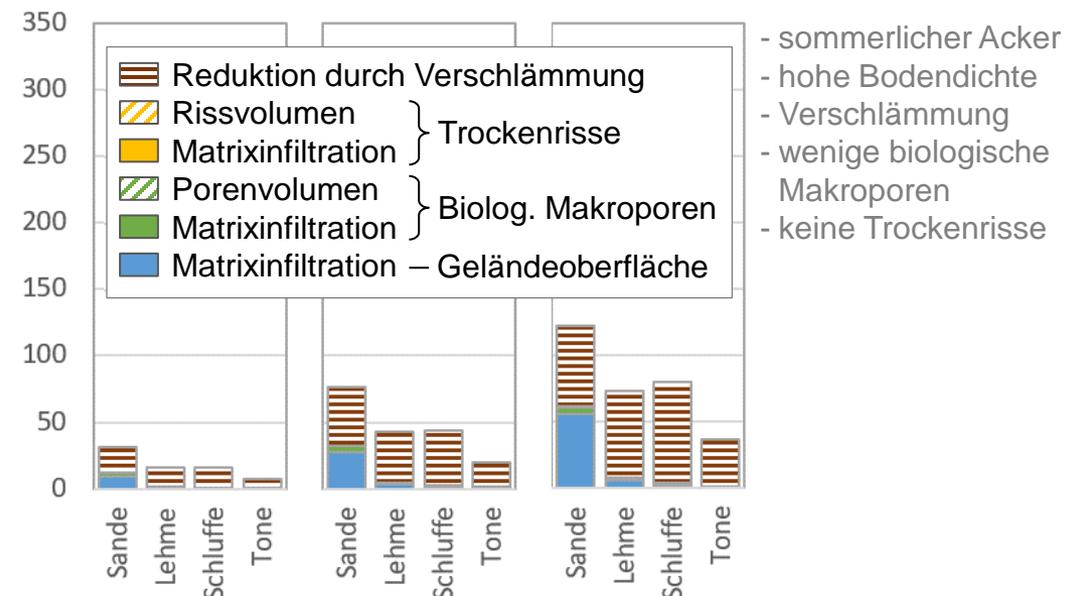
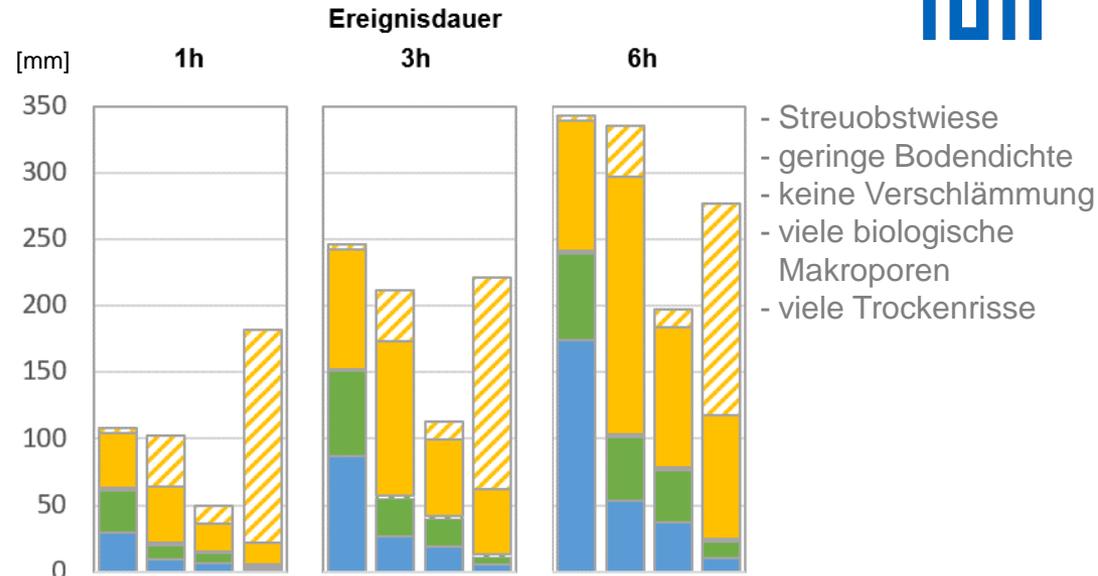


Abschätzung der potentiellen Infiltrationskapazität

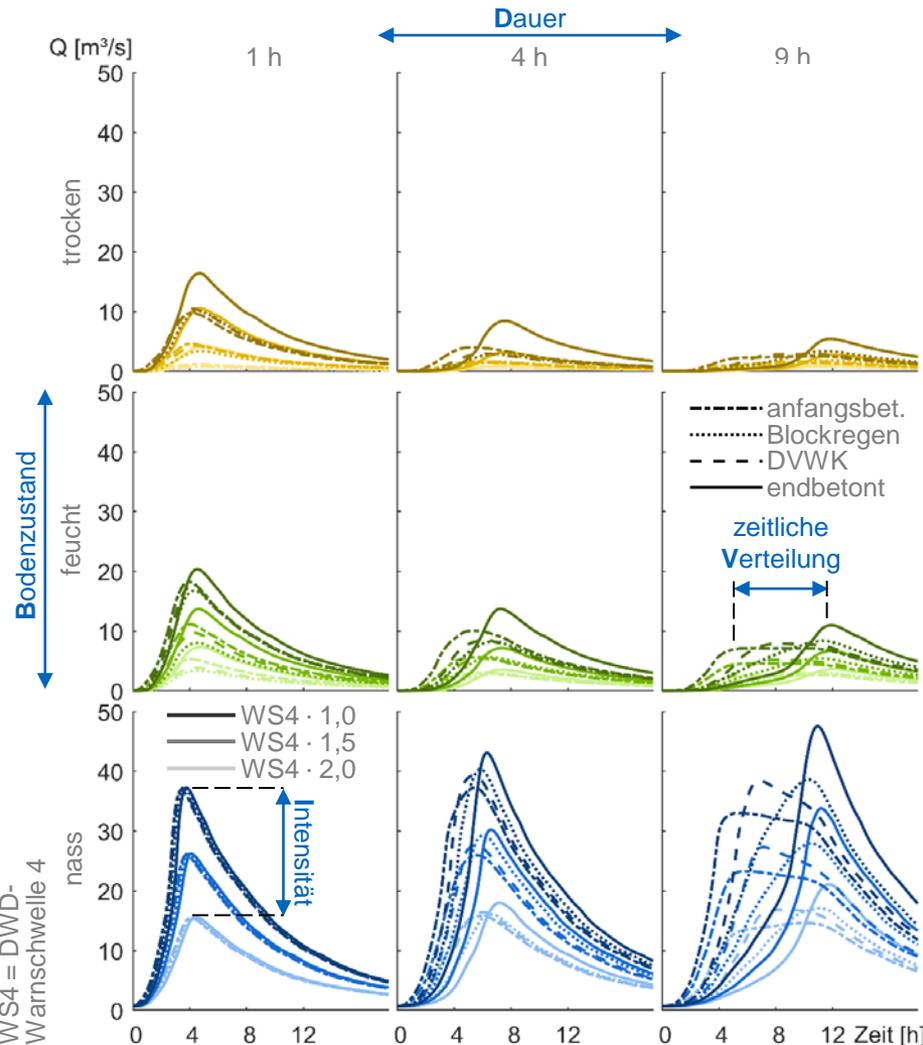
Mittlere potentielle Infiltrationsvolumina nach Ereignisdauer und Gruppen der Bodenarten

- Auch bei Starkregenniveau ist die Variabilität des Infiltrationspotentials bei allen Bodenarten sehr hoch
- Je nach Charakteristik des Niederschlags dominiert das direkt verfügbare Porenvolumen oder die Matrixinfiltration

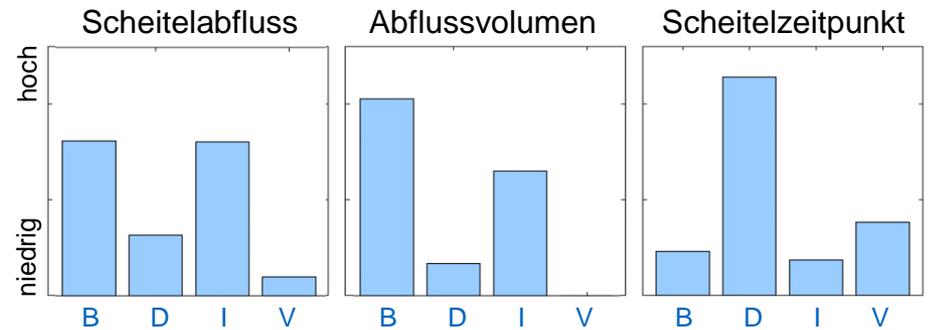
Abgeschätzt nach Ad-hoc AG Boden (2005), LEG (2020) und Steinbriech et al. (2016).



Einfluss von Niederschlag und Vorfeuchte auf den Abfluss

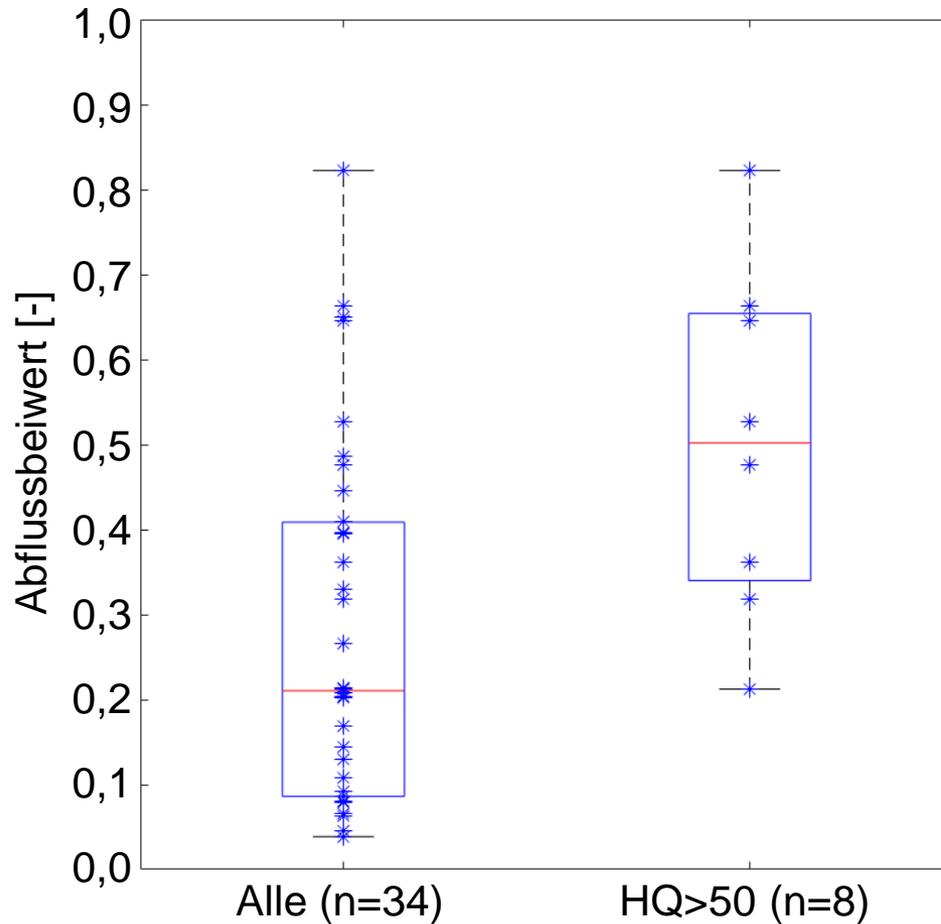


Relativer Einfluss meteorologischer und boden-hydrologischer Faktoren auf wichtige Abflussgrößen

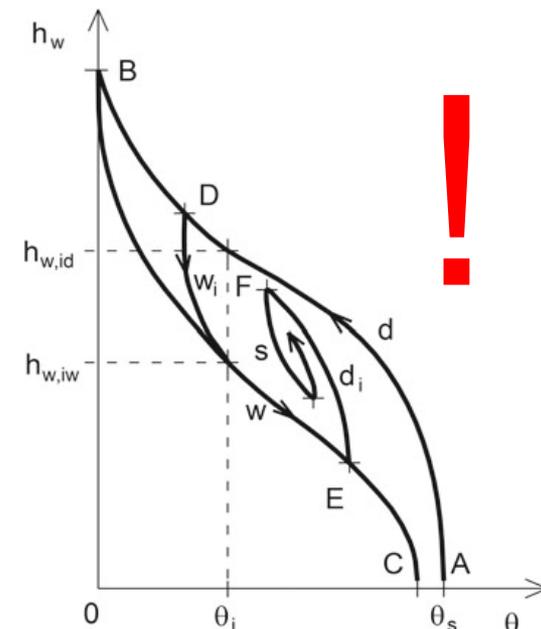


- Intensität und Bodenzustand beeinflussen besonders Scheitelabfluss und Abflussvolumen.
- Die Dauer und in geringerem Maße die zeitliche Verteilung beeinflussen besonders den Scheitelzeitpunkt.

Abflussbeiwerte



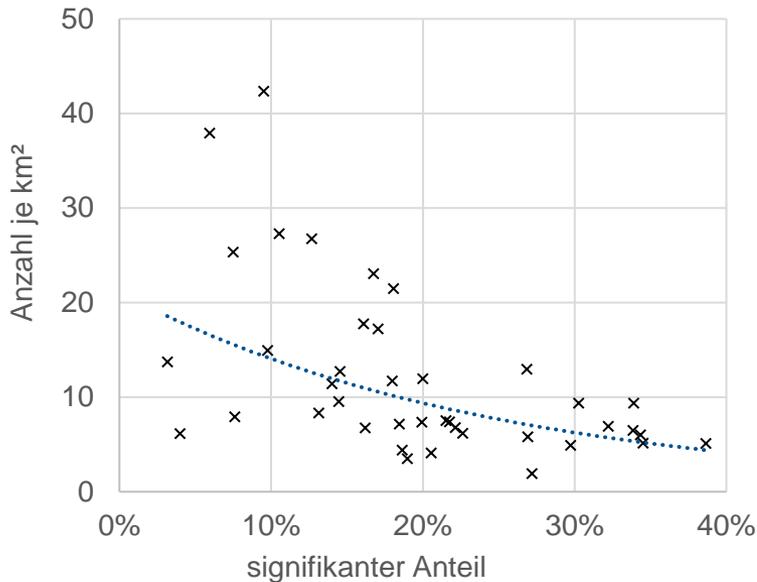
- Starke Streuung in den gewählten Ensembles
 - Deutlich höhere Abflussbeiwerte bei Ereignissen mit hohem HQ-Wert
 - jedoch immer noch stark streuend mit Median bei 0,5
- Einfache Abschlagsrechnungen sind nicht sinnvoll



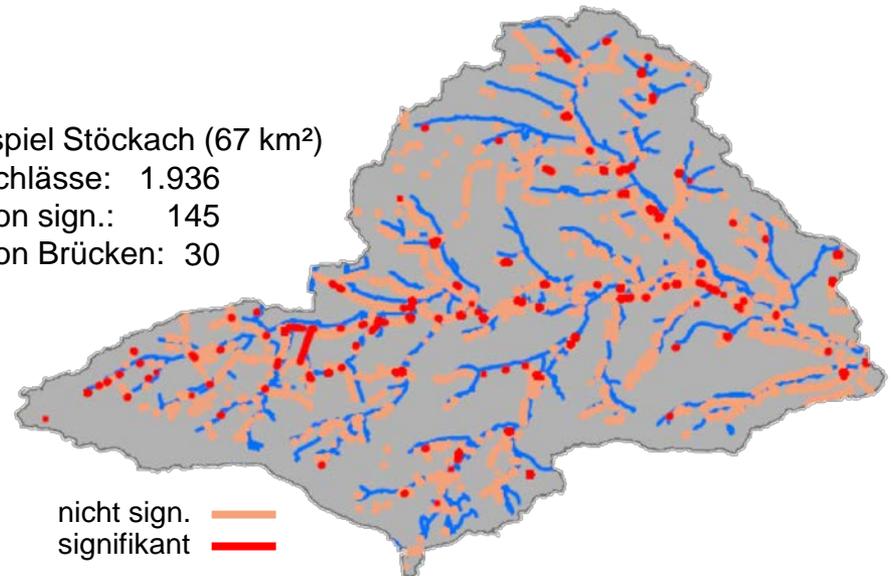
Durchlässe

Ableitung der Durchlässe in 40 Einzugsgebieten unter Verwendung von:

- DGM (1x1 m²)
- Luftbildern
- ATKIS-Landnutzung
- Abflussakkumulation
- abgeleiteten Senken-Polygonen



Beispiel Stöckach (67 km²)
Durchlässe: 1.936
davon sign.: 145
davon Brücken: 30



Zusammenfassung

- Der **Niederschlag** ist eine wichtige aber nicht veränderliche Einflussgröße.
 - Die Eigenschaften **Dauer, Intensität und berechnete Fläche des Einzugsgebiets** prägen durch Starkregen induzierte Abflussganglinien stark.
 - Die Dauer und in geringerem Maße die zeitliche Verteilung beeinflussen besonders den Scheitelzeitpunkt, die Intensität (und der Einzugsgebietszustand) das Abflussvolumen.
- Die **Infiltration** wird durch den Bodenzustand, die Intensität und in geringerem Maße den zeitlichen Verlauf des Niederschlags beeinflusst.
 - **Abflussvolumen und Spitzenabfluss können sich durch einen veränderten Bodenzustand vervielfachen.**
 - Der Bodenzustand ist **bisher messtechnisch kaum erfasst** und simulationstechnisch nicht zufriedenstellend darstellbar. Es ergibt sich dadurch an dieser Stelle **besonderer Handlungsbedarf.**
- **Durchlässe** können je nach lokalen Gegebenheiten einen wesentlichen Einfluss auf den Wellenablauf haben.

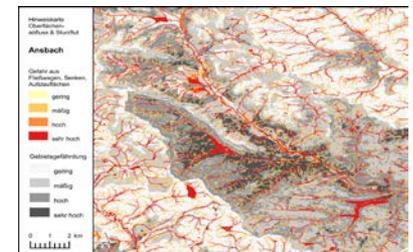
Bayernweite Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut



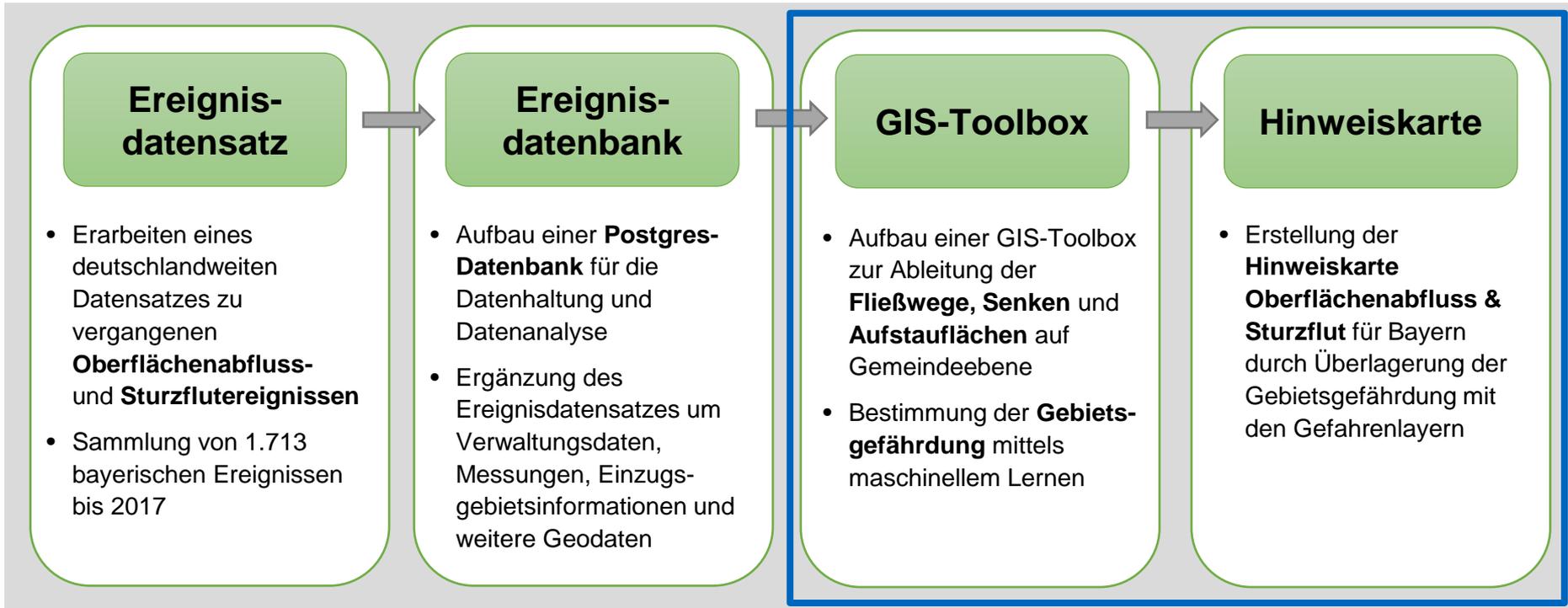
Die Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut

- ... gibt **Hinweise** auf eine mögliche Gefährdung durch Oberflächenabfluss und Sturzfluten für Bayern und dient damit der **Sensibilisierung** für das Thema Starkregengefahren
- ... ist eine **Hilfestellung** für interessierte Bürger, Kommunen, sowie Fachplaner und Mitarbeiter der Wasserwirtschaftsämter
- ... soll Bürger und Kommunen animieren, ihre **individuelle Gefährdungslage** zu bewerten

→ Einleitung von Vorsorgemaßnahmen oder Beauftragung von Detailuntersuchungen durch Ingenieurbüros



Entwicklung der Hinweiskarte



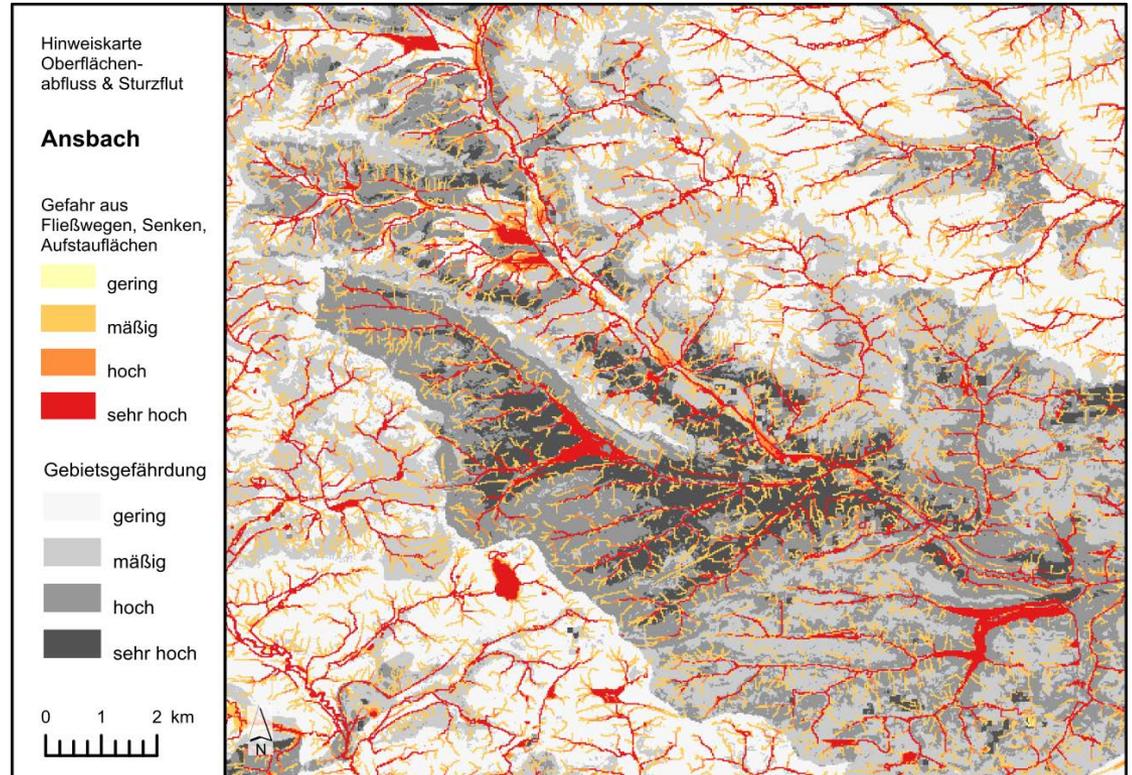
Erstellung der Hinweis Karte

Überlagerung

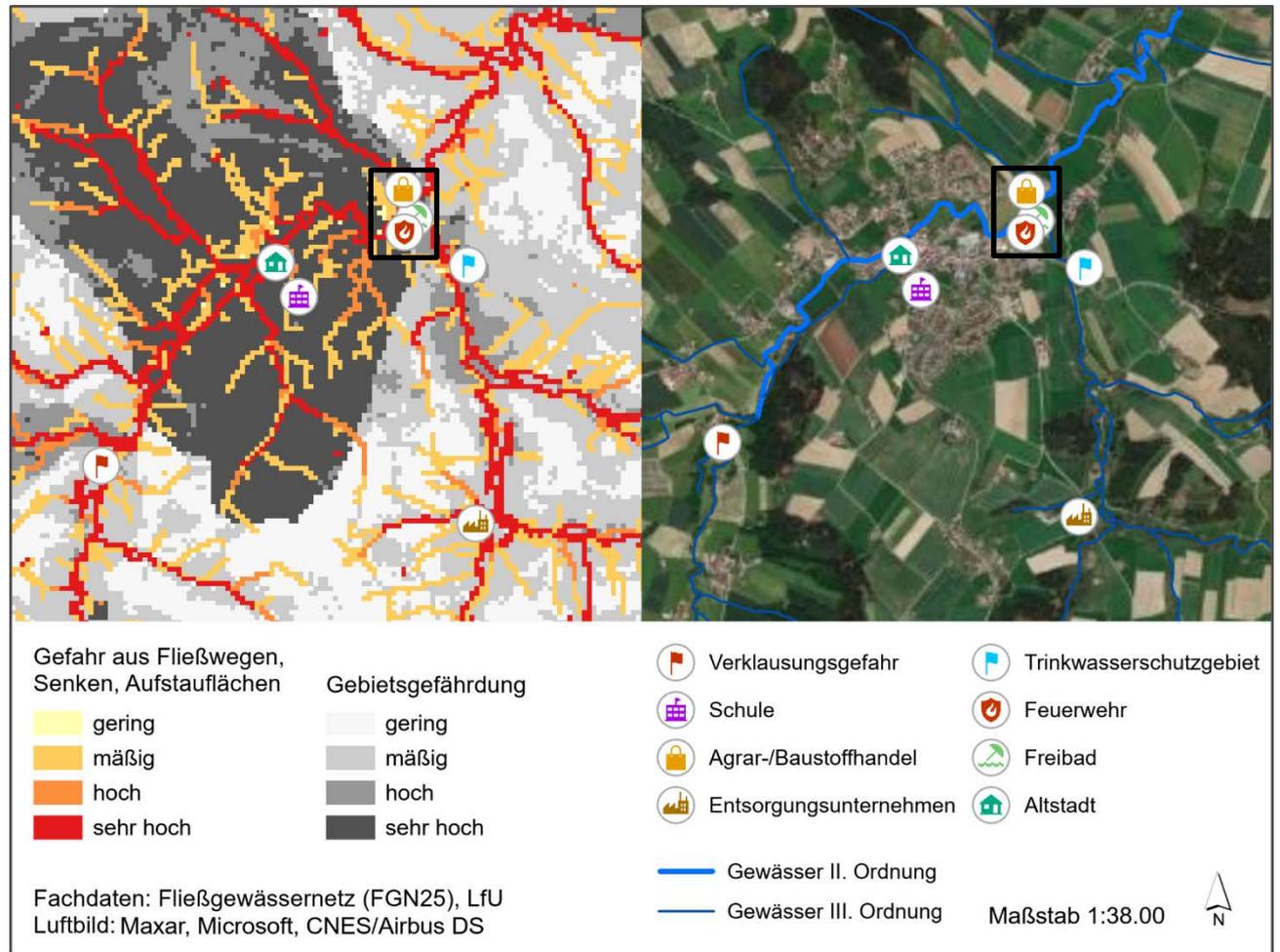
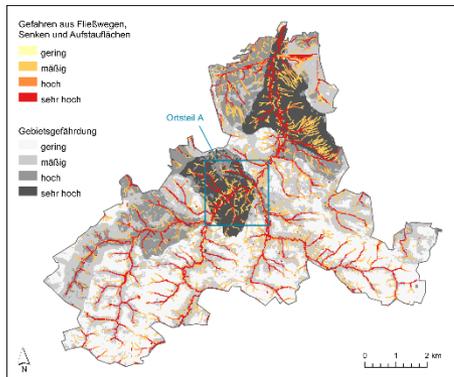
Gebiets-
gefährdung



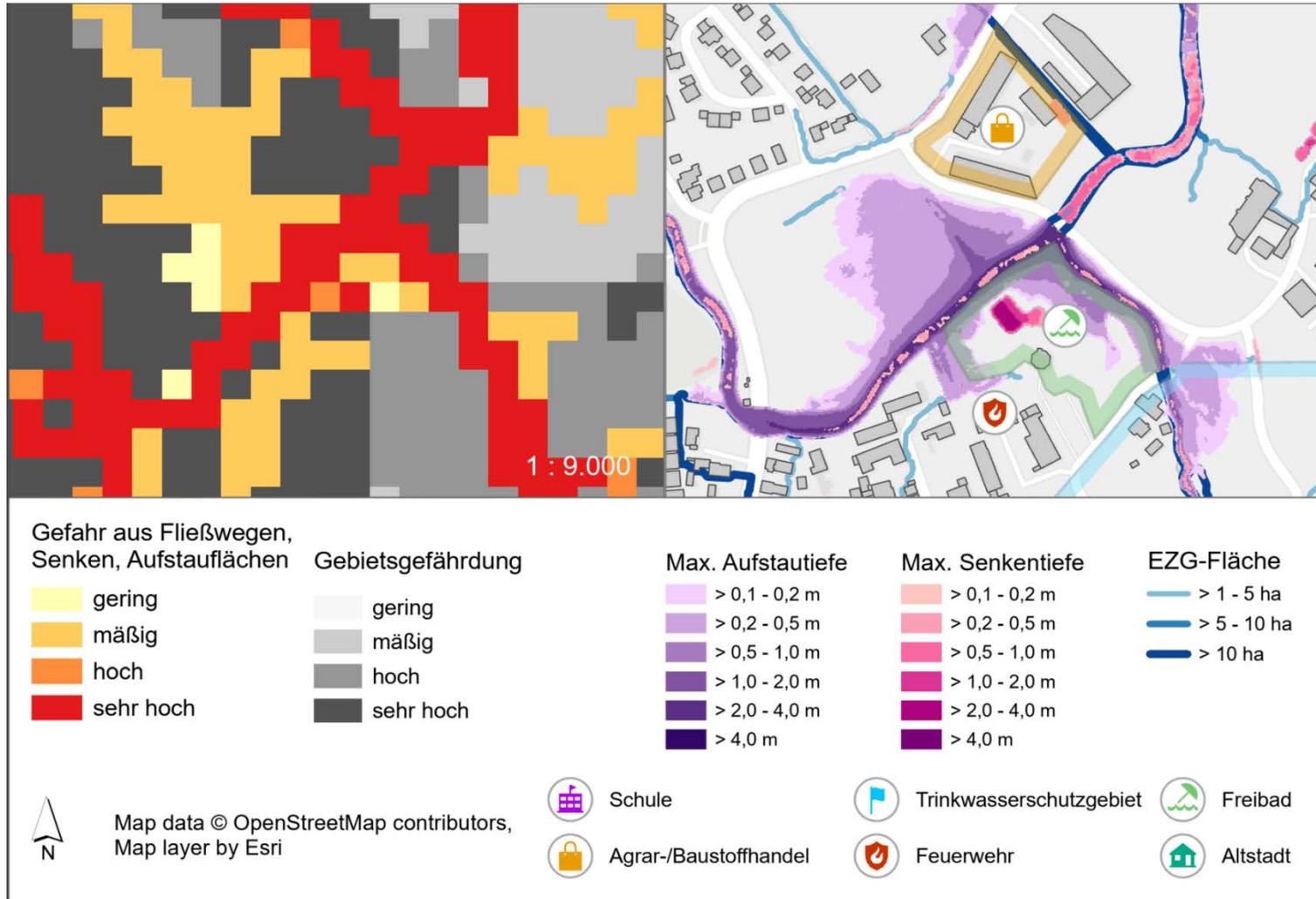
Gefahren-
layer



Beispielauswertung der Hinweiskarte

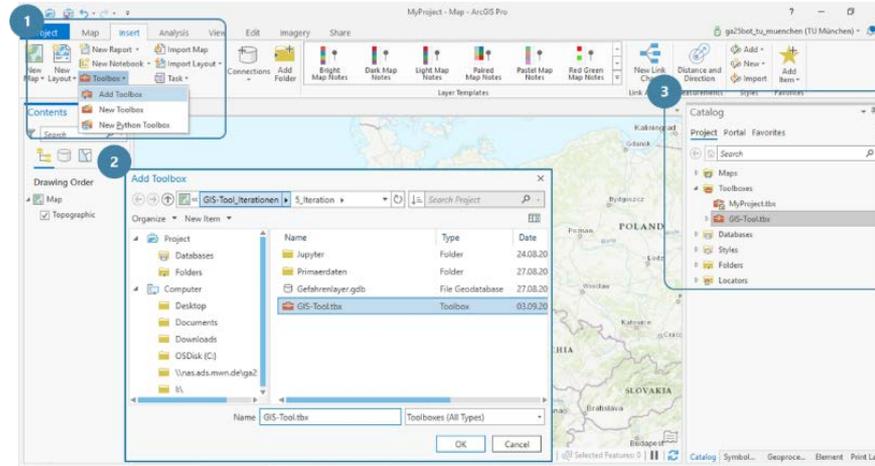


Beispielauswertung der Hinweiskarte



Die HiOS-Toolbox für *ArcGIS Pro*

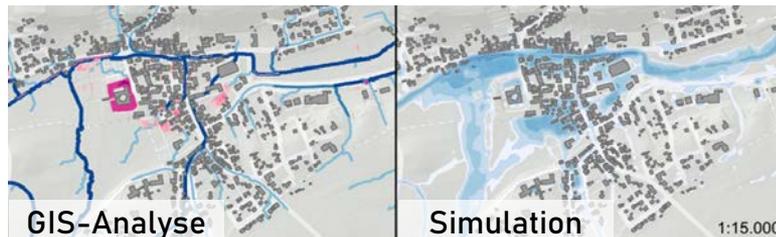
- Ableitung und Visualisierung der Gefährdung durch Oberflächenabfluss und Sturzflut für ein **beliebiges Gemeindegebiet** Bayerns mit der HiOS-Toolbox für *ArcGIS Pro 2.7*
- Die HiOS-Toolbox als Werkzeug für **Wasserwirtschaftsämter, Kommunen** und **Ingenieurbüros**



Zusammenfassung (Hinweiskarte)

Gefahrenlayer

- + Gute Lagegenauigkeit
- + Hinweise auf maximale Füllung der Senken- bzw. Austauflächen
- Belastungsunabhängige Ableitung ohne Berücksichtigung von bodenphysikalischen oder hydrologischen Einflussgrößen
- Diskrepanz zw. abgeleiteten, linienhaften Fließwegen und realen Überflutungsflächen



Gebietsgefährdung

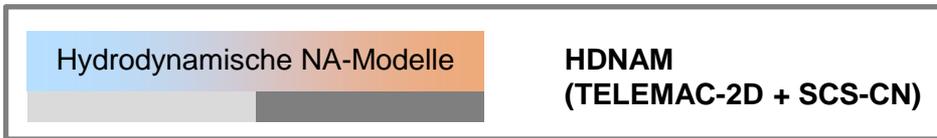
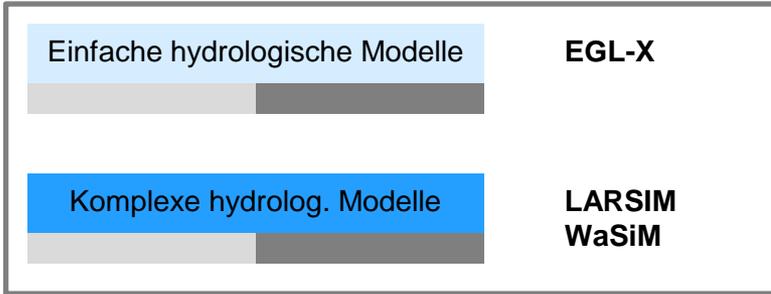
- + Berücksichtigung vieler Einflussfaktoren (z.B. Topografie, Boden, Einzugsgebiet)
- + Abbildung des komplexen Zusammenspiels der verschiedenen Einflussfaktoren
- Belastungsunabhängige Ableitung
- Keine Berücksichtigung von Nachbarschaftsverhältnissen zwischen den Rasterzellen

Die Hinweiskarte vereint das Beste aus GIS-Analyse und Machine Learning und liefert wertvolle Hinweise auf erhöhte Gefährdungen durch Oberflächenabfluss und Sturzflut.

Detaillierte kleinräumige Modellierung



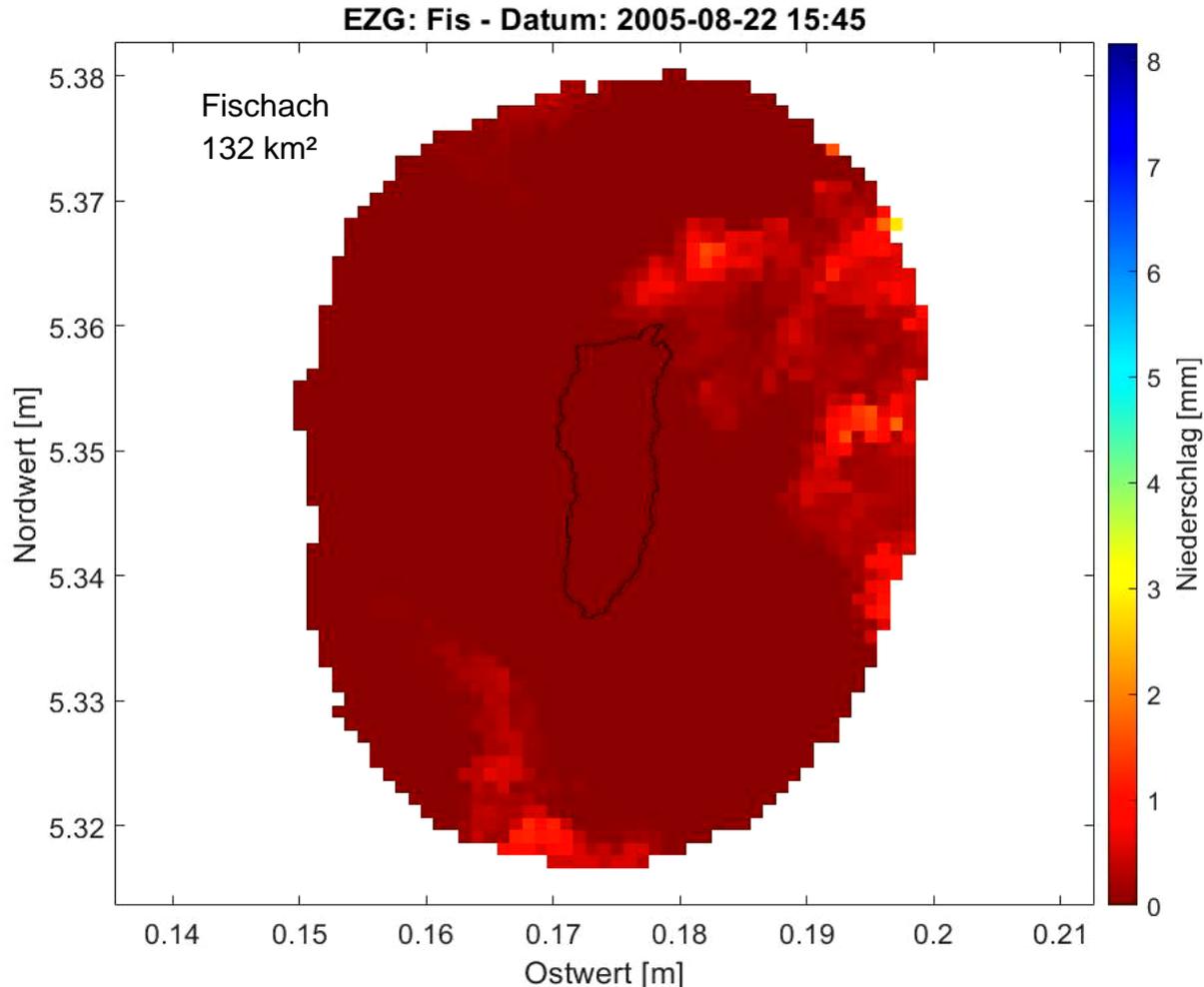
Modellübersicht



Legende:

Abflussbildung	Abflusskonzentration + Wellenablauf	Prozesse
		Effektiver Niederschlag
		Zuflussganglinie
		Bidirektionale Kanalnetzdaten
		Modelltyp
		Kanalnetzmodell

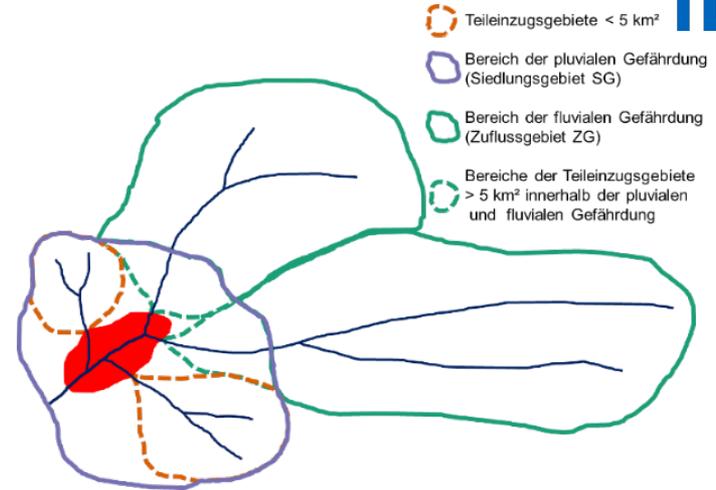
Niederschlag: Starkregenereignis in Fischach 22.8.2005



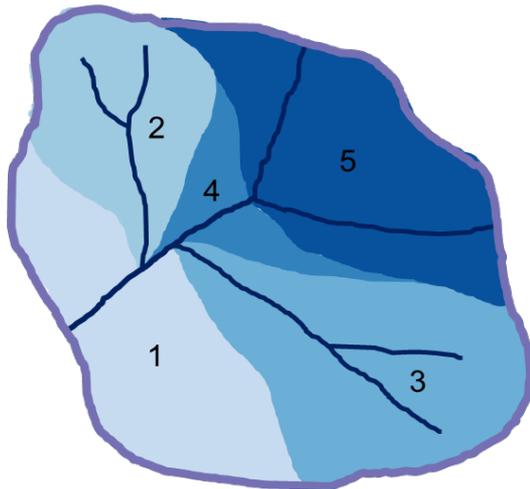
Niederschlag in mm innerhalb von 5min, Zellgröße 1km² (RADOLAN-Daten;DWD, 2019)

Pluviales Szenario

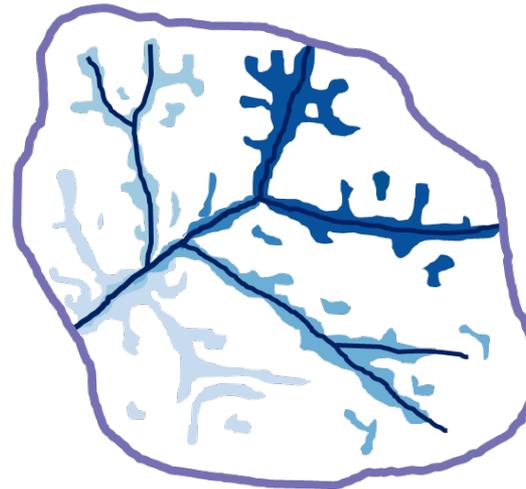
- Beregnung nur im Siedlungsbereich
- Mehrere Niederschlagszellen werden überlagert
- Endbetonte, räumlich uniforme Beregnung mit 100 mm in 1 h



Niederschlagszellen 1 - 5



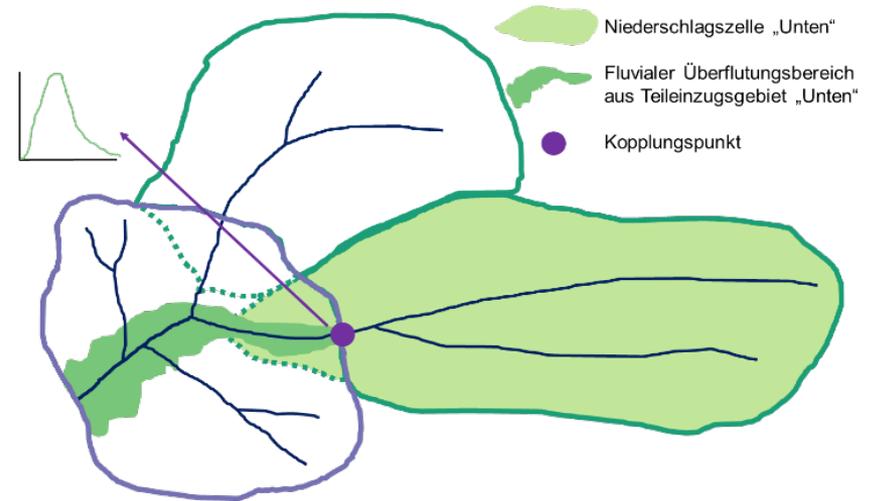
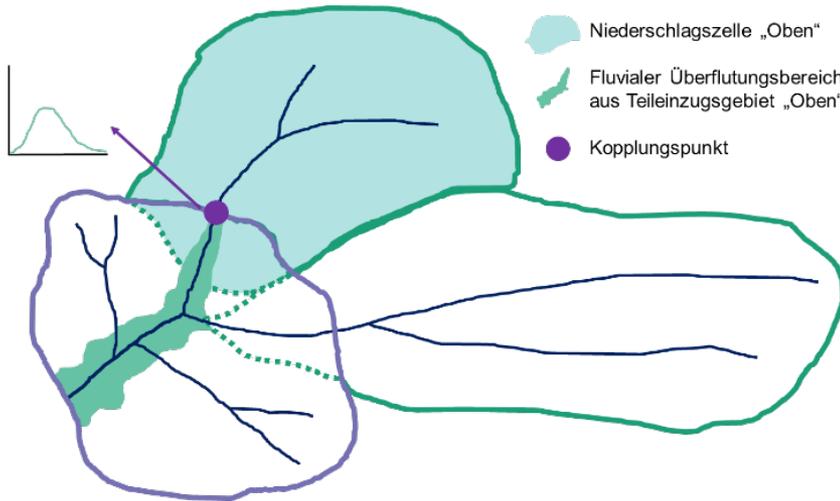
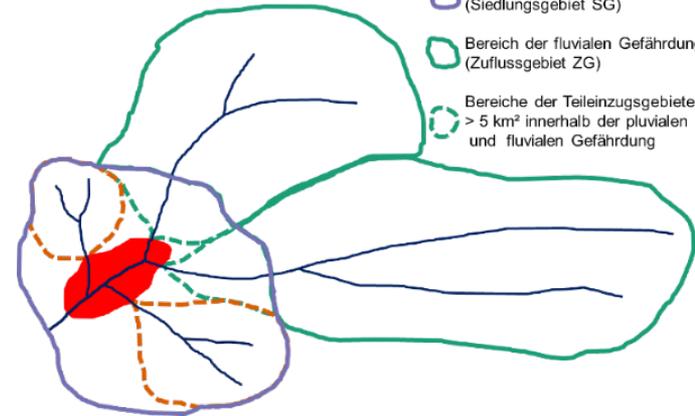
Pluvialer Überflutungsbereich
aus den Niederschlagszellen 1 -5



Fluviale Szenarien

- Zwei Szenarien: 100 a und 1000 a
- Separate Berechnung der Teileinzugsgebiete
- Simulation des ZG mit hydrologischen Modellen
 – Übergabe von Ganglinien an
 Kopplungspunkten

- Teileinzugsgebiete < 5 km²
- Bereich der pluvialen Gefährdung (Siedlungsgebiet SG)
- Bereich der fluvialen Gefährdung (Zuflussgebiet ZG)
- Bereiche der Teileinzugsgebiete > 5 km² innerhalb der pluvialen und fluvialen Gefährdung



Gefährdungskarte für das Siedlungsgebiet Triftern

Ortsteil A

Überflutungstiefen

Pluviales Szenario
100 mm in 1 h
Fluviale Szenarien
N 100 / 1000

max. Überflutungstiefen P100mm

- 0,05 - 0,10 m
- 0,10 - 0,25 m
- 0,25 - 0,50 m
- 0,50 - 1,00 m
- 1,00 - 2,00 m
- > 2,00 m

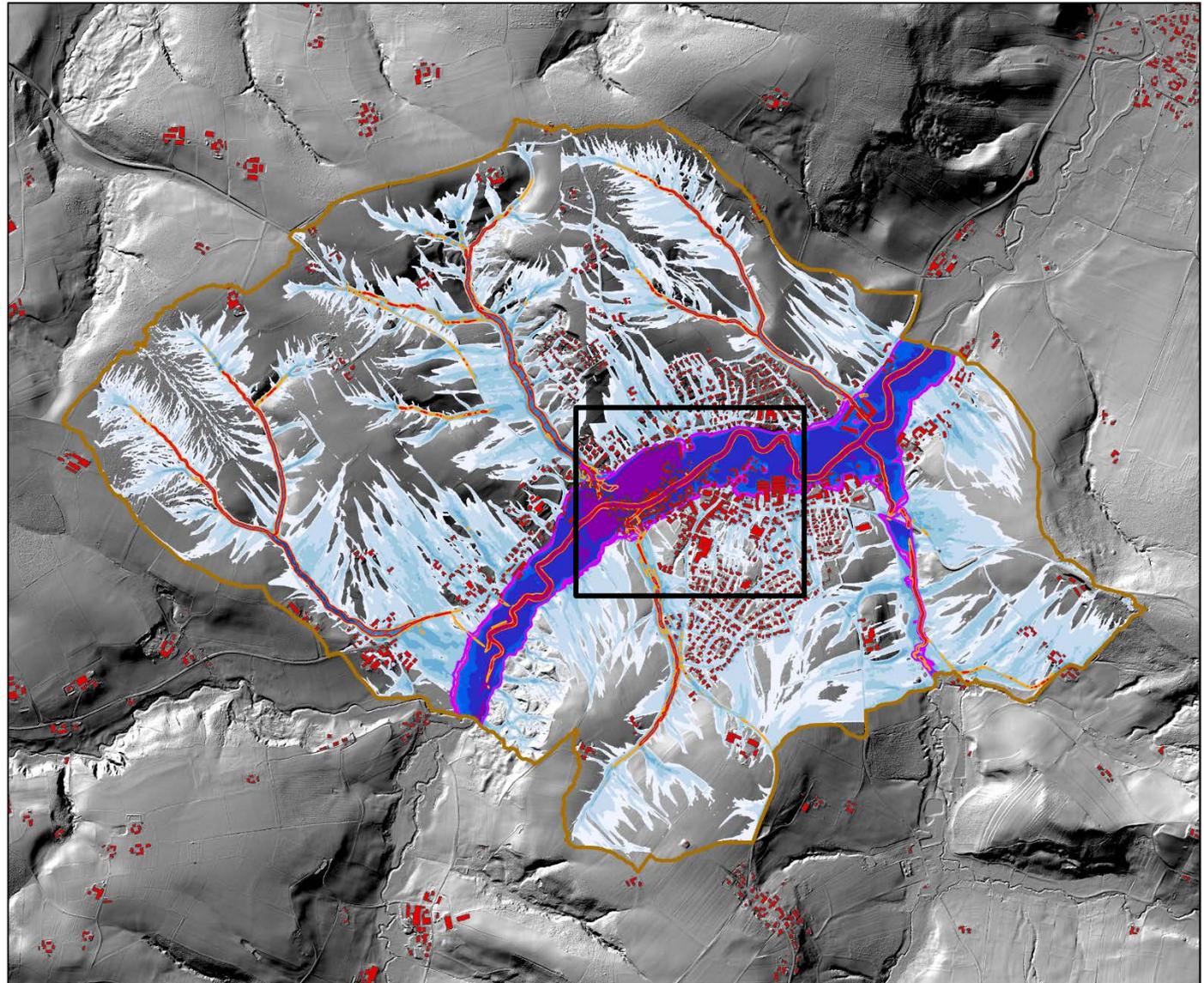
max. Überflutungstiefen N1000

- 0,00 - 0,05 m
- 0,05 - 0,10 m
- 0,10 - 0,25 m
- 0,25 - 0,50 m
- 0,50 - 1,00 m
- 1,00 - 2,00 m
- > 2,00 m

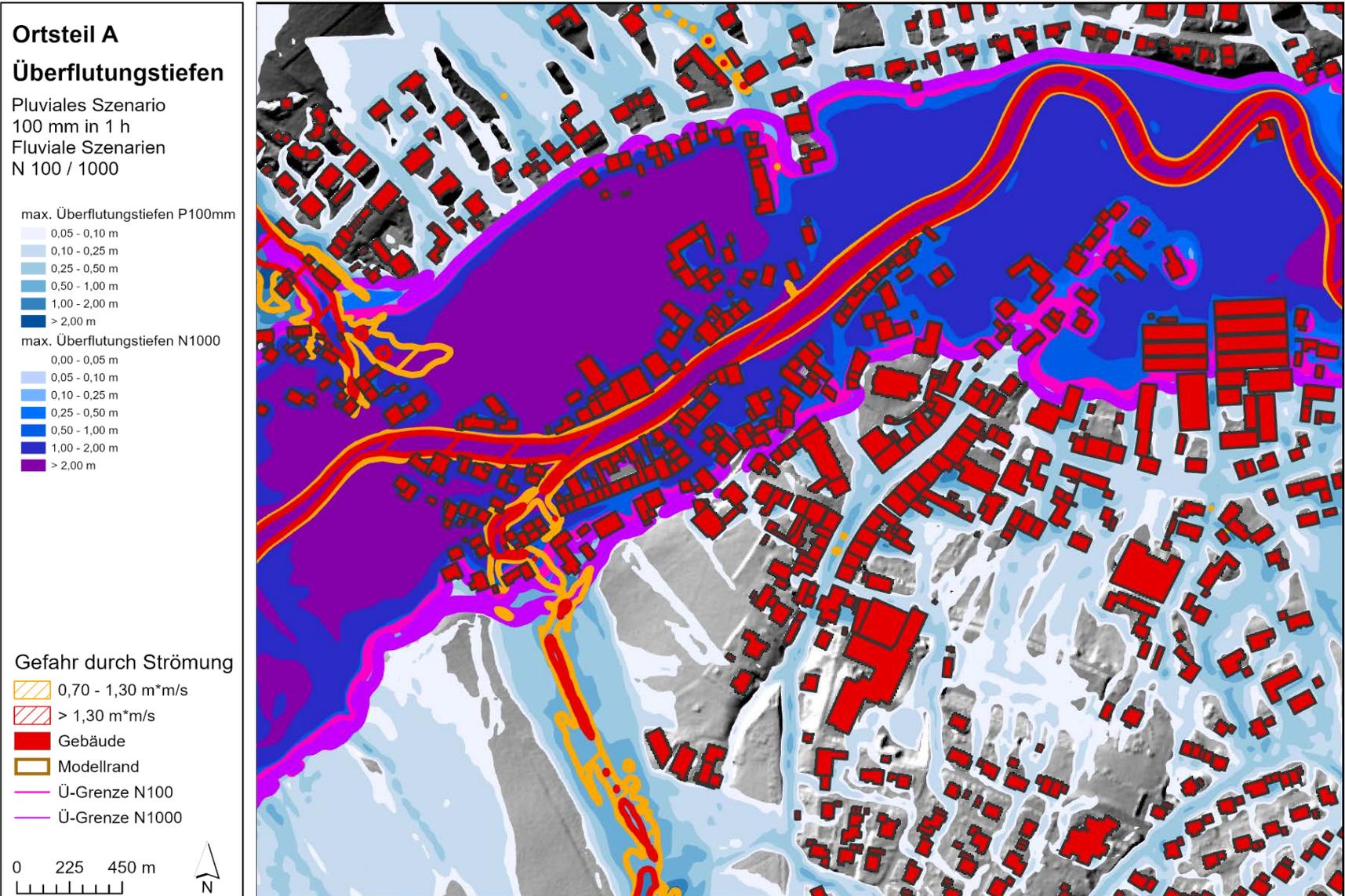
Gefahr durch Strömung

- 0,70 - 1,30 m³/m/s
- > 1,30 m³/m/s
- Gebäude
- Modellrand
- Ü-Grenze N100
- Ü-Grenze N1000

0 225 450 m



Gefährdungskarte für das Siedlungsgebiet Triftern



Zusammenfassung (Detaillierte kleinräumige Modellierung)

- gekoppelte Anwendung von hydrologischen und hydrodynamischen Modellen erforderlich
- bei Sturzfluten mit $v \cdot h > 0.7$ besteht Lebensgefahr → Information der Bevölkerung
- Gefährdung in pluviale und fluviale Anteile differenzieren
- Fluviale Überflutung: „klassische“ Hochwassergefahrenkarten
- Pluviale Überflutung: gesamte Siedlungsfläche kann betroffen sein
- Maßnahmen gegen Überflutung:
Klassisch (Flusshochwasser): Deiche, Hochwasserrückhaltebecken, Vorlanderweiterung
Zusätzlich (innerstädtisch): Bauen außerhalb Überflutungsgebiet, hochwasserangepasste Nutzung von Gebäuden, hochwasserangepasste Bauweise, Retention in der Fläche, Versickerung, Renaturierung, Umleitungsgerinne, Versicherungsschutz

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Karl Broich, Markus Disse, Johannes Mitterer

