DWA
Klare Konzepte. Saubere Umwelt.
Landesverband Nordrhein-Westfalen

# Hochwasserrisikomanagement in NRW
# Wo stehen wir? - Wo wollen wir hin?

Symposium am 13./14. Januar 2016 in Essen

**Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen**

## Grenzen der Genauigkeiten und Unsicherheiten im Kontext der HWRM-RL: Hydraulische Modellierung, Überflutungsausweisung

*Prof. Dr. Markus Disse, Technische Universität München*

*Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement*

# Übersicht

- Grundlagen HN-Modelle
- BMBF-Projekt HoRiX
- BMBF-Projekt FloodEvac
- Zusammenfassung



markus.disse@tum.de

# HN-Modellierungskonzepte

## 1D-Simulation

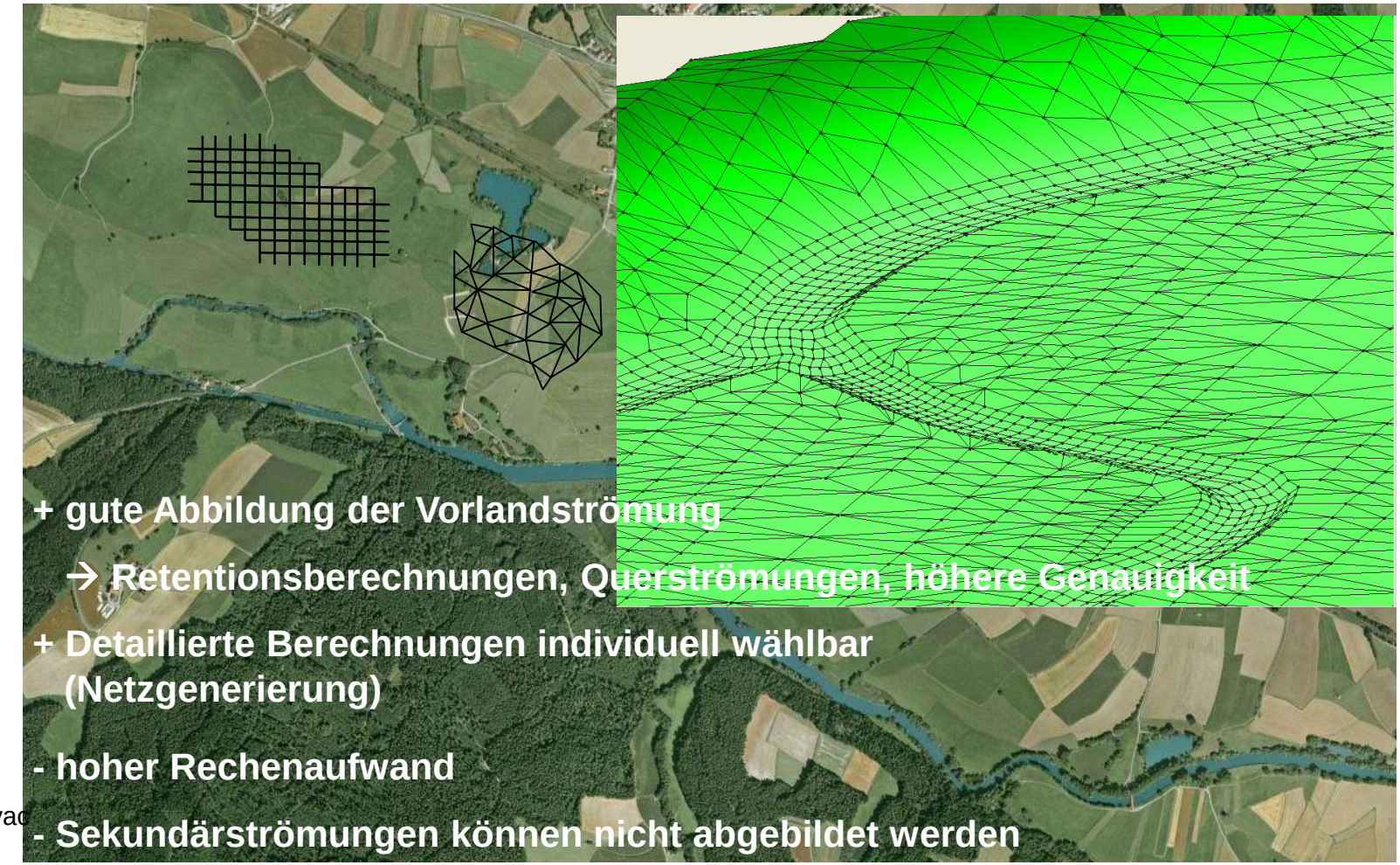
+ geringe Rechenzeit
+ sehr gute Modellierung des 1D Abflussgeschehens
+ Bauwerke sehr gut abbildbar

- Querströmungen finden keine Berücksichtigung
- Vorlandabfluss schwer abzubilden
- Vereinfachungen erforderlich, aufwendig

**Grundlagen**
BMBF-Projekt HoRiX
BMBF-Projekt FloodEvac
Zusammenfassung

# HN-Modellierungskonzepte

## 2D-Simulation



+ gute Abbildung der Vorlandströmung

  → Retentionsberechnungen, Querströmungen, höhere Genauigkeit

+ Detaillierte Berechnungen individuell wählbar (Netzgenerierung)

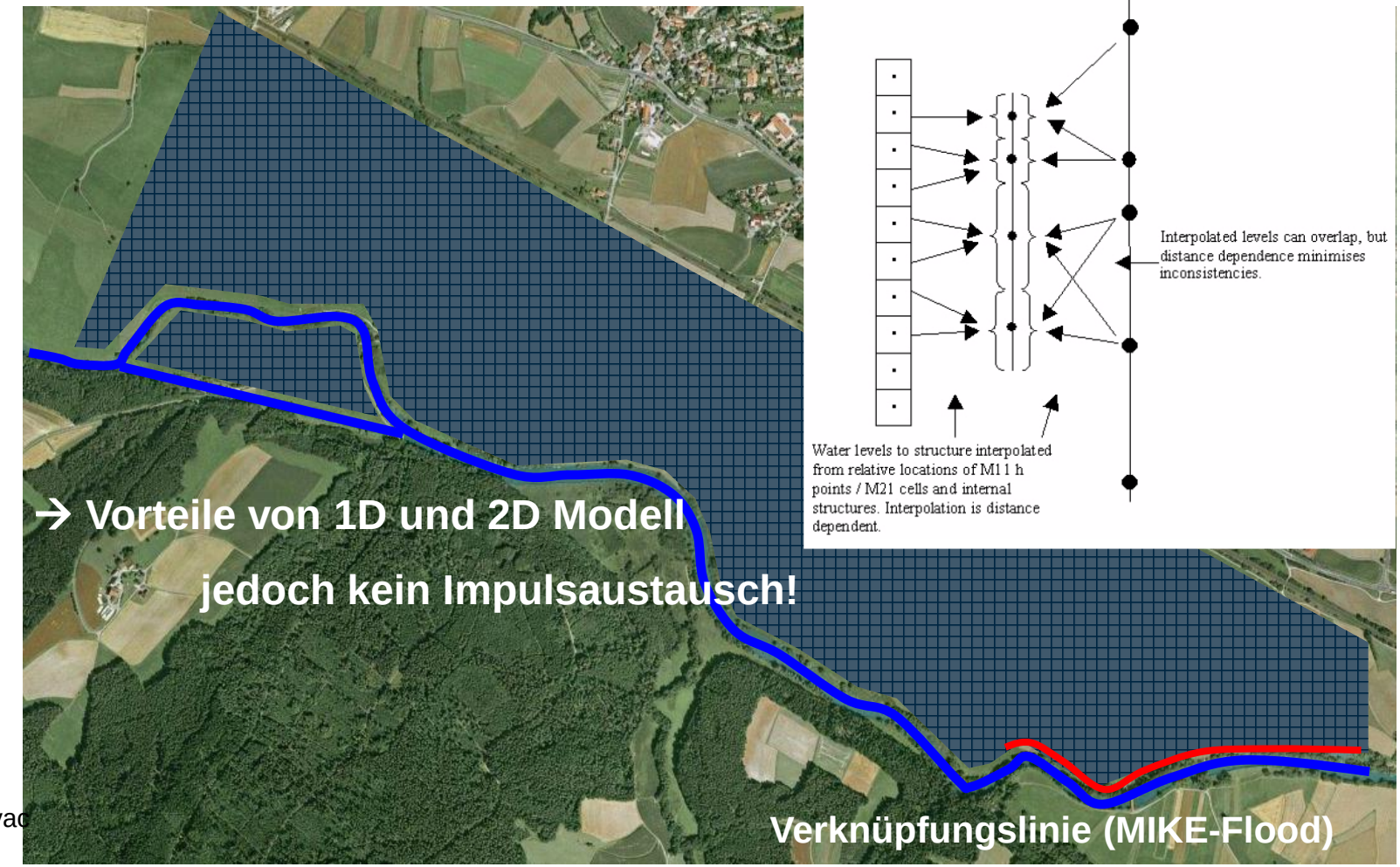
- hoher Rechenaufwand

- Sekundärströmungen können nicht abgebildet werden

**Grundlagen**
BMBF-Projekt HoRiX
BMBF-Projekt FloodEvac
Zusammenfassung

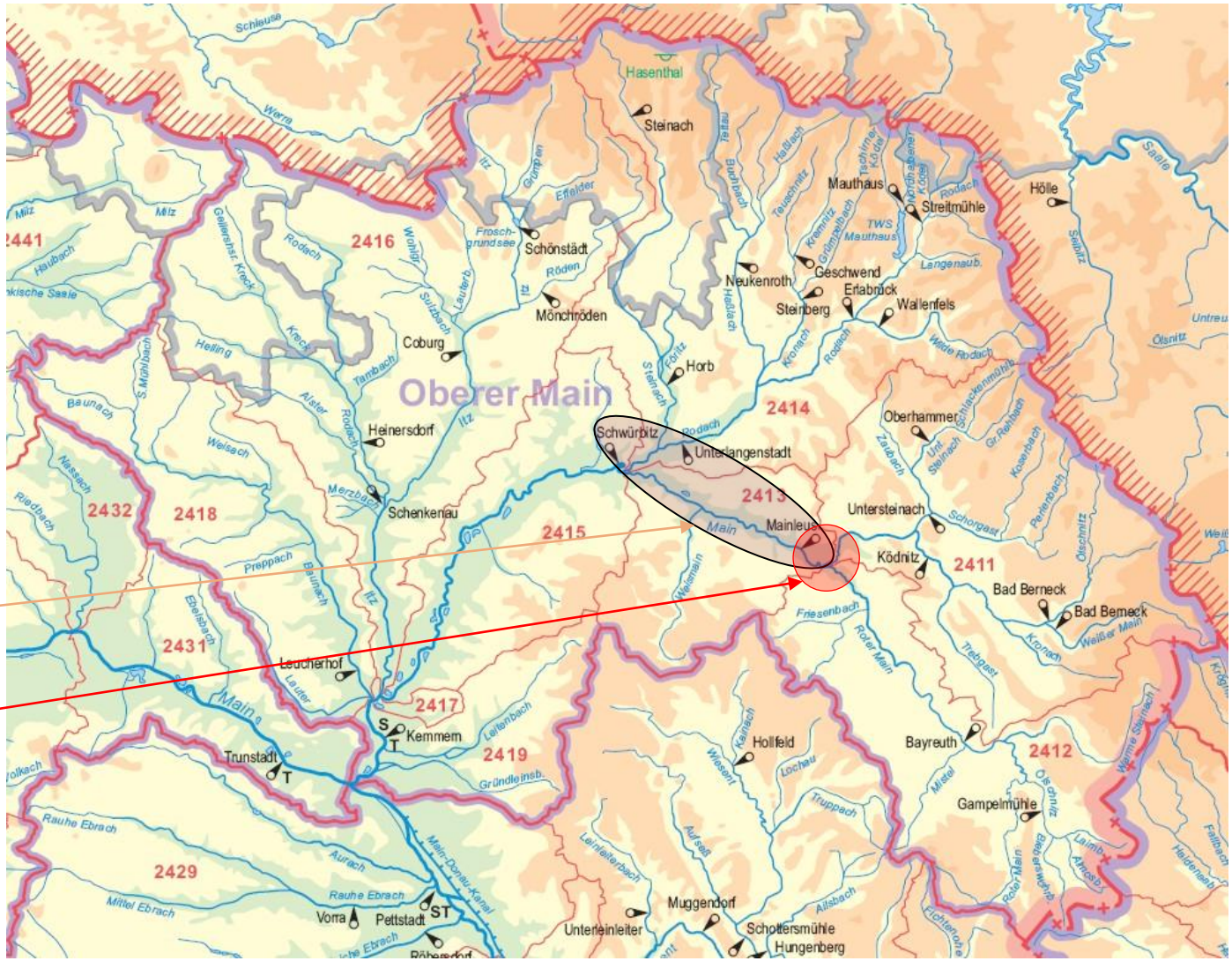
# HN-Modellierungskonzepte

## 1D/2D-Simulation (hybrid) MIKE




**Grundlagen**
BMBF-Projekt HoRiX
BMBF-Projekt FloodEvac
Zusammenfassung

# Lage der Einzugsgebiete HoRiX und FloodEvac




BMBF-Projekt HoRiX

BMBF-Projekt FloodEvac

Grundlagen

**BMBF-Projekt HoRiX**

BMBF-Projekt FloodEvac

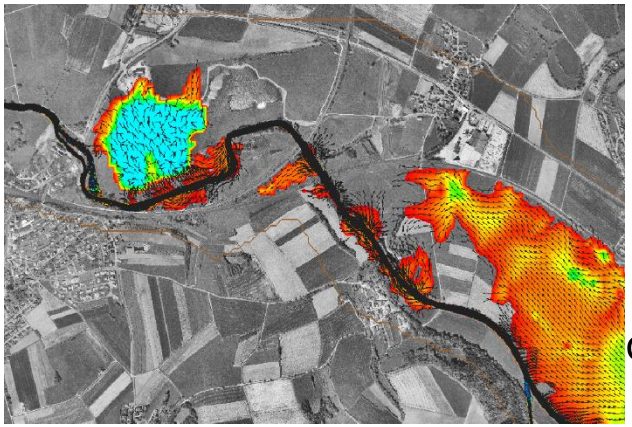
Zusammenfassung

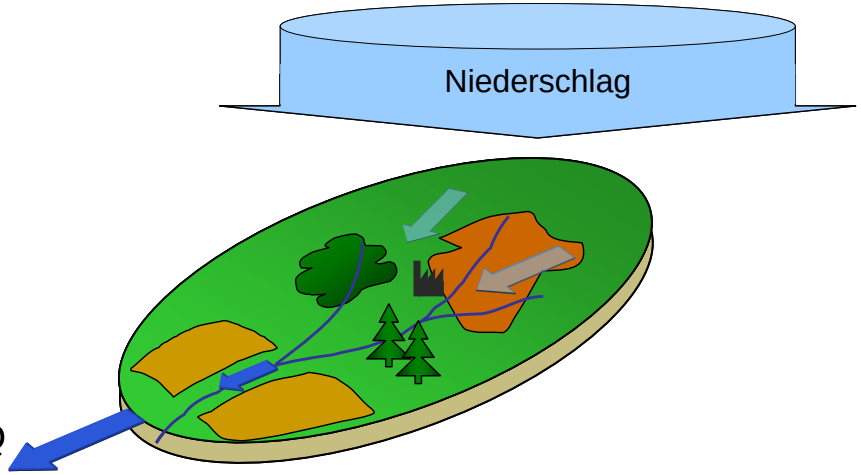
# BMBF-Projekt HoRiX

http://www.unibw.de/ifw/WWR/forschung/horix1

**HoRiX**

**Entwicklung eines operationell einsetzbaren Expertensystems zum Hochwasserrisikomanagement unter Berücksichtigung der Vorhersageunsicherheit**






**Dissertation Alpaslan Yörük: Hydrodynamische Modellierung von Überschwemmungsflächen unter Berücksichtigung von Unsicherheiten (2009),**
**jetzt Professor für das Lehrgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft an der HTW des Saarlandes**

Grundlagen
**BMBF-Projekt HoRiX**
BMBF-Projekt FloodEvac
Zusammenfassung

# Unsichere Parameter

Querprofile:

mehrere Jahre alt, Veränderung nach jedem Hochwasser

Rauhigkeit:

Werden kalibriert an Ereignissen
(Pegelmessung mit Fehlern behaftet, besonders HW-Ereignisse)

Vegetation bzw. Sohlzustand (besonders im Vorland) ist nicht stationär

Digitales Geländemodell:

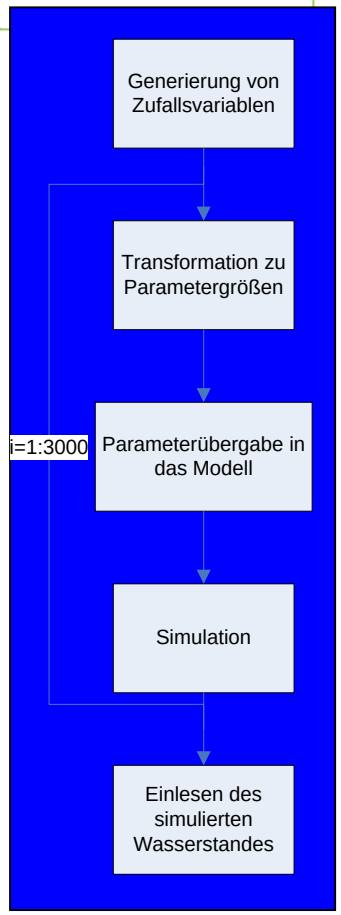
Laserscanning ist mit Fehlern behaftet

Abfluss Q:
Der statistisch bestimmte Wert des T-jährlichen Abflusses ist unsicher
(nicht Gegenstand dieser Untersuchung)

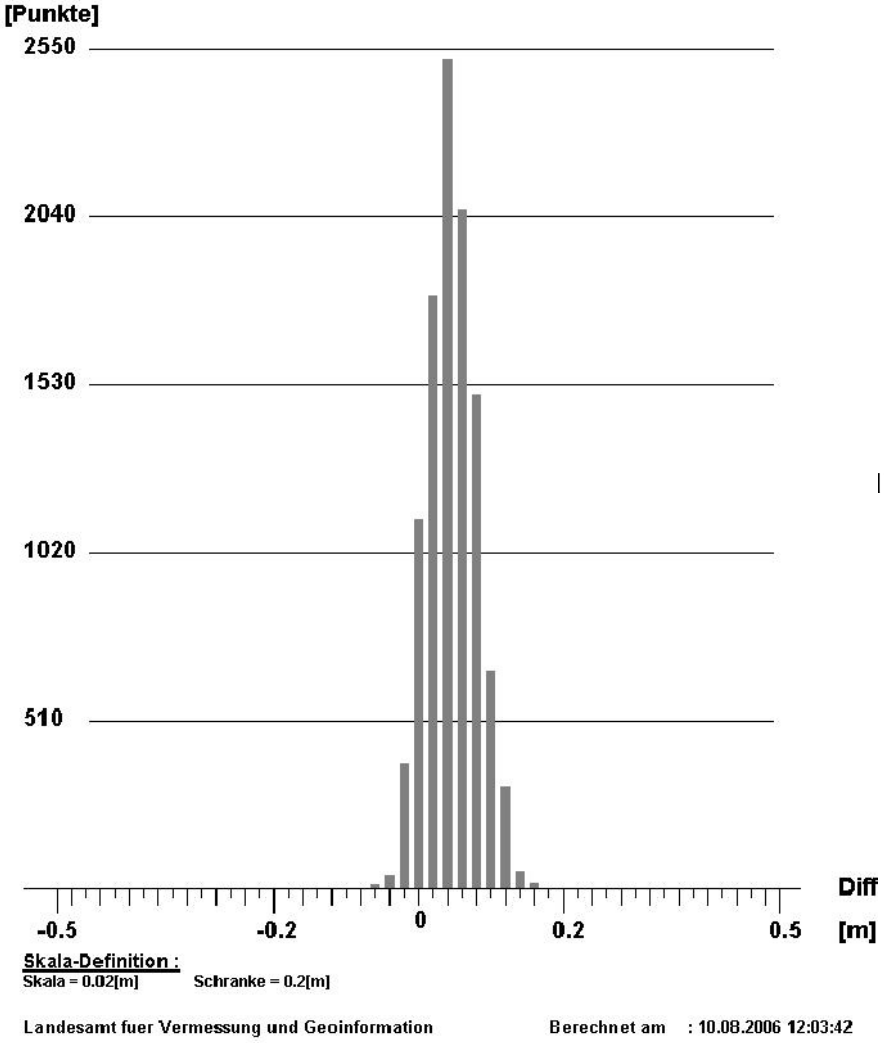


markus.disse@tum.de

# Monte Carlo Simulation




| Parameter | Generierung |
|---|---|
| Q | HQ100 ± 15 % |
| $k_{st}$FS | 30 – 44 $m^{1/3}/s$ |
| $k_{st}$VL | 18 – 32 $m^{1/3}/s$ |
| $y_{FS}$ | ± 0,2 m |
| $y_{VL}$ | ± 0,15 m |

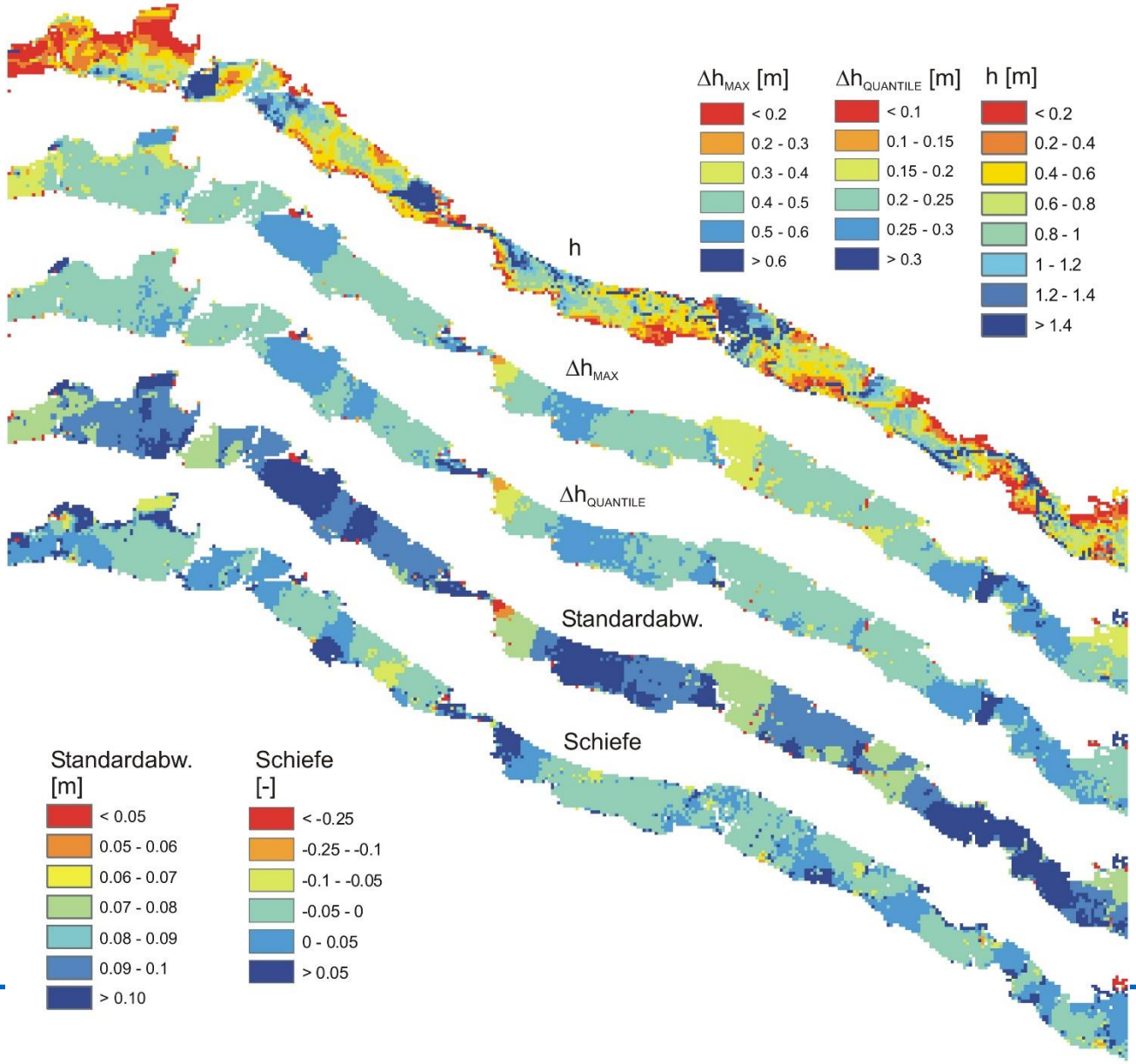



ng

Grundlagen
**BMBF-Projekt HoRiX**
BMBF-Projekt FloodEvac
Zusammenfassung

# Auswertung Monte Carlo Simulation

HQ100 stat.




Grundlagen
**BMBF-Projekt HoRiX**
BMBF-Projekt FloodEvac
Zusammenfassung

# Auswertung Monte Carlo Simulation

a: alle Parameter gleich verteilt

b: yVL normal verteilt

| | | $HQ_{100}$-a | | $HQ_{100}$-b | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $\Delta h_{Max}$ | $\Delta h_{Quantile}$ | $\Delta h_{Max}$ | $\Delta h_{Quantile}$ |
| **(normal)** | AS1 | 0,5 | 0,25 | 0,45 | 0,23 |
| **(Einengung)** | AS2 | 0,55 | 0,28 | 0,55 | 0,25 |
| **(Wehr)** | AS3 | 0,35 | 0,22 | 0,38 | 0,20 |

| | $HQ_{20}$-a | | $HQ_{20}$-b | | $HQ_{5}$-a | | $HQ_{5}$-b | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\Delta h_{Max}$ | $\Delta h_{Q.}$ | $\Delta h_{Max}$ | $\Delta h_{Q.}$ | $\Delta h_{Max}$ | $\Delta h_{Q.}$ | $\Delta h_{Max}$ | $\Delta h_{Q.}$ |
| AS1 | 0,4 | 0,24 | 0,41 | 0,21 | 0,38 | 0,24 | 0,45 | 0,2 |
| AS2 | 0,5 | 0,25 - 0,34 | 0,5 | 0,22 - 0,32 | 0,42 | 0,23 | 0,45 | 0,22 |
| AS3 | 0,44 | 0,2 | 0,43 | 0,19 | 0,53 | 0,25 | 0,54 | 0,23 |

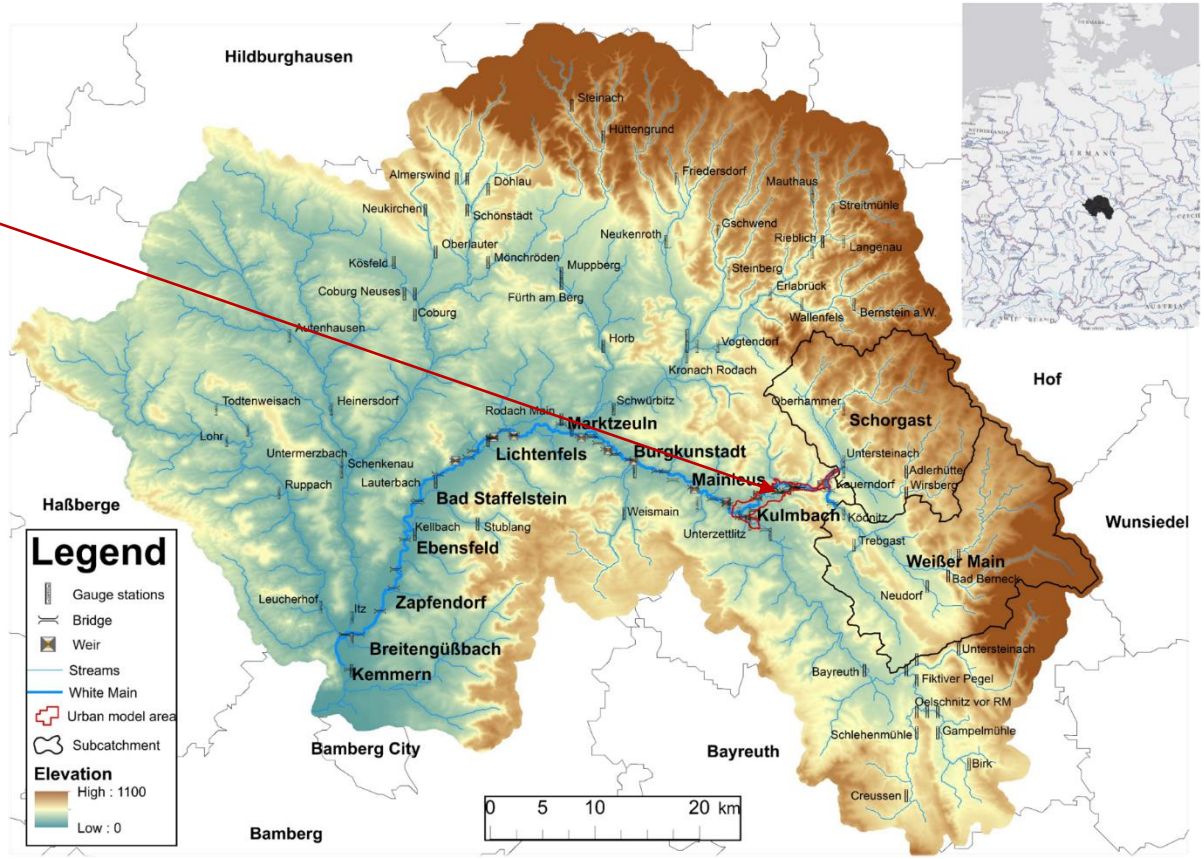
# BMBF-Projekt FloodEvac

FloodEvac

Bilaterale Forschungszusammenarbeit für die zivile Sicherheit zwischen Deutschland und Indien

BMBF-Verbundprojekt: Verletzbarkeit von Transport-Infrastrukturen - Warnung und Evakuierung bei Hochwasser

## Teilvorhaben 2: Hochwassermodellierung und Überschwemmungsflächen (HWmod)




Grundlagen

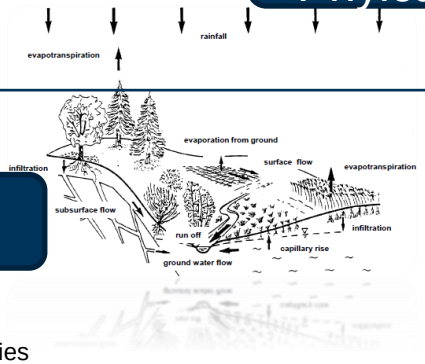
**BMBF-Projekt HoRiX**

BMBF-Projekt FloodEvac

Zusammenfassung

# Modell-konzept

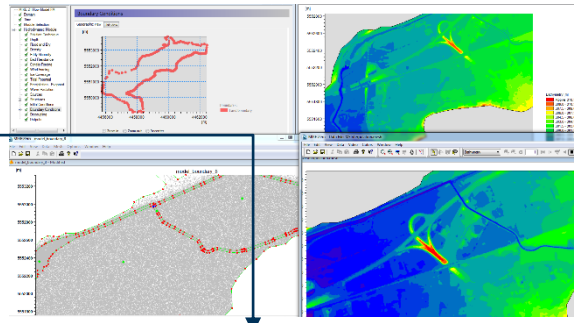
Climate Data
Phyical Data




Land Use
Soil Map
Stream flow

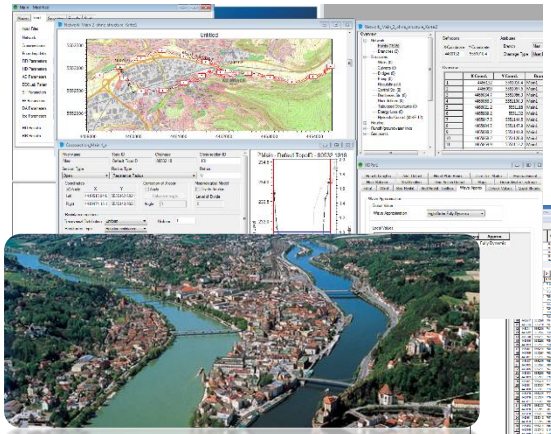
LARSIM

Inflow
Uncertainities



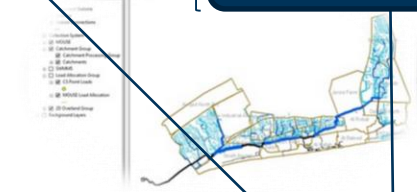
River Profile
Structures
Water Balance

MIKE11



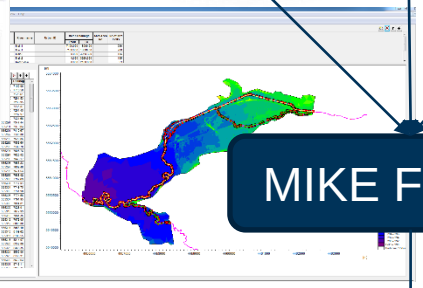
Drainage systems
Boundary conditions

MIKE URBAN

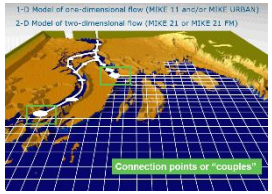


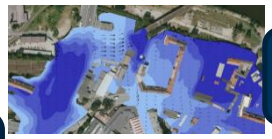
MIKE21

Digital terrain model
Infrastructure maps
Boundary Conditions



MIKE FLOOD



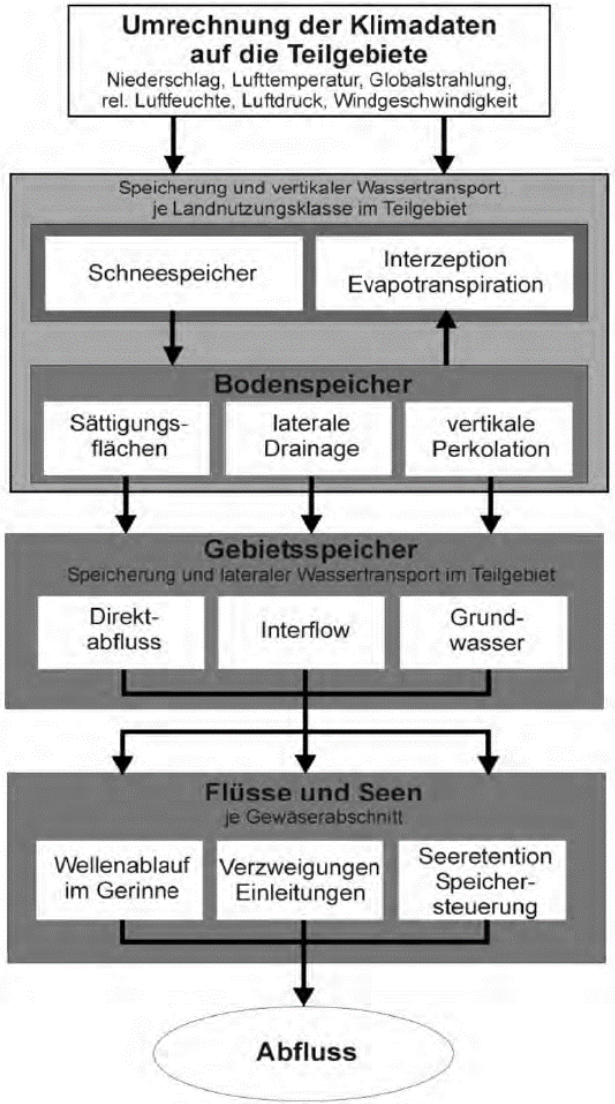
Database

Discharge
forecast

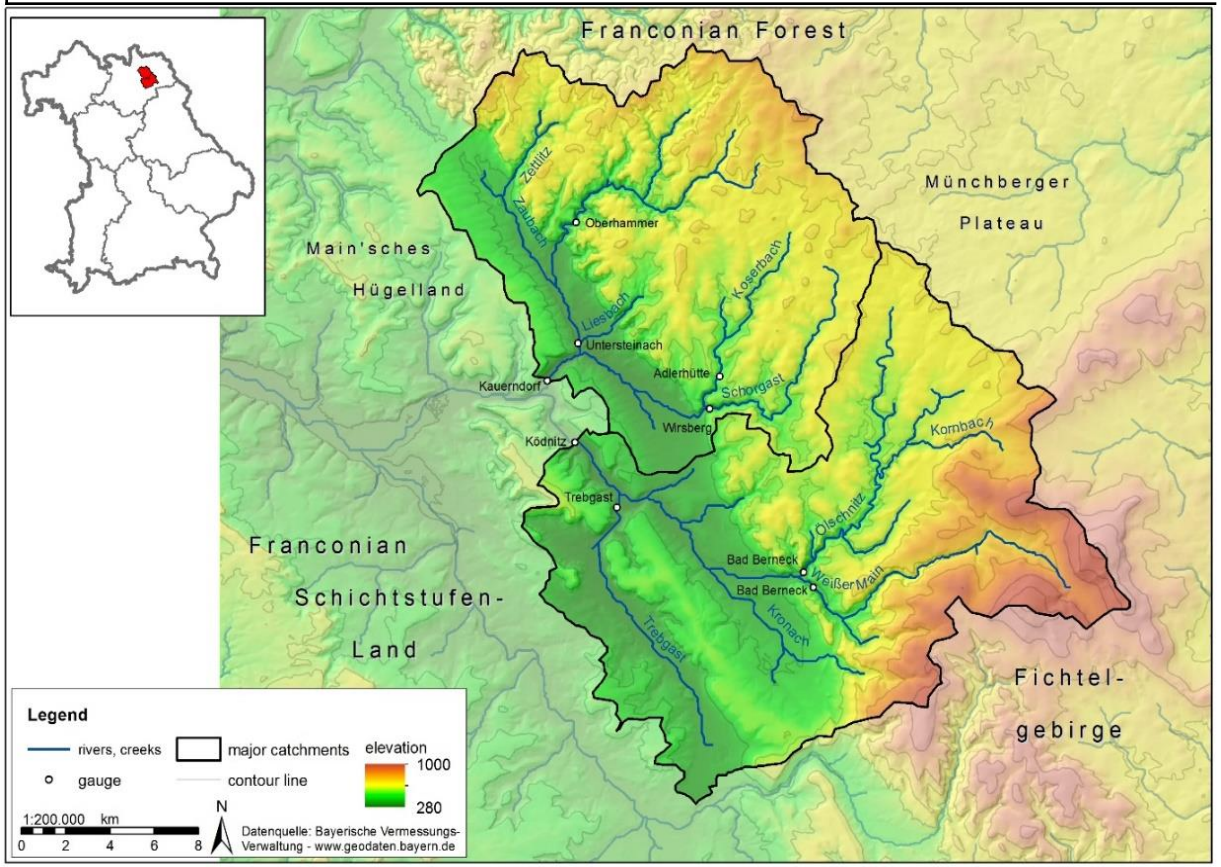
WebGIS

markus.disse@tum.de

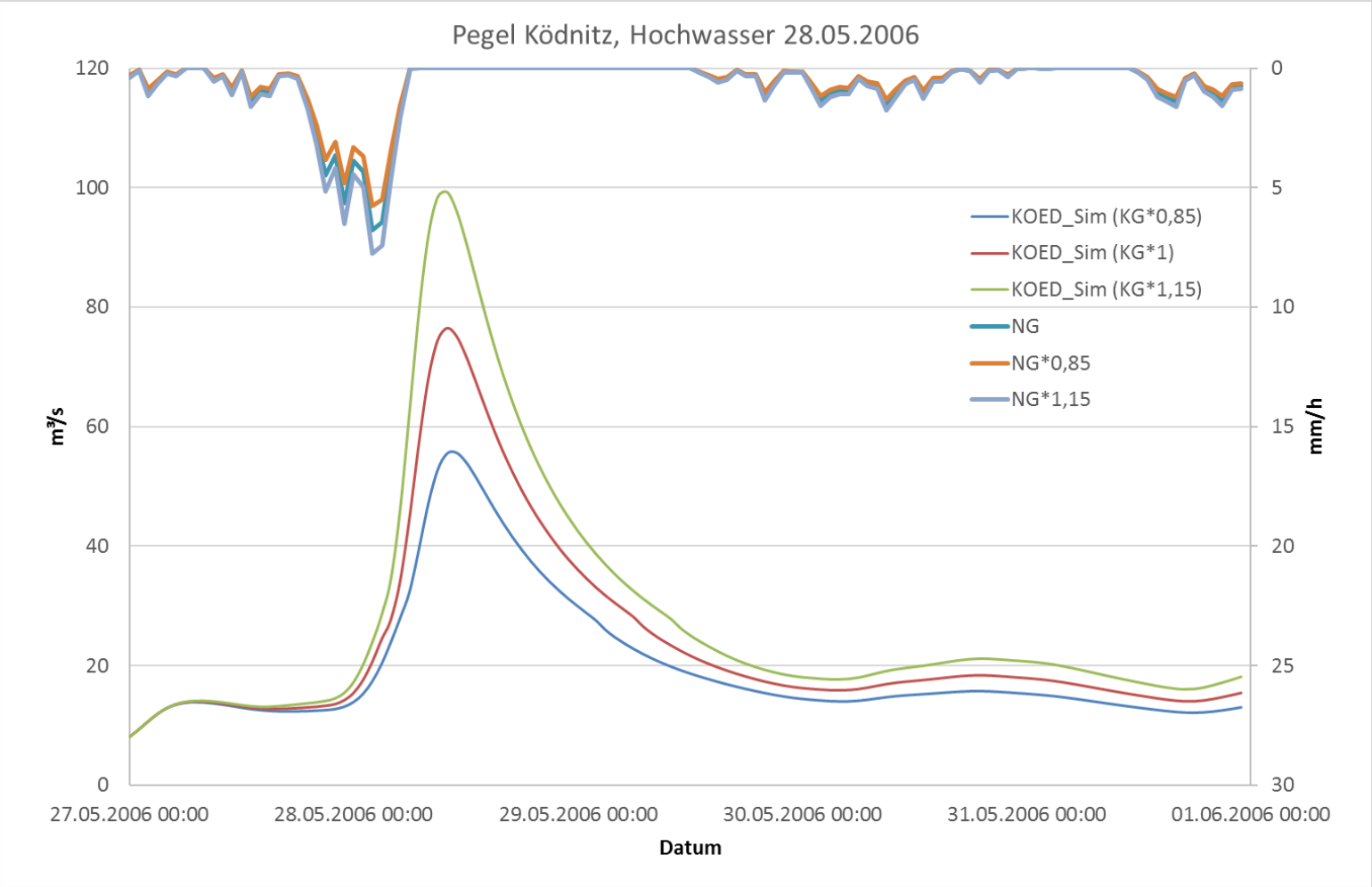
# Einzugsgebiete für Kulmbach und hydrologisches Modell LarSim




| Gewässer | Name | Kürzel | EZG [km²] |
|---|---|---|---|
| Weißer Main | Ködnitz | KOED | 313 |
| Schorgast | Kauerndorf | KARD | 246 |



# Unsicherheit des Niederschlags

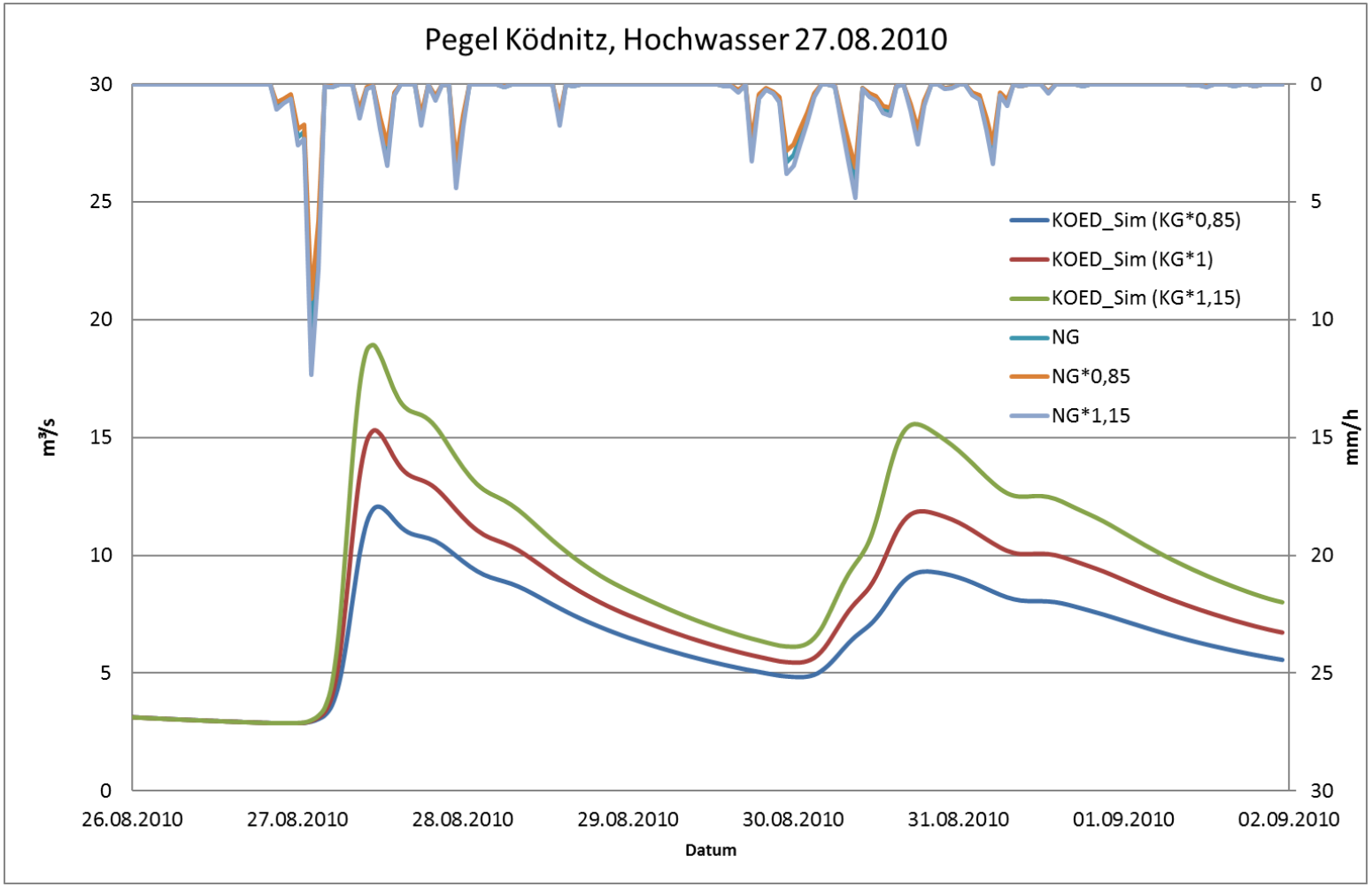



$Q_{max}$(N=0,85*NG) = 56 m³/s → - 26 %
$Q_{max}$(N=1,0*NG) = 76 m³/s
$Q_{max}$(N=1,15*NG) = 99 m³/s → + 30 %

im Vergleich zum gemessenen Niederschlag


Einleitung
Grundlagen
BMBF-Projekt HoRiX
**BMBF-Projekt FloodEvac**
Zusammenfassung

# Unsicherheit des Niederschlags

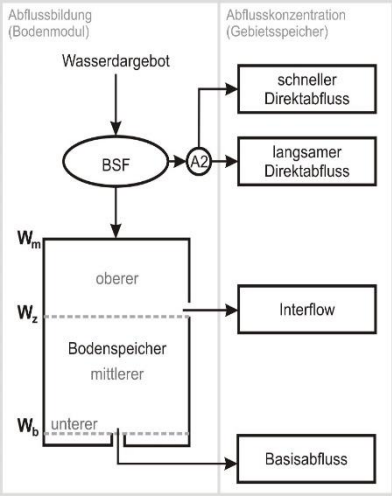


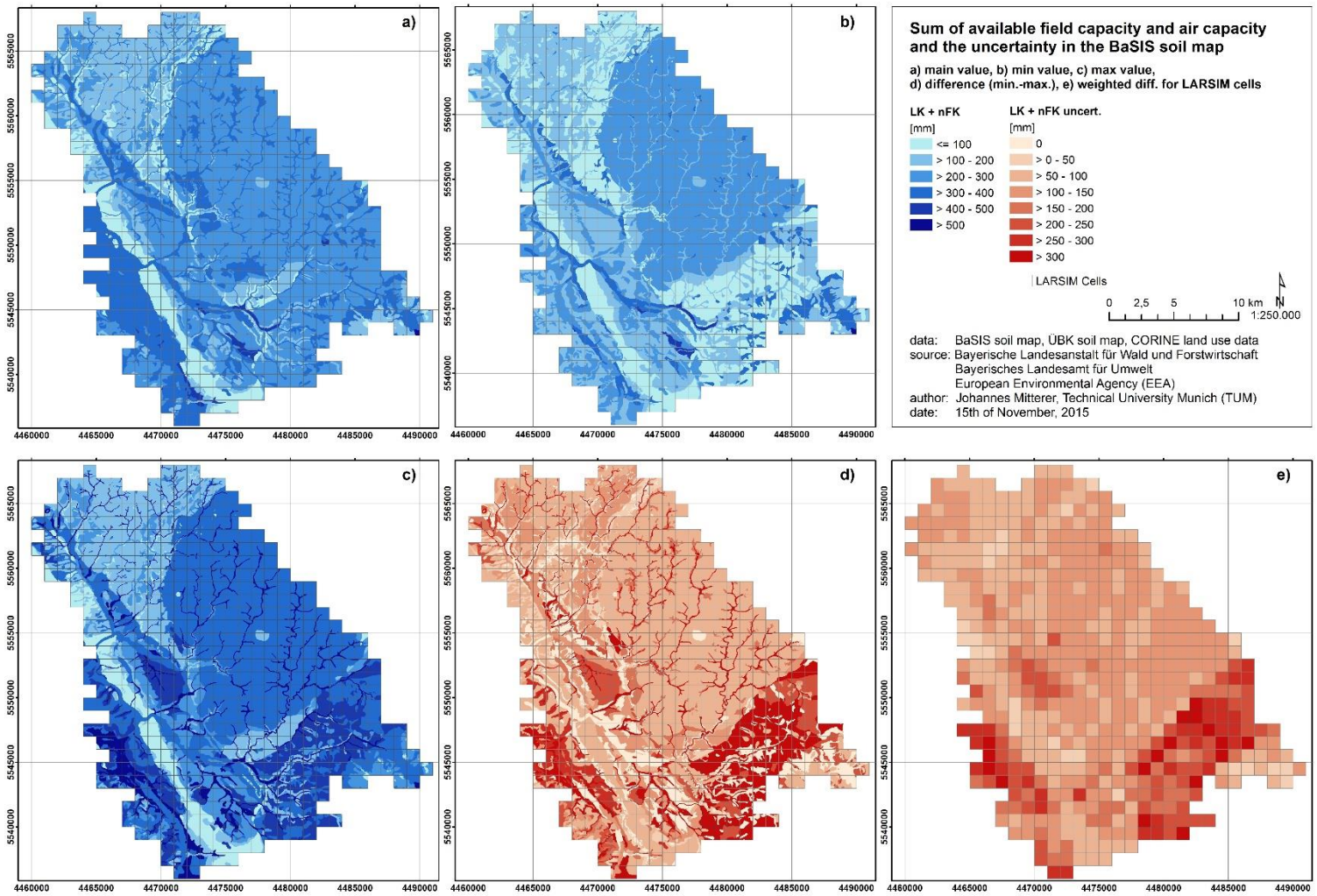

Grundlagen
BMBF-Projekt HoRiX
**BMBF-Projekt FloodEvac**
Zusammenfassung

$Q_{max}$(N=0,85*NG) = 12 m³/s → - 20 %
$Q_{max}$(N=1,0*NG) = 15 m³/s
$Q_{max}$(N=1,15*NG) = 19 m³/s → + 27 %

im Vergleich zum gemessenen Niederschlag

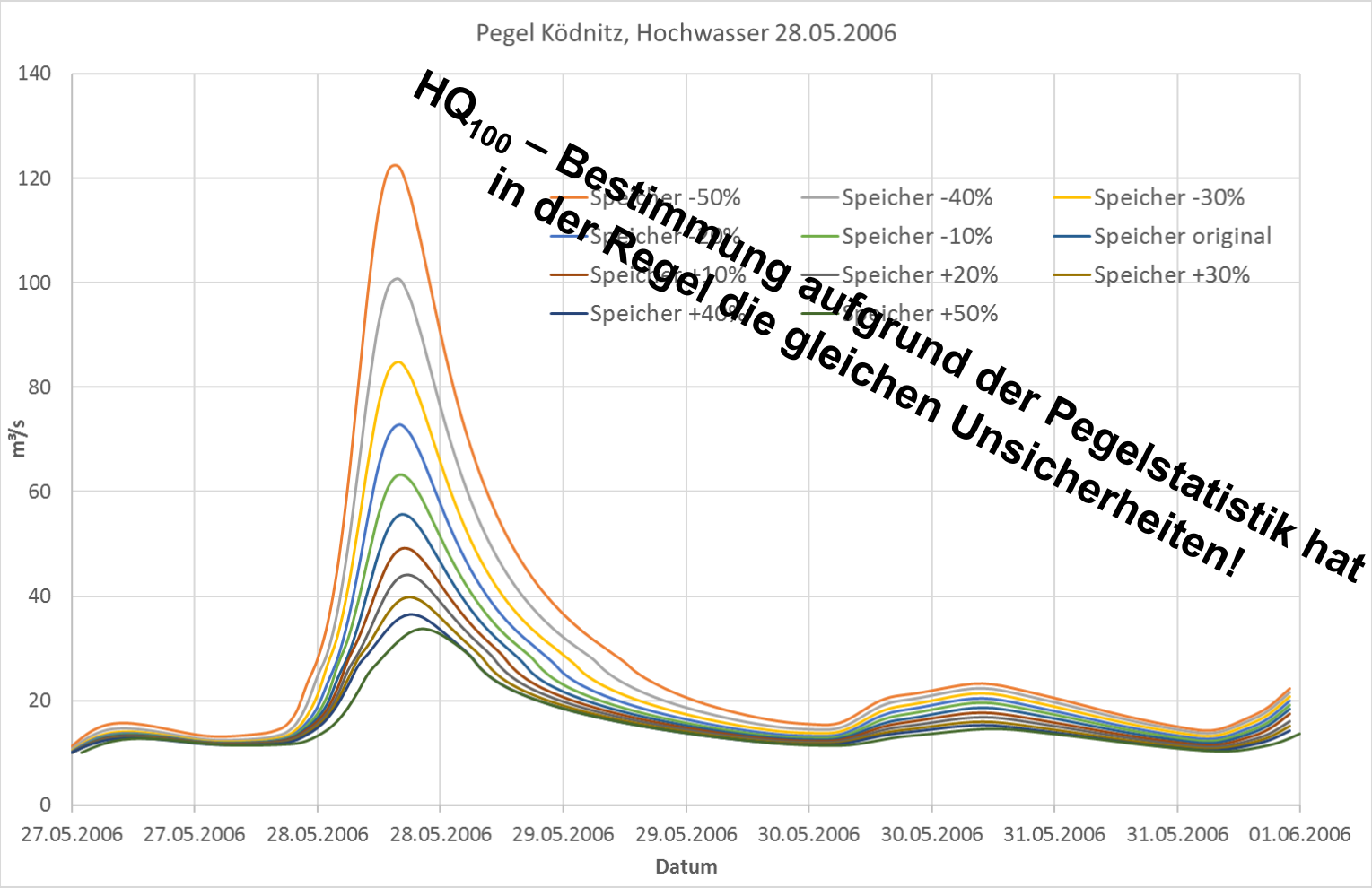
# Unsicherheit der Bodenparameter




Grundlagen
BMBF-Projekt HoRiX
**BMBF-Projekt FloodEvac**
Zusammenfassung

# Unsicherheit der Bodenparameter




**$HQ_{100}$ – Bestimmung aufgrund der Pegelstatistik hat in der Regel die gleichen Unsicherheiten!**

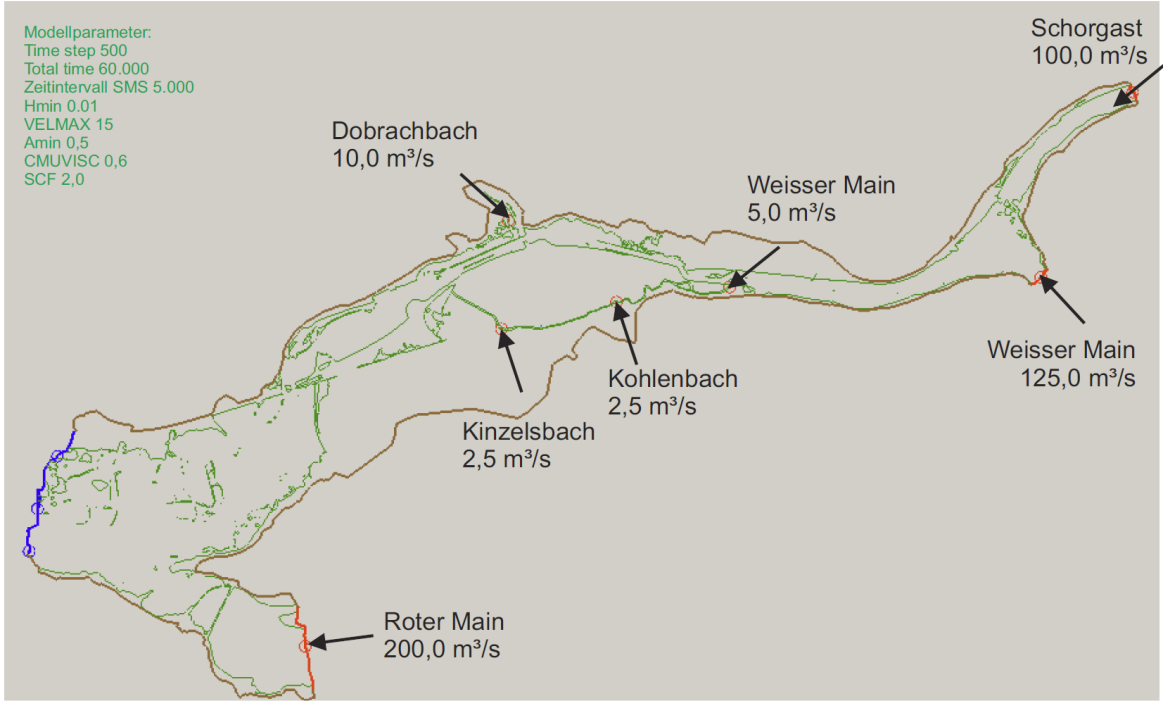
Grundlagen
BMBF-Projekt HoRiX
**BMBF-Projekt FloodEvac**
Zusammenfassung

$Q_{max}$(Boden=0,80*Speicher) = 73 m³/s → + 33 %
$Q_{max}$(Boden=1,0*Speicher) = 55 m³/s
$Q_{max}$(Boden=1,2*Speicher) = 44 m³/s → - 20 %

im Vergleich zum Originalboden

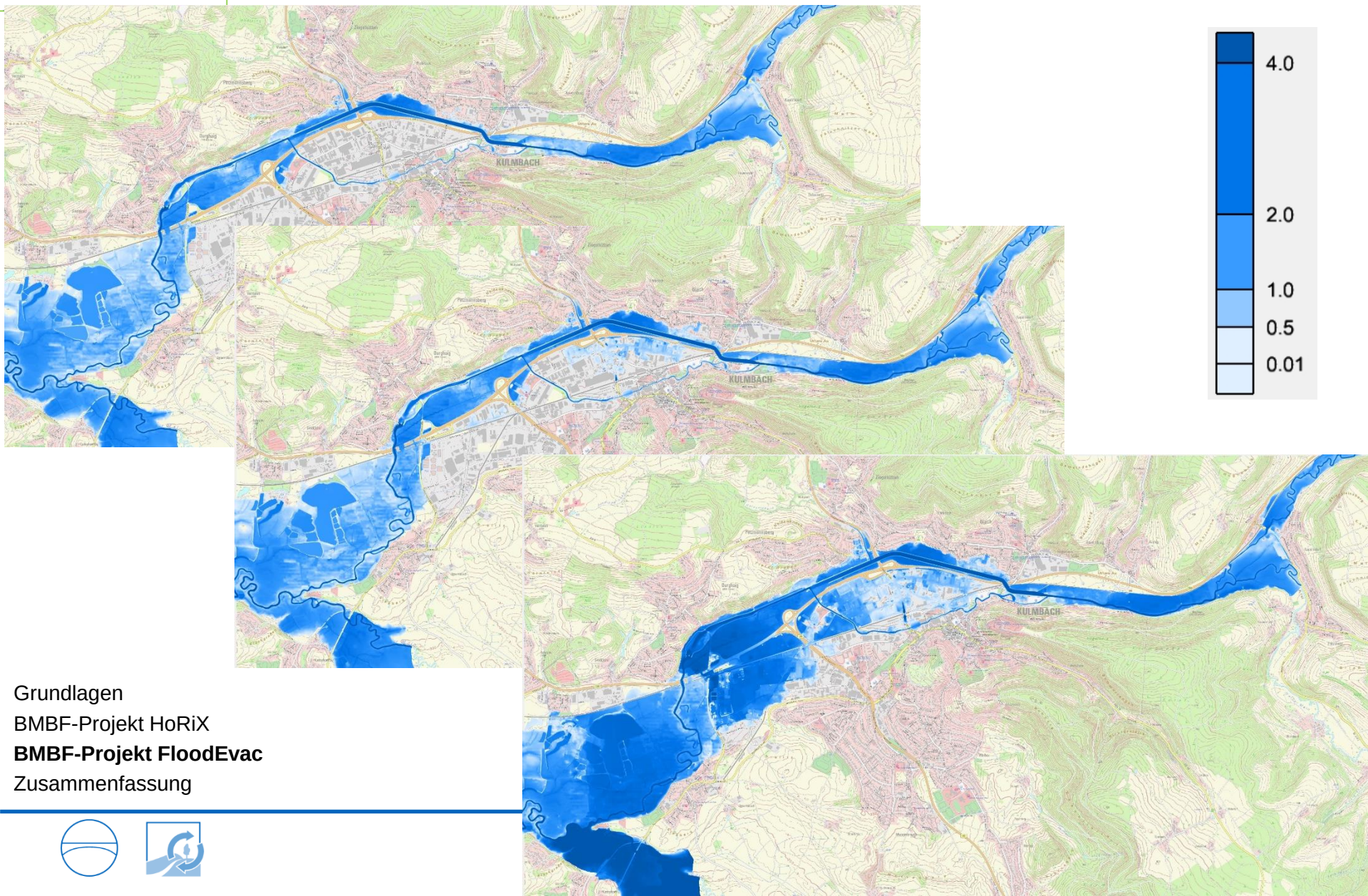
# Simulationen gemäß EU-HWRMRL

| [m³/s] | $HQ_{100}$ | $HQ_{100}$ plus Klimazuschlag | $HQ_{100}$ mal 1,5 (=$HQ_{extrem}$) |
|---|---|---|---|
| Schorgast | 100 | 115 | 150 |
| Weisser Main | 125 | 143,75 | 187,5 |
| Roter Main | 200 | 230 | 300 |
| Dobrachbach | 10 | 11,5 | 15 |
| Weisser Main | 5 | 5,75 | 7,5 |
| Kohlenbach | 2,5 | 2,875 | 3,75 |
| Kinzelsbach | 2,5 | 2,875 | 3,75 |



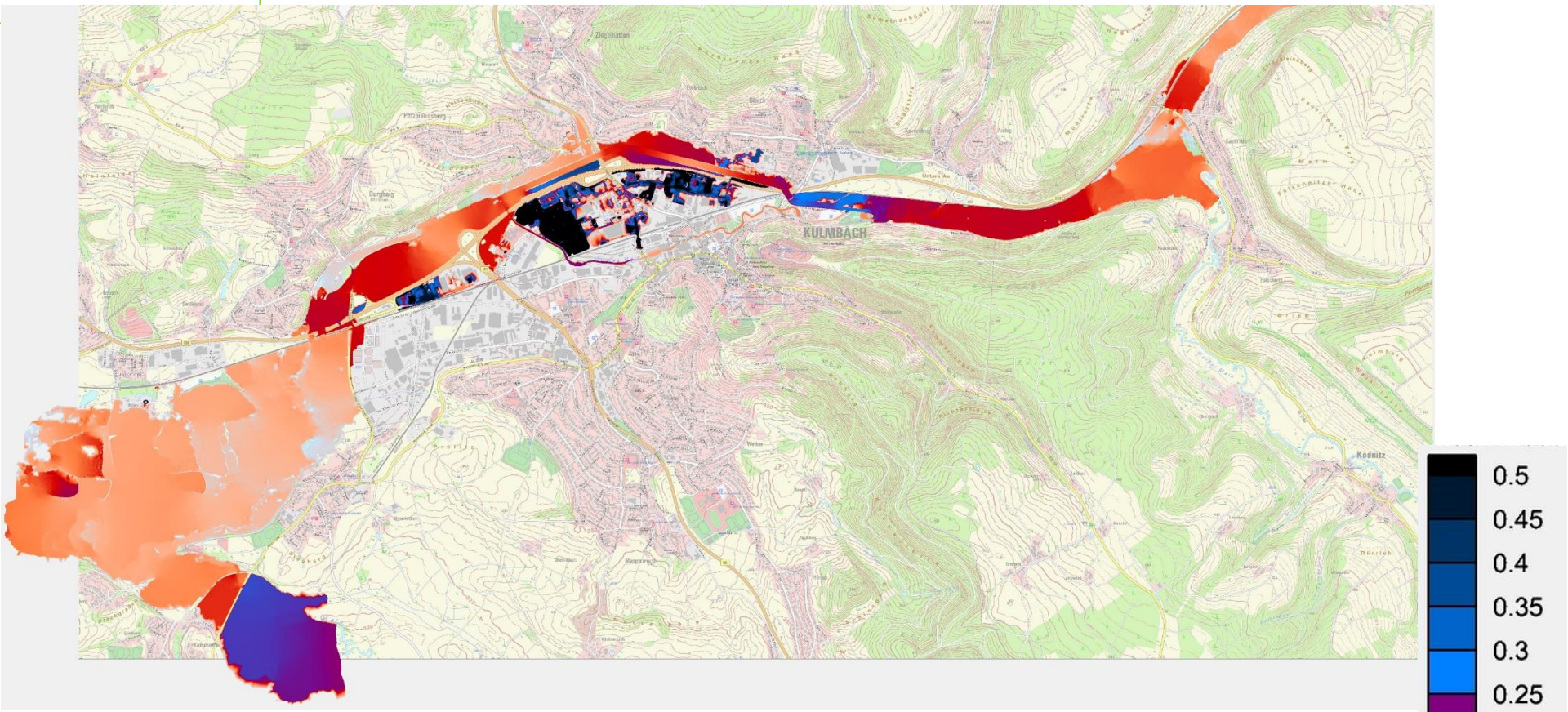

Grundlagen
BMBF-Projekt HoRiX
**BMBF-Projekt FloodEvac**
Zusammenfassung

# $HQ_{100}$ | $HQ_{100}$ * 1.15 | $HQ_{100}$ * 1.50



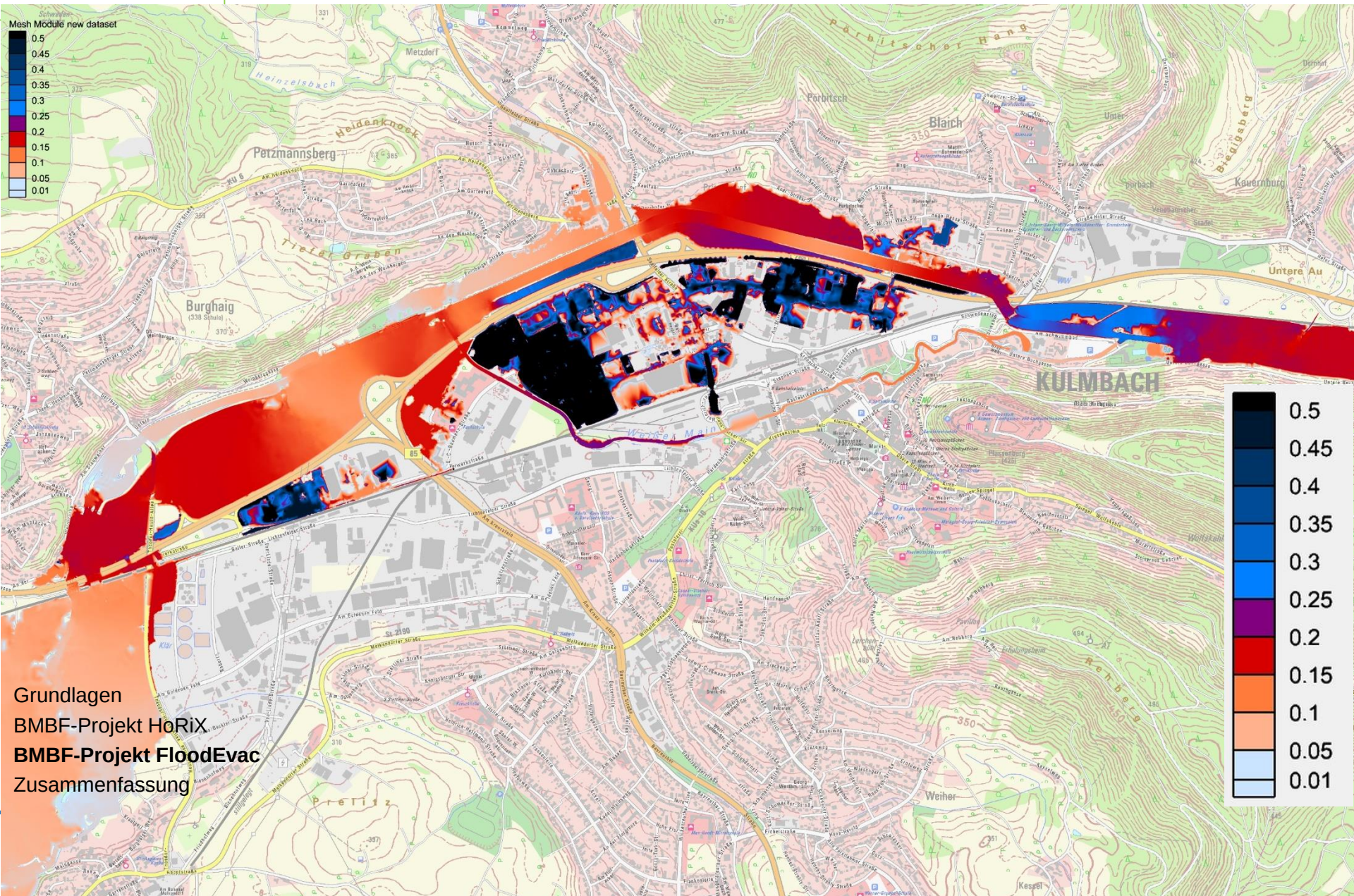

Grundlagen
BMBF-Projekt HoRiX
**BMBF-Projekt FloodEvac**
Zusammenfassung

# $HQ_{100}$ plus Klimazuschlag minus $HQ_{100}$




Grundlagen
BMBF-Projekt HoRiX
**BMBF-Projekt FloodEvac**
Zusammenfassung

# $HQ_{100}$ plus Klimazuschlag minus $HQ_{100}$



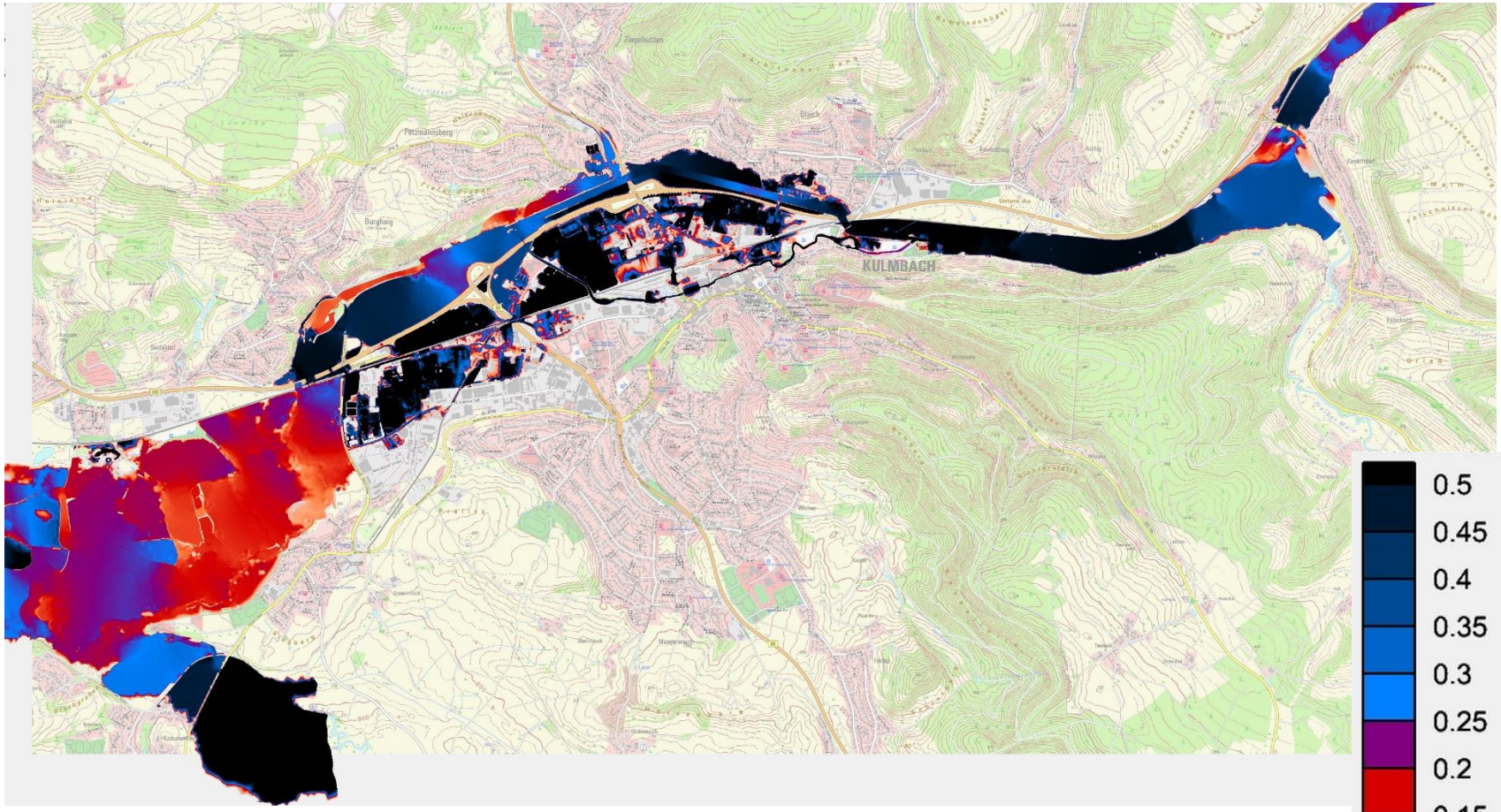

Grundlagen

BMBF-Projekt HoRiX

**BMBF-Projekt FloodEvac**

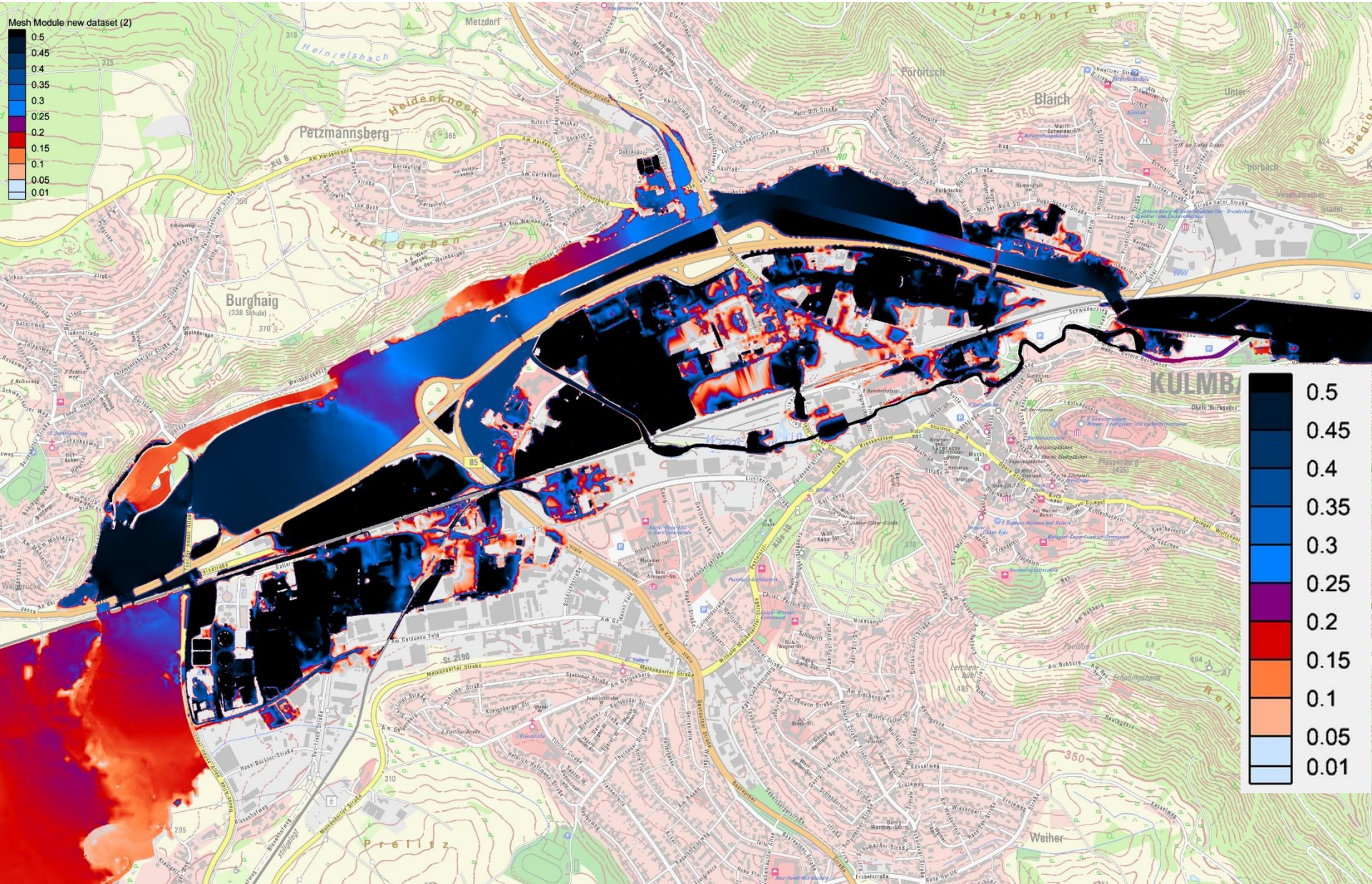
Zusammenfassung

# $HQ_{100}$ * 1.50 minus $HQ_{100}$



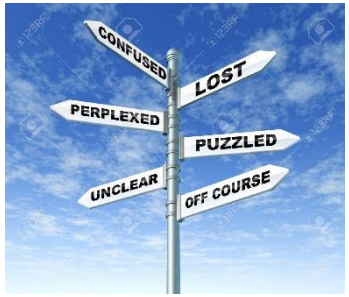

Grundlagen
BMBF-Projekt HoRiX
**BMBF-Projekt FloodEvac**
Zusammenfassung

# $HQ_{100}$ * 1.50 minus $HQ_{100}$



# Zusammenfassung und Fazit

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**




**HoRiX (hydraulische Unsicherheit)**

- Mögliche Wasserstandsdifferenzen infolge Unsicherheit der hydraulischen Parameter liegen im Dezimeterbereich (Mittelgebirgsflüsse)
- Für hohe Jährlichkeiten sind Unsicherheiten von $k_{Str}$(Vorland) und y(Vorland) entscheidend

**FloodEvac (hydrologische Unsicherheit)**

- Bodenparametrisierung ist nach Niederschlagsunsicherheit größte Fehlerquelle bei der Bestimmung des Abflusses (Hochwasservorhersage!).
- Eine sorgfältige Kalibrierung der Bodenparameter kann diese Unsicherheit wesentlich reduzieren.
- Anstelle eines fixierten „Klimazuschlags“ sollten alle Unsicherheiten integrativ berücksichtigt (individuelle Sicherheitsmargen).

**Fazit**

- Unsicherheitsanalyse kann Schwachstellen im Hochwasserschutz aufdecken
- Sicherheitsreserven bei der $HQ_{100}$ – Bemessung (z.B. Freibord) könnten fallspezifisch optimiert werden (evtl. Kostenersparnis)

Grundlagen
BMBF-Projekt HoRiX
BMBF-Projekt FloodEvac
**Zusammenfassung**