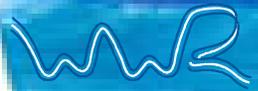


Unsicherheiten in der hydrodynamischen Modellierung

Alpaslan Yörük & Markus Disse



Institut für Wasserwesen –
Wasserwirtschaft und
Ressourcenschutz

Übersicht

Einleitung

Grundlagen HN-Modelle

Modellkalibrierung

Parameterunsicherheit

Modellkomplexität

Zusammenfassung



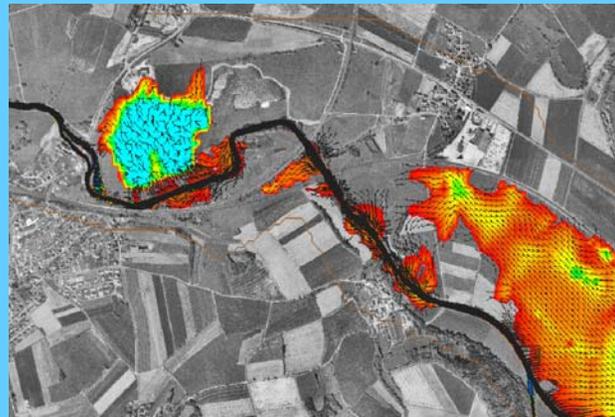
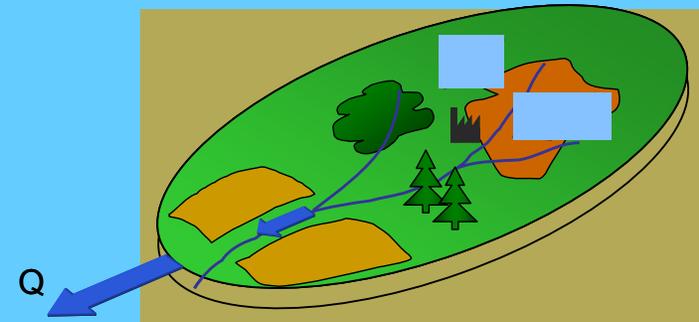
Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung

Einleitung

www.rimax-hochwasser.de/projekte.htm

HORIX

Entwicklung eines operationell einsetzbaren Expertensystems zum Hochwasserrisikomanagement unter Berücksichtigung der Vorhersageunsicherheit



Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung

Einzugsgebiet

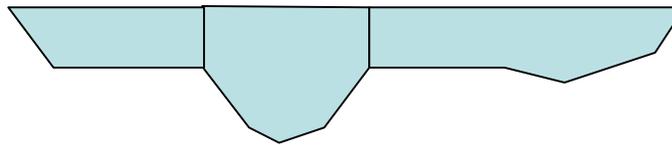


Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung

HN-Modellierungskonzepte

1D-Simulation

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

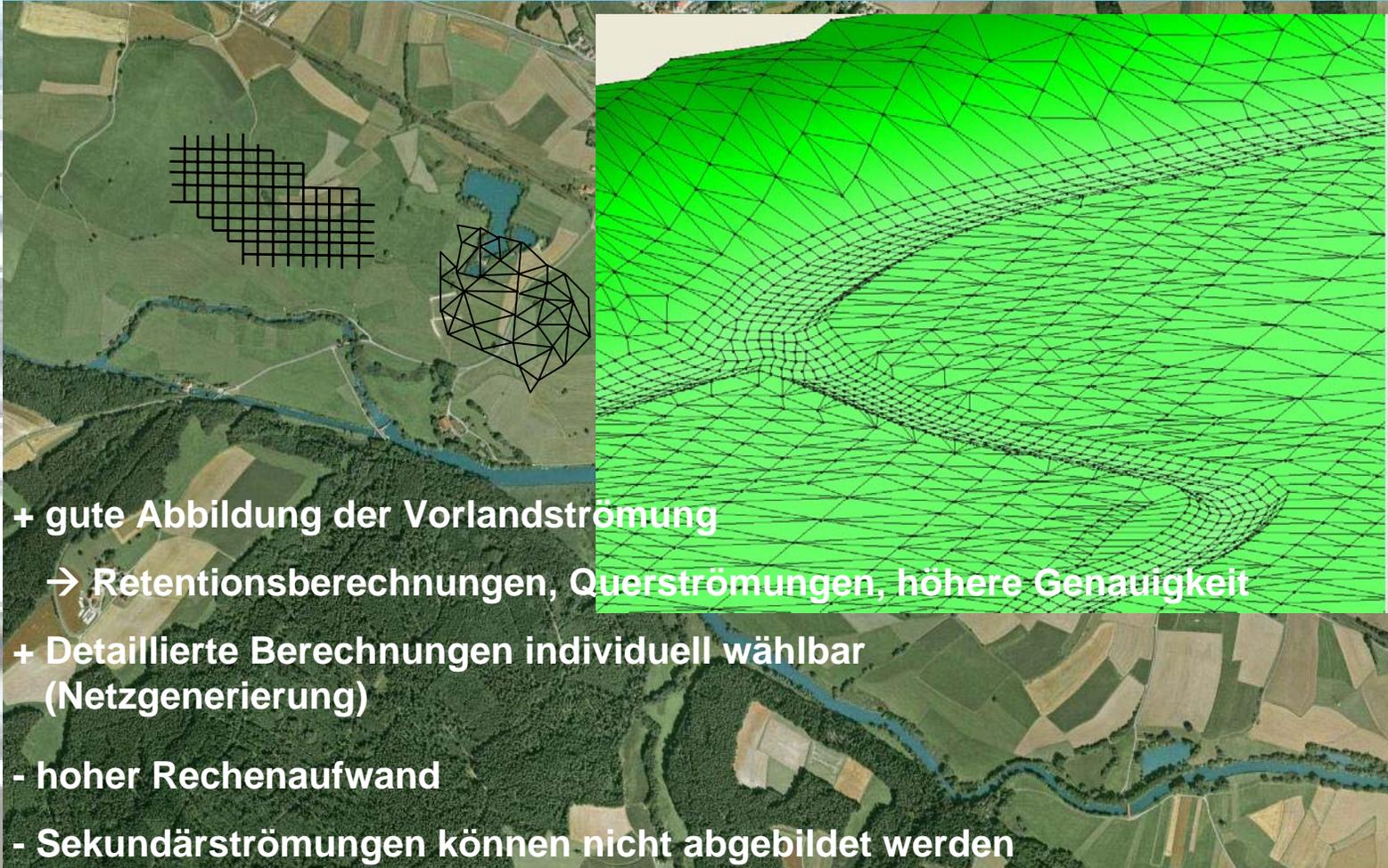


- Querströmungen finden keine Berücksichtigung
- Vorlandabfluss schwer abzubilden
- Vereinfachungen erforderlich, aufwendig

Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung

HN-Modellierungskonzepte

2D-Simulation

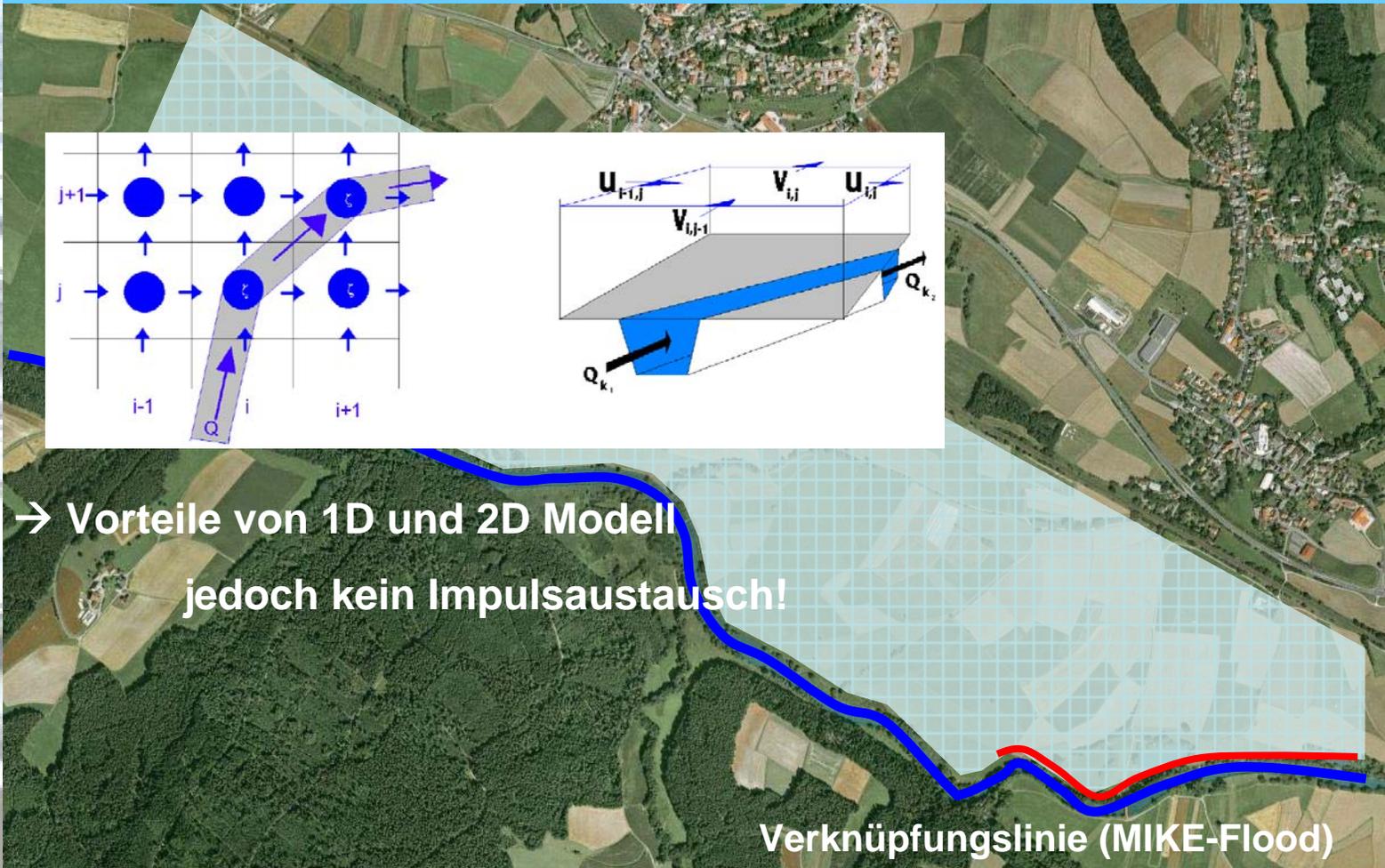


- + gute Abbildung der Vorlandströmung
 - Retentionsberechnungen, Querströmungen, höhere Genauigkeit
- + Detaillierte Berechnungen individuell wählbar (Netzgenerierung)
- hoher Rechenaufwand
- Sekundärströmungen können nicht abgebildet werden

Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung

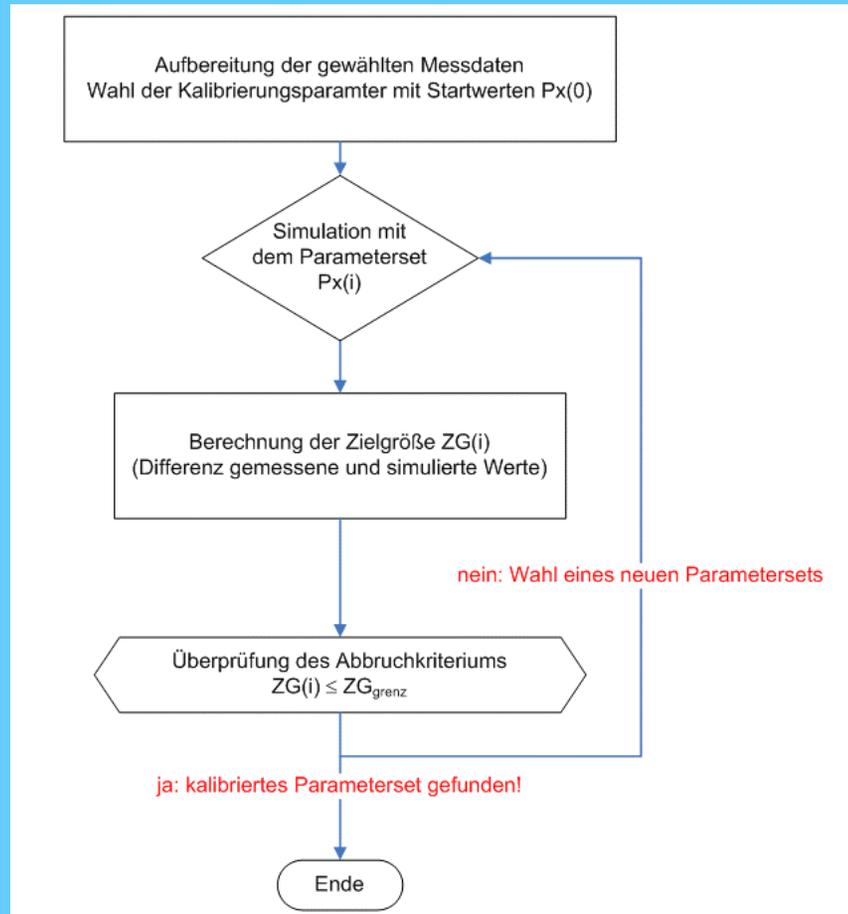
HN-Modellierungskonzepte

1D/2D-Simulation (hybrid)



Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung

Modellkalibrierung

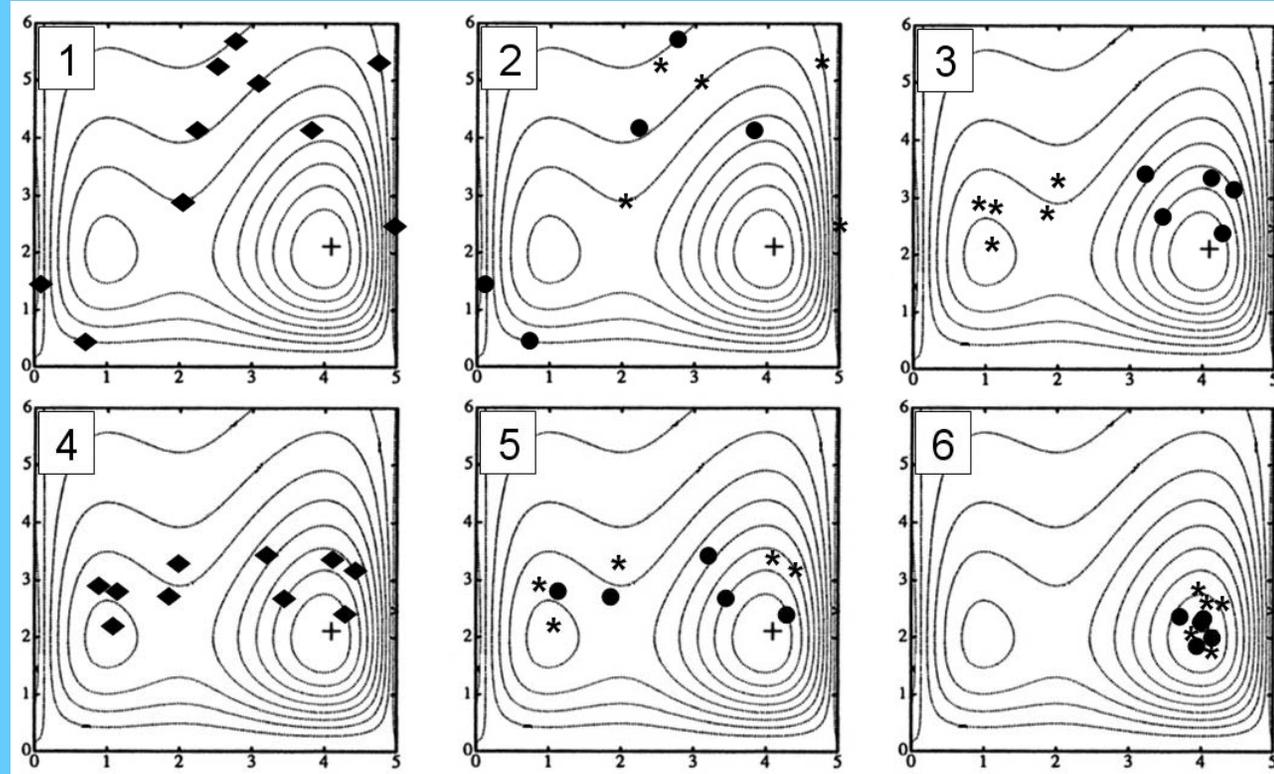


- **manuell**
- **objektiv**

Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung

Modellkalibrierung

Objektiv
SCE-UA



8. Zufällige Startparameter (z.B. $\alpha(0) = 0.5$, $\beta(0) = 10$)

Beliebige Parameter!

- Einleitung
- Grundlagen
- Kalibrierung**
- Parameteruns.
- Modellunsicherheit
- Zusammenfassung

Unsichere Parameter

Querprofile:

mehrere Jahre alt, Veränderung nach jedem Hochwasser

Rauhigkeit:

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

Vegetation bzw. Sohlzustand (besonders im Vorland) ist nicht stationär
(kann der kalibrierte Zustand für Vorhersagen herangezogen werden?!)

Digitales Geländemodell:

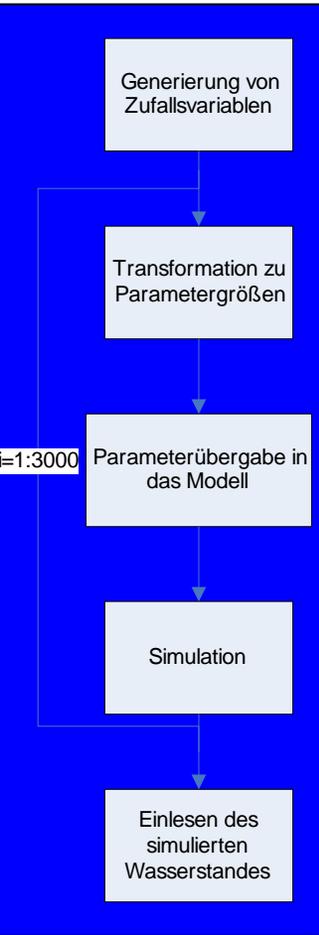
Laserscanning ist mit Fehlern behaftet

Abfluss Q:

wie genau ist der vorhergesagte Abfluss (Vorhersagemodelle)

Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung

Monte Carlo Sim



- Einleitung
- Grundlagen
- Kalibrierung
- Parameteruns.**
- Modellunsicherheit
- Zusammenfassung

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

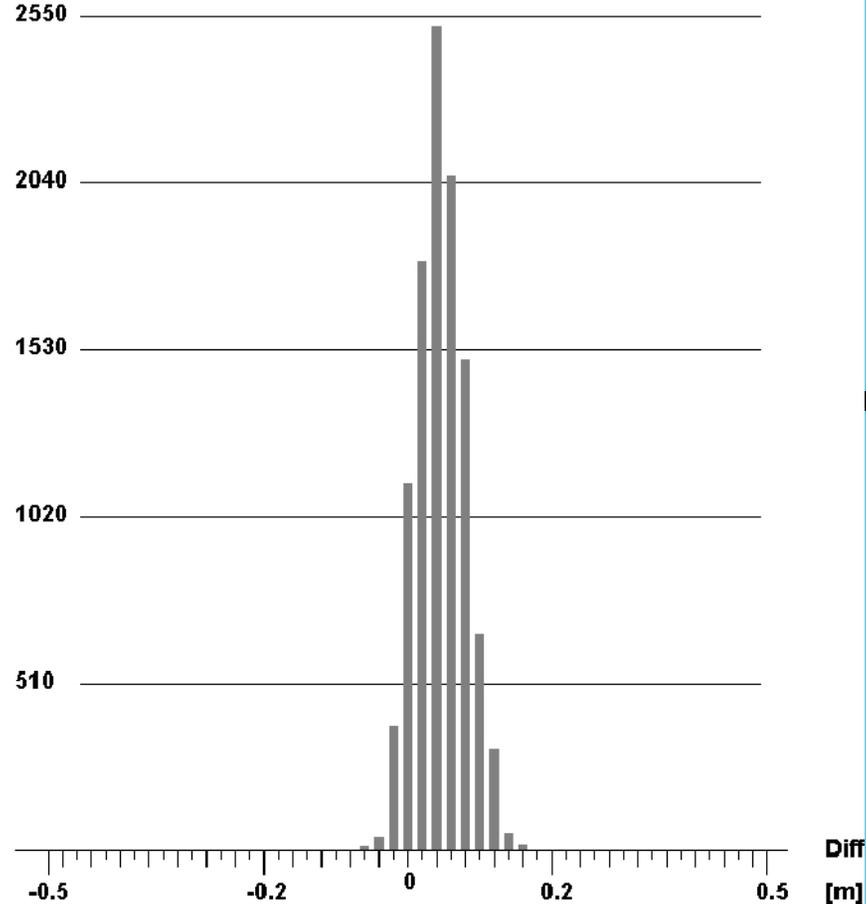
KONTROLL-FLAECHE :

Betroffene Kilometerkacheln : 4342_5471

name_top_DGM_alles.gkh

Anzahl der LASER-Punkte : 10472
 Standardabweichung(innere/absolut) : 0.034/ 0.057 [m]
 Hoehendiff. < 0.2 m : 100.000%
 Max. Hoehendifferenz : 0.159 [m]
 Hoehen-Versatz : 0.046 [m]

[Punkte]



Skala-Definition :

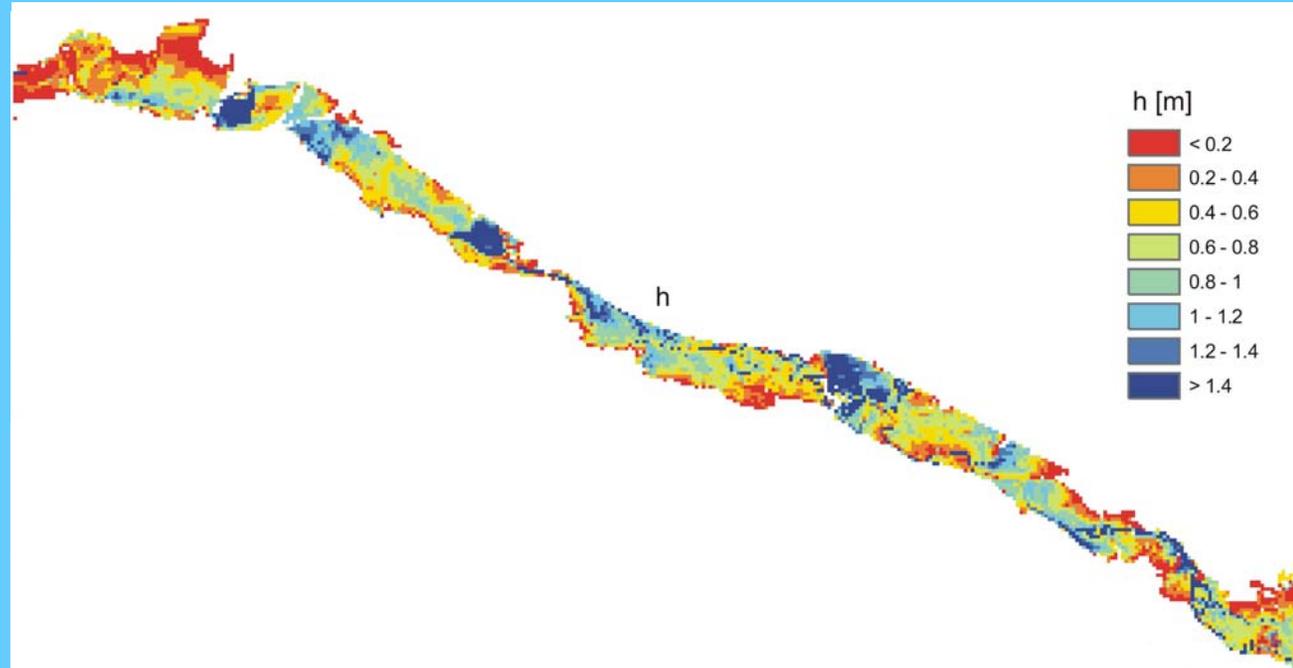
Skala = 0.02[m] Schranke = 0.2[m]

Landesamt fuer Vermessung und Geoinformation

Berechnet am : 10.08.2006 12:03:42

Auswertung Monte Carlo Simulation

HQ100 stat.



Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung

Auswertung Monte Carlo Simulation

a: alle Parameter gleich verteilt

b: yVL normal verteilt

c: alle gleich verteilt, yVL rasterweise variabel

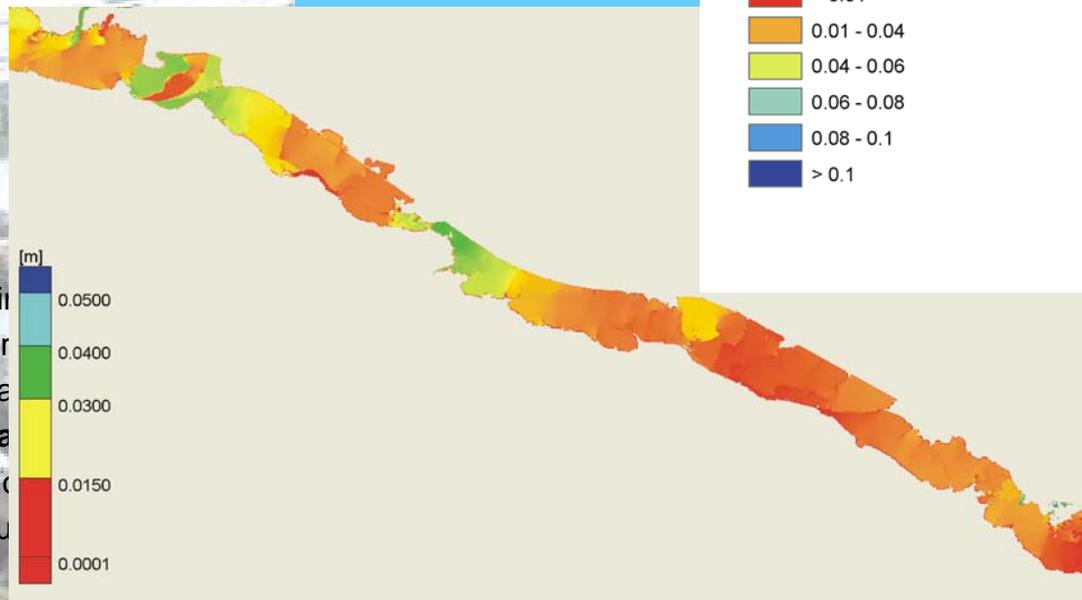
	HQ_{100-a}		HQ_{100-b}		HQ_{100-c}		
	Δh_{Max}	$\Delta h_{Quantile}$	Δh_{Max}	$\Delta h_{Quantile}$	Δh_{Max}	$\Delta h_{Quantile}$	
(normal)	AS1	0,5	0,25	0,45	0,23	0,26	0,13
(Einengung)	AS2	0,55	0,28	0,55	0,25	0,35 - 0,40	0,20
(Wehr)	AS3	0,35	0,22	0,38	0,20	0,23	0,11

	HQ_{20-a}		HQ_{20-b}		HQ_{5-a}		HQ_{5-b}		
	Δh_{Max}	Δh_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

Auswertung Monte Carlo Simulation

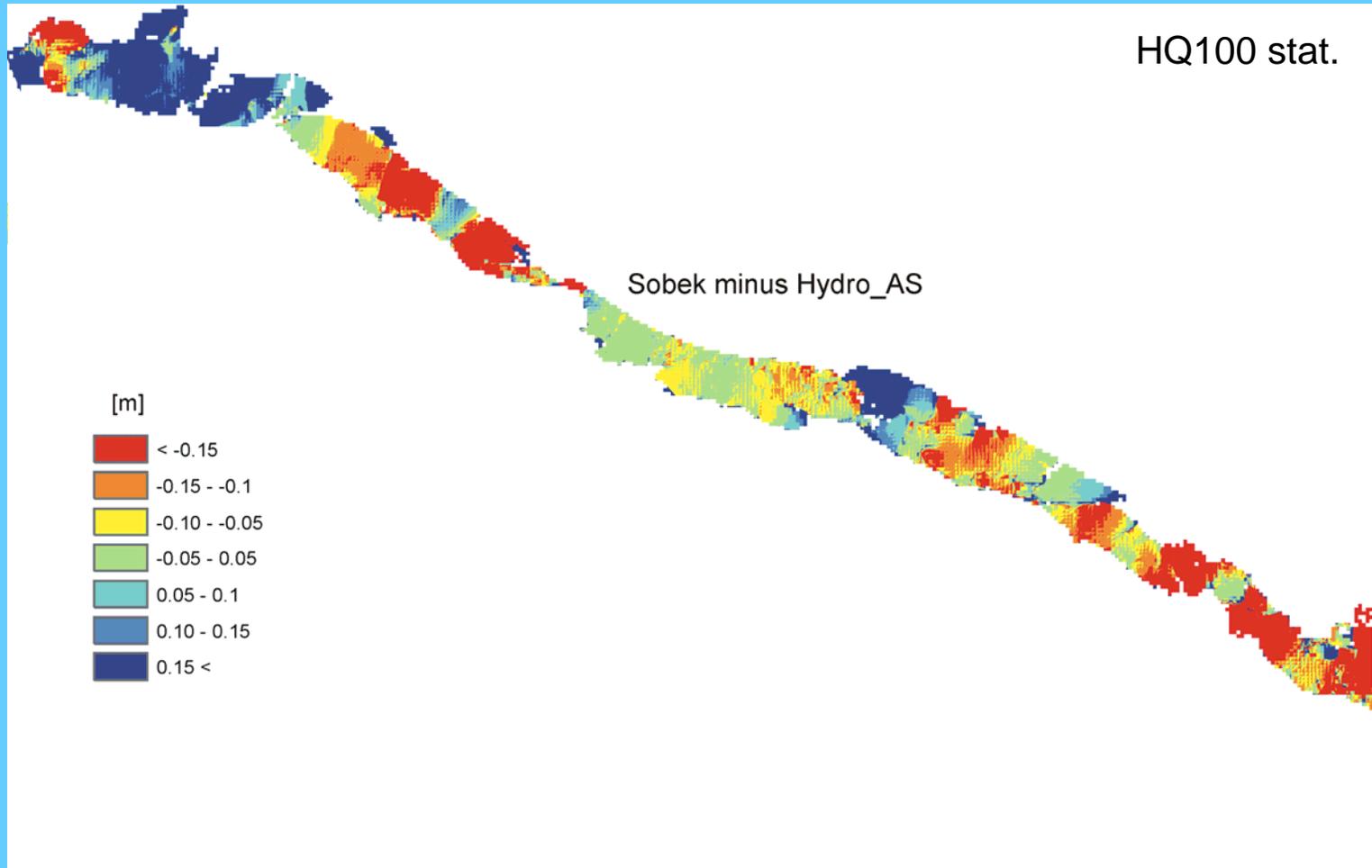
HQ100 instationär

- Liefert nahezu gleich max. Wassertiefen in jedem Raster
- statistische Auswertung nahezu identisch mit stat. Abflüssen
- Abflussspitzenretention ist nahezu null ($449,5 - 454 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{zu}=458$)



Modellunsicherheit

HQ100 stat.



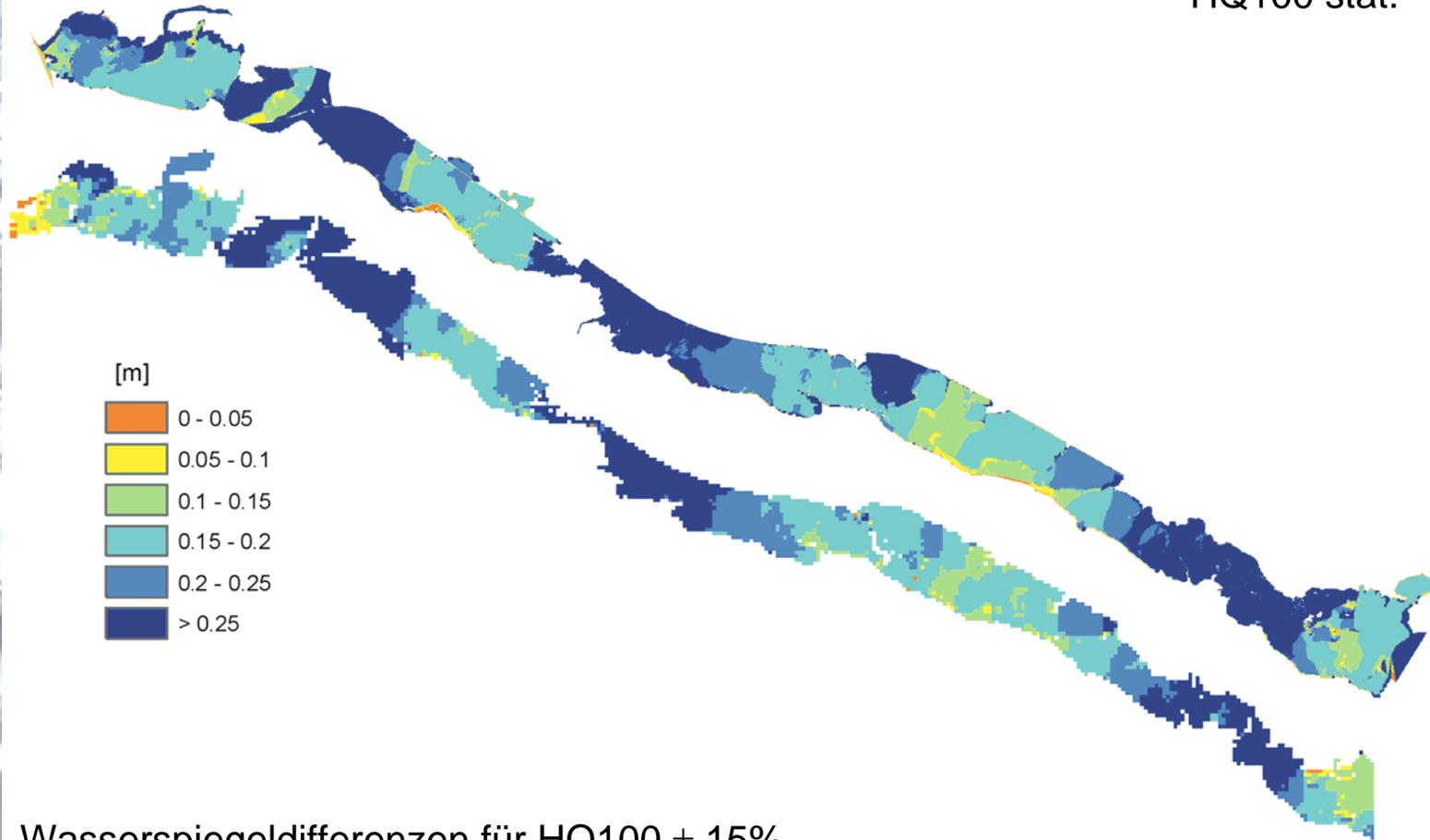
- Interaktion zwischen Vorland und Flussschlauch (Impuls) 0,2 – 0,25 m
- Abbildung von kleineren Geländestructuren 0,1 – 0,2 m
- Auflösung von Bruchkanten 0,25 m

Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung

Modellunsicherheit

Wasserspiegeldifferenzen für $HQ100 \pm 15\%$

HQ100 stat.



Wasserspiegeldifferenzen für $HQ100 \pm 15\%$

Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Objektive Kalibrierung lässt sich gut anwenden, Parameterraum klein wählen
- Hybride Modelle ein weiteres Werkzeug für ein weiteres Anwendungsgebiet
 - ~ große Flächen mit kleinen Kanalstrukturen
 - ~ keine Berücksichtigung von Verlusten infolge Impulsaustausch
 - ~ Abwägen der Anwendbarkeit (Kopplungskonzept für die Fragestellung?)
- Scheitelabminderung infolge Retention auf 27 FKM ist zu vernachlässigen
- Wassertiefen bei stat. und instat. Betrachtungsweise nahezu identisch
- mögliche Wassertiefenschwankung infolge Parameterunsicherheit im dm-Bereich (über 50 %)
- mögliche Wassertiefenschwankung infolge Modellauswahl im dm-Bereich (bis zu 50%)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Einleitung
Grundlagen
Kalibrierung
Parameteruns.
Modellunsicherheit
Zusammenfassung