



Zukunft der 2d-Modellierung in der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung

Dr. D. Rieger, B. Schaipp F. Michel





Inhalt

- Überschwemmungsgebiete und Hochwasserkarten
- Bauwerksdimensionierung und Geschiebetransportsimulation
- Künftige Anforderungen an die 2d-Modellierung



Projekt Ermittlung und Festsetzung von Überschwemmungsgebieten

1996 bis 2010:

Hydrotechn. Berechnungen an ca. 7.500 Fkm

>> 7.000 Fkm Gew I und II

Weitgehend standardisierte Datengrundlage

In den letzten Jahren überwiegend 2d-Modelle

Ausgaben für Vergaben:

ca. 35 Mio Euro!



Wie geht es weiter?

Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die **Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (EG-HWRM-RL)**

- Richtlinie ist am 26.11.2007 in Kraft getreten



Ziel der EG-HWRM-RL

- Verringerung des Risikos hochwasserbedingter nachteiliger Folgen, insbesondere auf
 - die menschliche Gesundheit und Leben
 - die Umwelt
 - das Kulturerbe
 - die wirtschaftliche Tätigkeit und Infrastruktur
- Koordination notwendiger Schutzmaßnahmen innerhalb des Einzugsgebiets



3-stufige Vorgehensweise

1. **vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos**
Ziel: Identifikation von Gebieten mit potenziell signifikantem Hochwasserrisiko
2. konkrete Bewertung des Hochwasserrisikos in den Gebieten mit potenziell signifikantem Hochwasserrisiko mit Hilfe von
 - **Hochwassergefahrenkarten** und
 - **Hochwasserrisikokarten**
3. Erarbeitung von **Plänen für das Hochwasserrisikomanagement**
Ziel: Verringerung potenzieller hochwasserbedingter nachteiliger Folgen

Zeitliche Vorgaben





Vergleich mit WHG & BayWG

WHG / BayWG	EG-HWRM-RL
Ermittlung von Gewässern und Gewässerabschnitten, an denen <u>nicht nur geringfügige Schäden</u> zu erwarten sind.	Vorläufige Bewertung des (<u>potentiell signifikanten</u>) Hochwasserrisikos
Überschwemmungsgebiete \geq HQ ₁₀₀	Hochwassergefahrenkarten - Eintrittswahrscheinlichkeit (3x) - Wassertiefen
Überschwemmungsgefährdete Gebiete \geq HQ ₁₀₀ bei Versagen von Hochwasserschutzeinrichtungen	
-	Hochwasserrisikokarten
Hochwasserschutzpläne	Hochwasserrisikomanagementpläne



Fazit

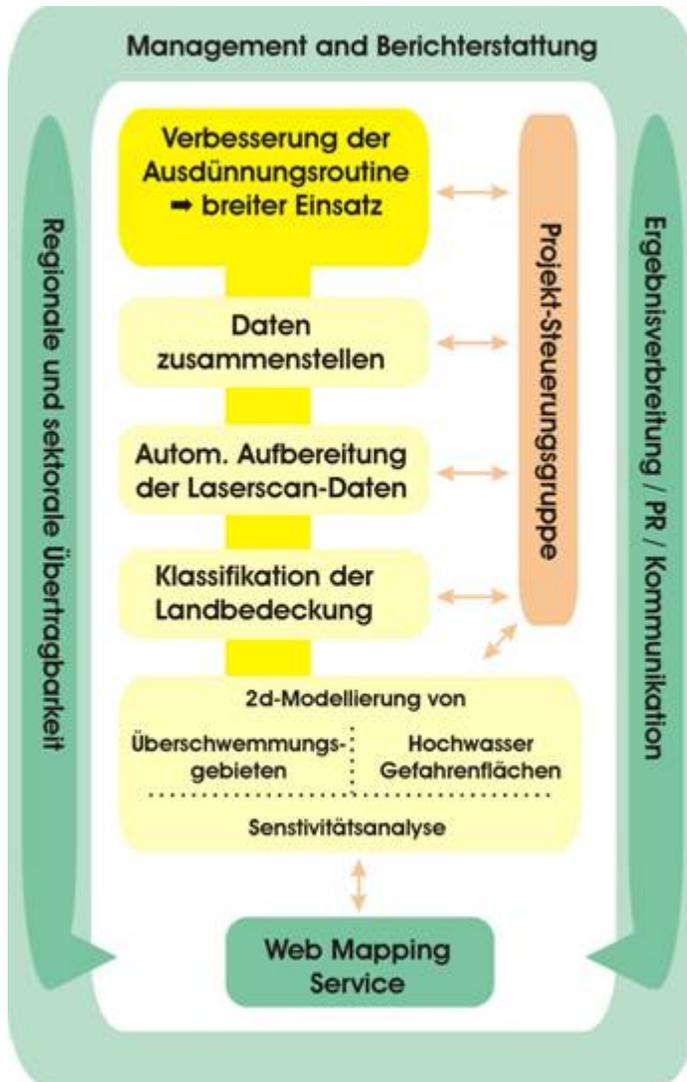
Frage: Welche Gewässerabschnitte sind noch zu betrachten?
Welche Genauigkeit ist erforderlich?

Mögliche Anforderungen:

- Erweiterung bestehender Berechnungen aus der Ermittlung von Überschwemmungsgebieten (HQ₁₀₀) auf ein HQ_{extrem}, das in der EG-HWRM-RL gefordert wird;
- Ermittlung von Überschwemmungsszenarien auch an schadgeneigten Gewässern dritter Ordnung. Hier sind insbesondere die Ortslagen von Interesse;
- Berechnung von Überschwemmungsszenarien für eingedeichte Gewässerabschnitte. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, wie das Versagen der Schutzeinrichtung modelliert werden soll (Einbeziehung von Deichbruchszenarien)

>> *Umfangreiche Vergaben erforderlich!*

Optimierung der Verfahrensabläufe erforderlich



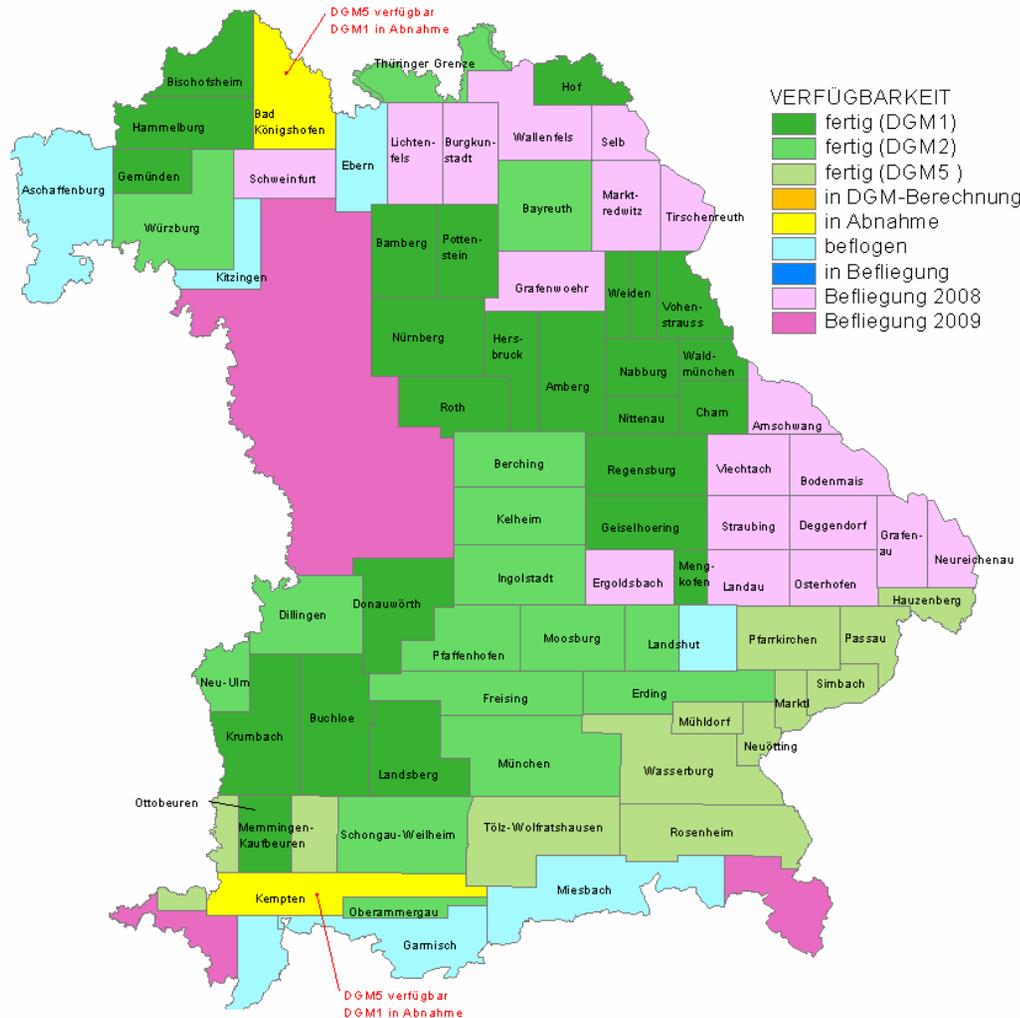
EU-Life-Projekt FloodScan

- zuvor diverse Pilotstudien
- Partner: LVG (*DGM und Web Mapping*) und TUM (*Kommunikation*)
- *Verbessertes Postprocessing von Laserscanner-Daten*
- *Optimierte und vereinfachte Netzerstellung*
- *Alternativen für Rauheitsbelegung*
- *Überschwemmungsgebiete und Hochwassergefahrenkarten mittels 2d-Modellierung*
- ...





Laserscanning: Kooperation mit Landesvermessung



**Stand Februar
2008**

**Fertigstellung
bis 2010!**



Wie geht es weiter?

- Strategie über eine effiziente Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben, die gleichzeitig die Anforderungen der Wasserwirtschaft, der Raumplanung, des Katastrophenschutzes und der Bevölkerung erfüllt!
- Bayernweit abgestimmtes Vorgehen erforderlich!
- Derzeit noch viele offene Fragen hinsichtlich Datenverfügbarkeit, Umfang und Genauigkeit!
- **Vieles spricht für eine 2d-Modellierung mit Hydro_AS-2d (und Laser_AS-2d)**
 - *Mitarbeiter der WWÄ sind geschult (gutes Qualitätsmanagement)*
 - *Abläufe werden optimiert (FloodScan)*
 - *Alle erforderlichen Parameter werden erzeugt (Tiefe, Geschwindigkeit)*
 - *effektive Aktualisierung (Richtlinie: alle 6 Jahre) möglich!*



Zukunft beginnt in der Gegenwart

- 17/18.10.1996 in Darmstadt: Vortrag "2d-morphologische Simulation einer Flussaufweitung" (Dr. Nujic: erste Ergebnisse mit HYDRO_GS)
- 2003: HYDRO_ST in der bayer. Wasserwirtschaft verfügbar
- 2005: HYDRO_GS in der bayer. Wasserwirtschaft verfügbar
- praktische Erfahrung: von den ersten Pilotvorhaben bis zur flächen-deckenden Einführung vergehen meist (5 bis) 10 Jahre

- nachfolgend einige Beispiele aus der Pilotphase (Anwendungen LfU)

- zuletzt ein Ausblick: wohin geht der Bedarf, was brauchen wir noch an Modellerweiterungen?



Loisach / Eschenlohe (1)

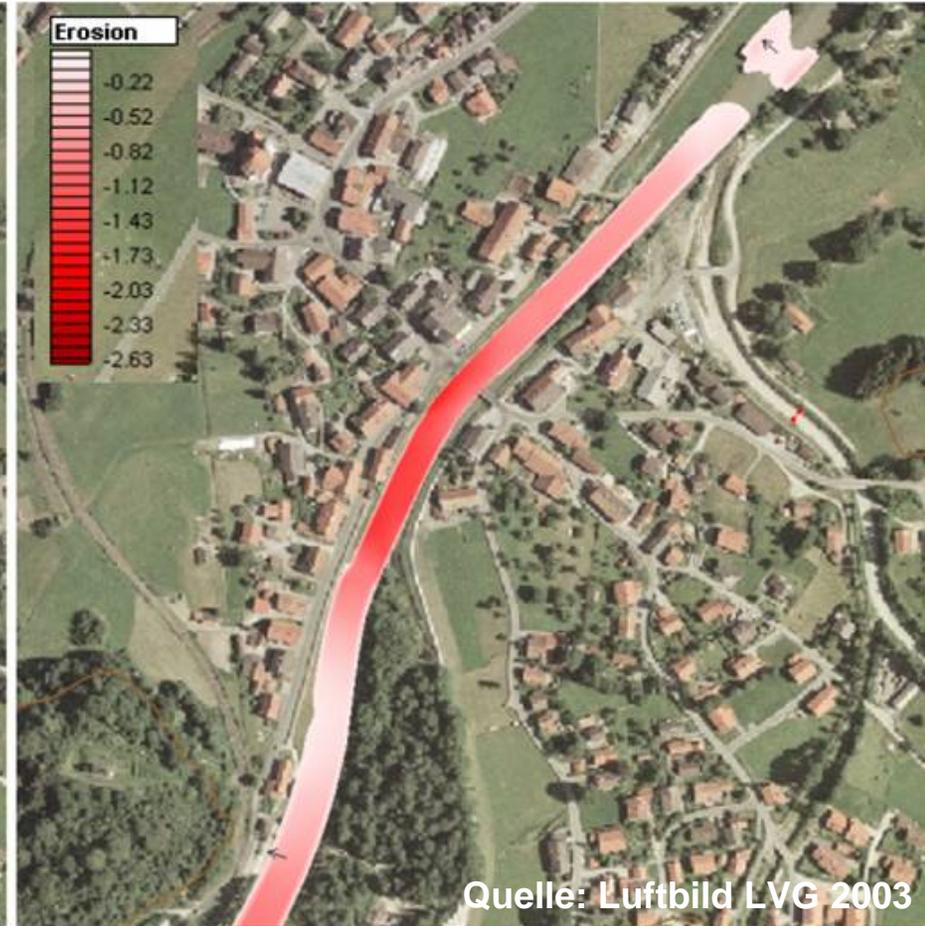
- Fragestellung: wie stark tieft sich die ausgebaute Loisach während eines HQ_{100} ein? Gründungstiefe Ufermauer?
- Lösung: geringer Geschiebeeintrag, stationärer Abfluss HQ_{100} – wie lange dauert es, bis die Sohländerung in etwa stationär wird?
- "Nebenprodukt": Sohländerungen am Pegels Eschenlohe während einer großen Hochwasserwelle (Augusthochwasser 2005)

Loisach / Eschenlohe (2)

Lauf 14: $Q = 320 \text{ m}^3/\text{s}$, Zugabe 2 kg/s , nach 79000 s



Längsschnitt ca. entlang des linken Böschungsfußes (größere Eintiefungen)

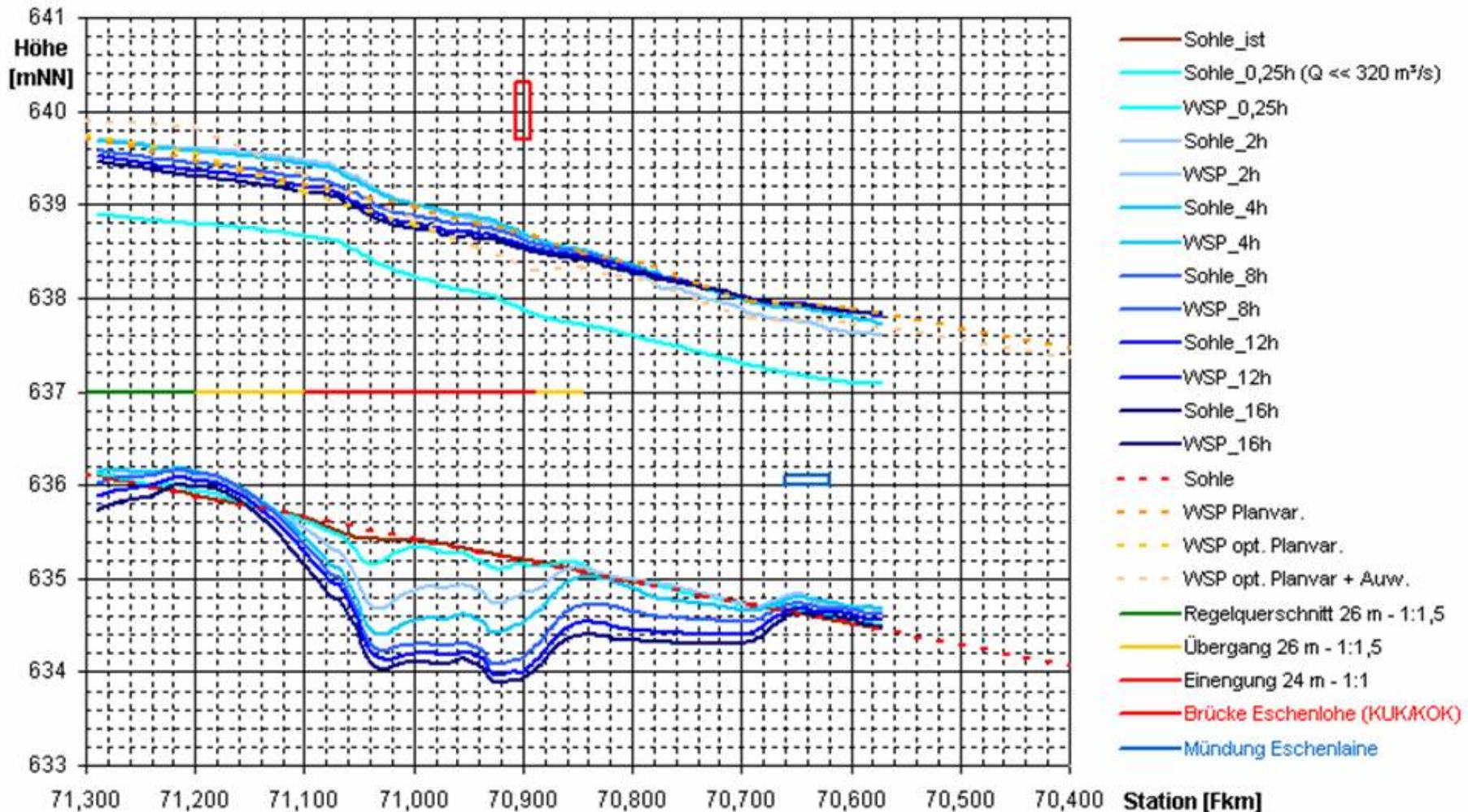


Die Pfeile markieren Beginn und Ende des Längsschnitts

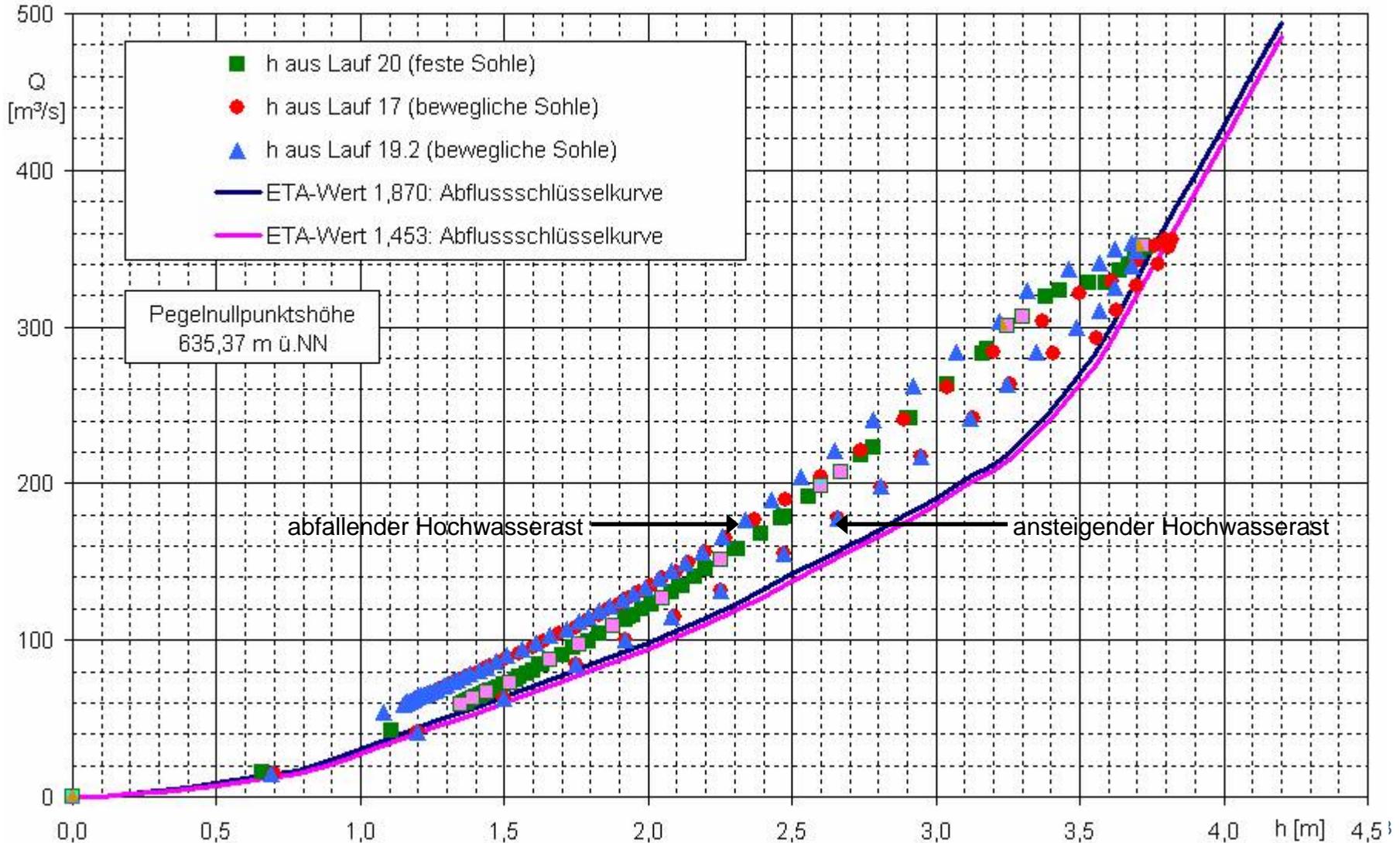


Loisach / Eschenlohe (3)

Lauf 14: Verlauf der potentiellen Erosion im Bereich Eschenlohe [$Q_{stat.} = 320 \text{ m}^3/\text{s}$] nach 16 h

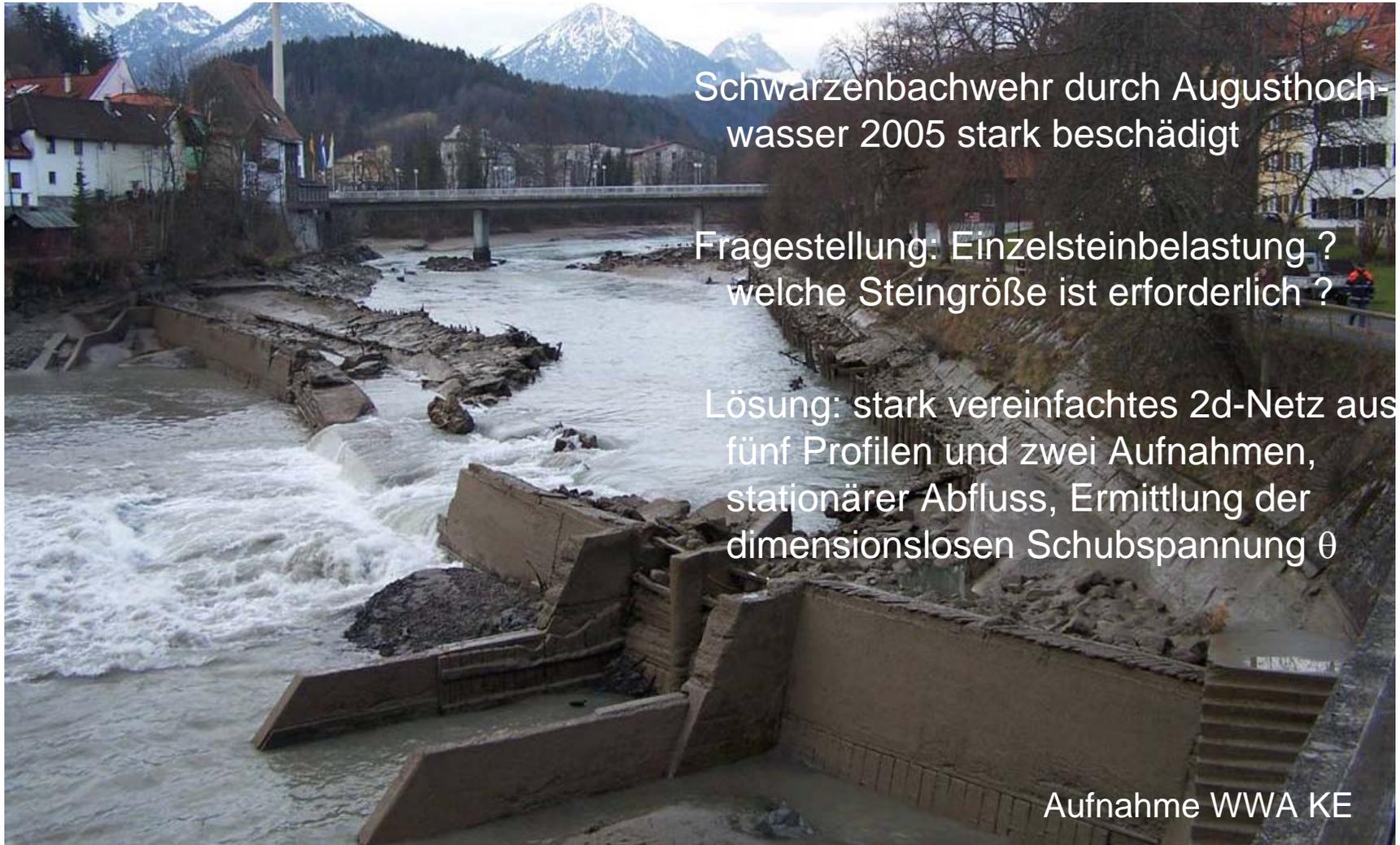


Loisach / Eschenlohe (4)





Lech / Füssen: Schwarzenbachwehr (1)



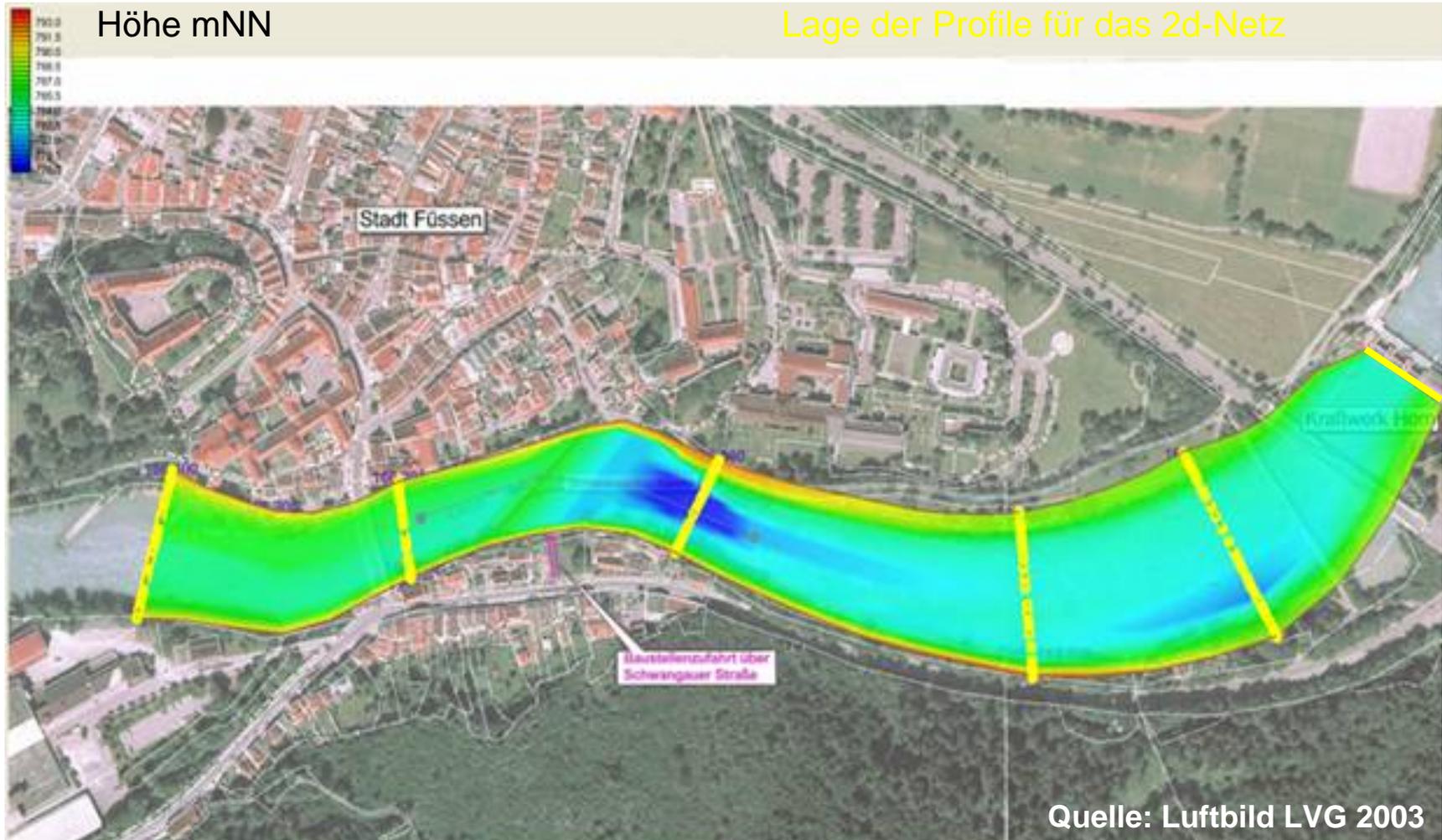
Schwarzenbachwehr durch Augusthochwasser 2005 stark beschädigt

Fragestellung: Einzelsteinbelastung?
welche Steingröße ist erforderlich?

Lösung: stark vereinfachtes 2d-Netz aus
fünf Profilen und zwei Aufnahmen,
stationärer Abfluss, Ermittlung der
dimensionslosen Schubspannung θ

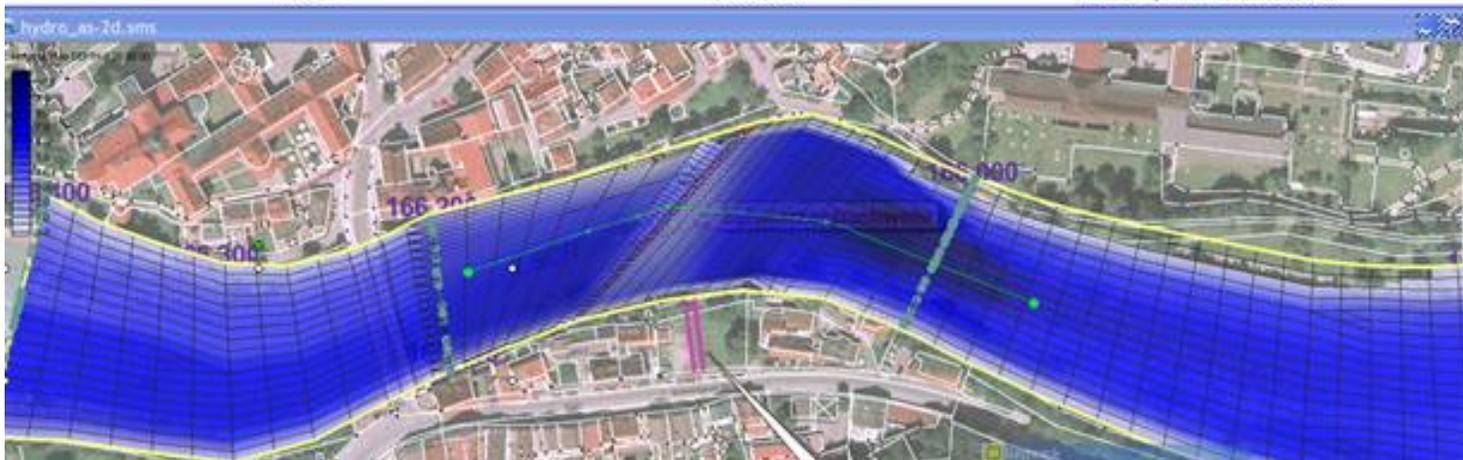
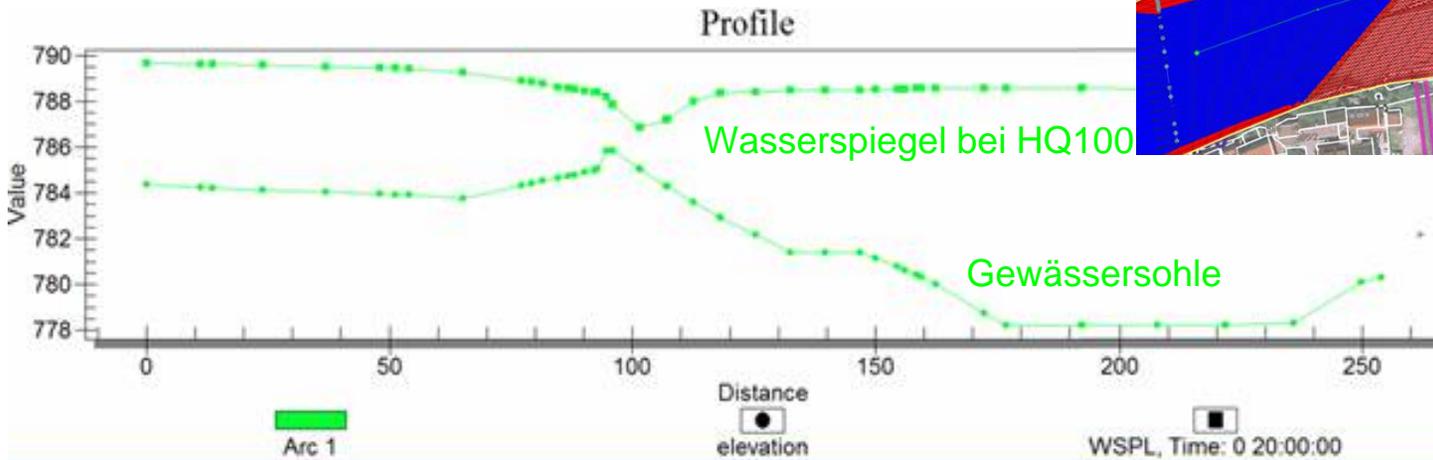
Aufnahme WWA KE

Lech / Füssen: Schwarzenbachwehr (2)

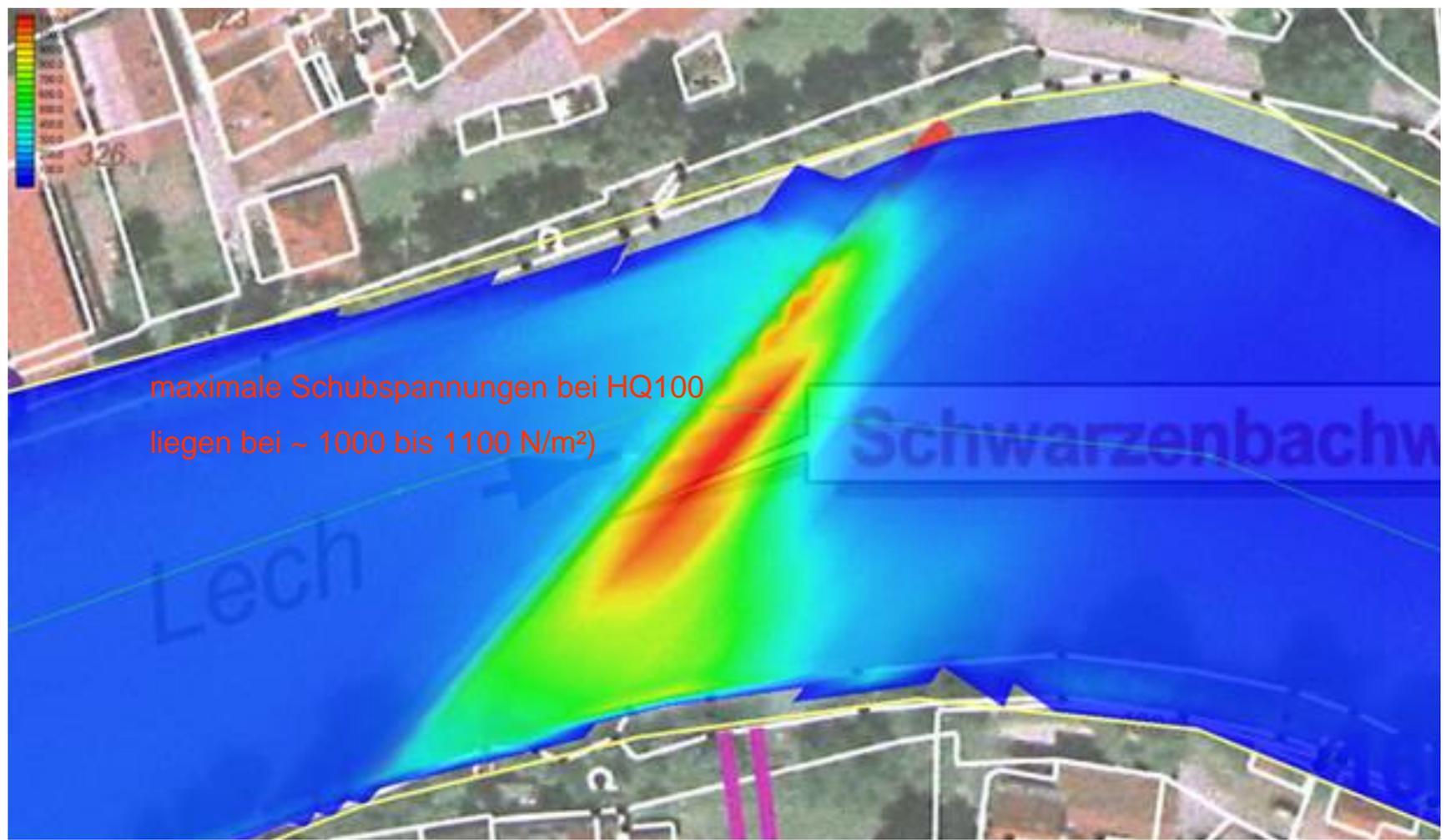


Lech / Füssen: Schwarzenbachwehr (3)

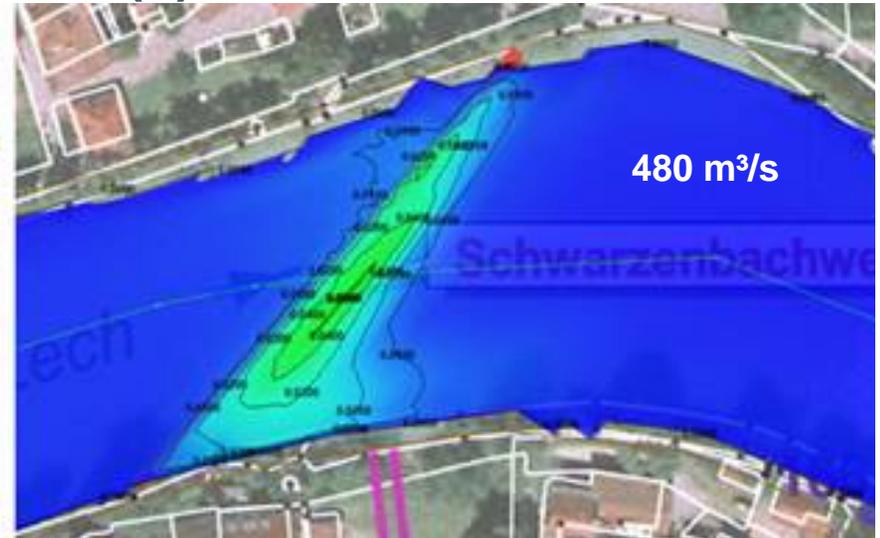
gewellter Abfluss bei HQ100 ($1 < \text{Froudezahl} < 2$)



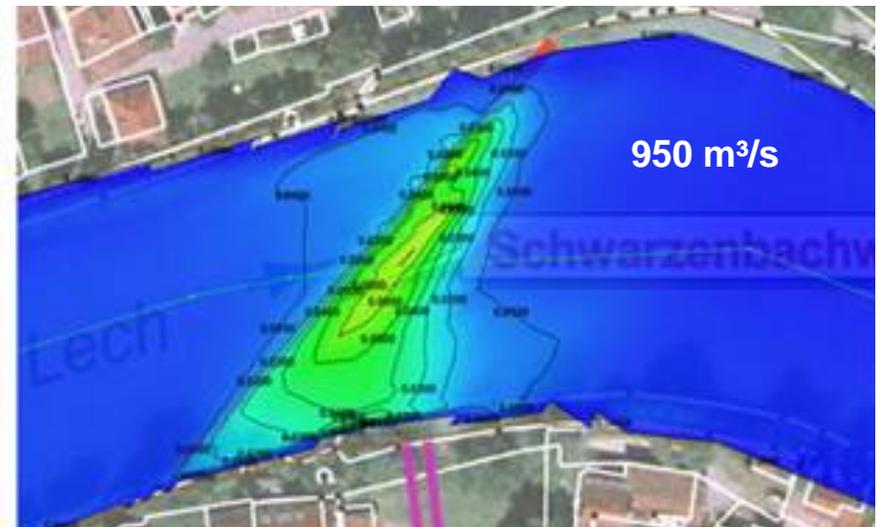
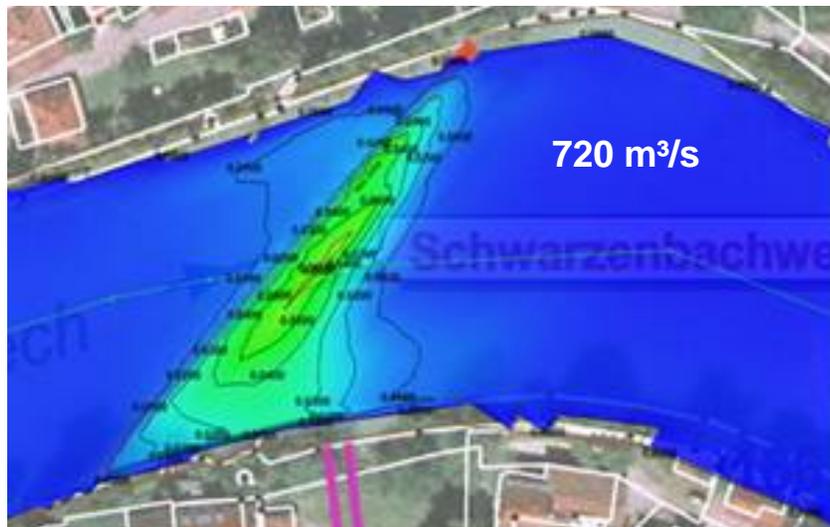
Lech / Füssen: Schwarzenbachwehr (4)



Lech / Füssen: Schwarzenbachwehr (5)



θ -Linien gleicher Belastung für einen Steindurchmesser von 1 m

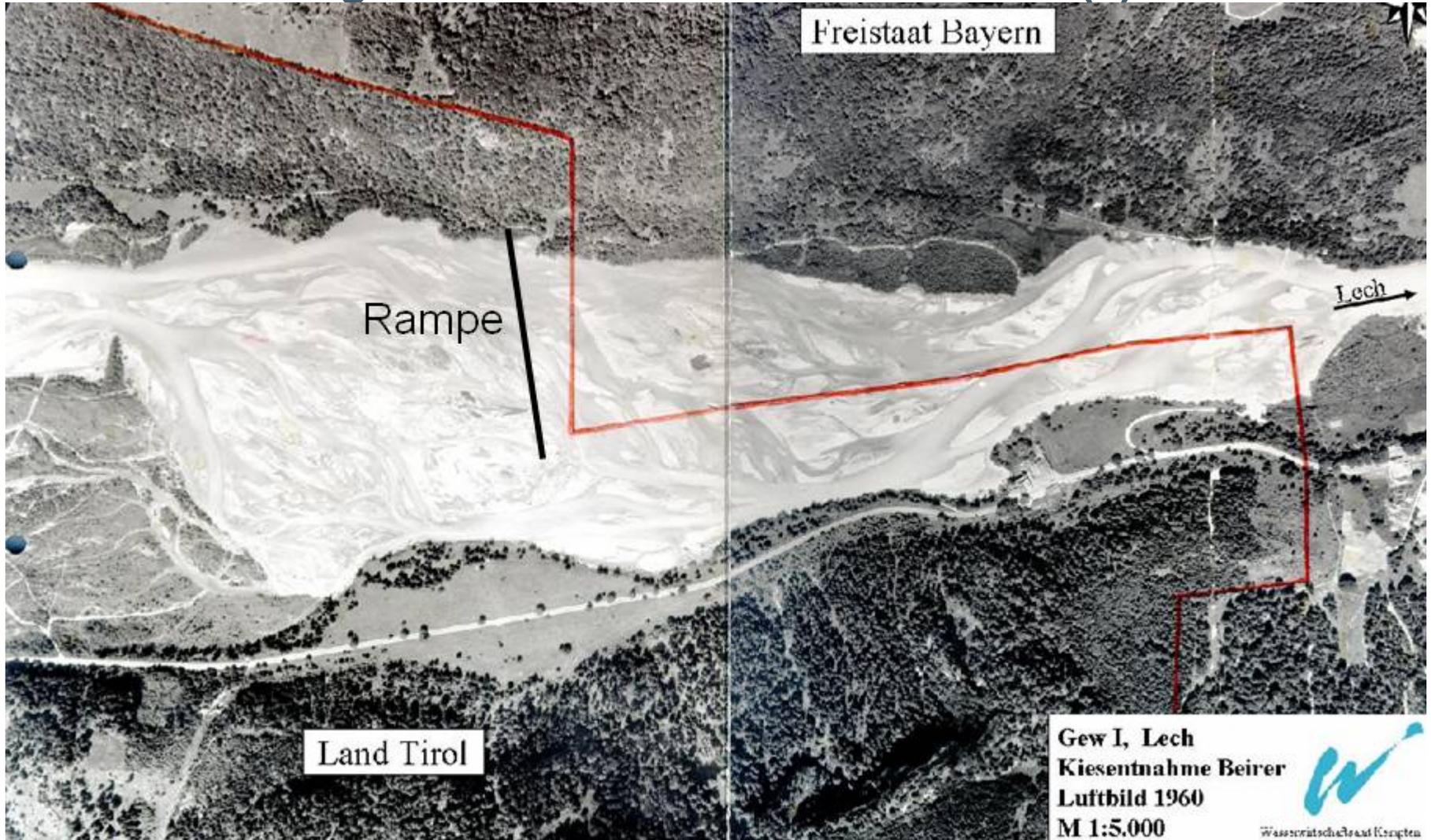




Lech / Landesgrenze: Schotterentnahme Beirer (1)

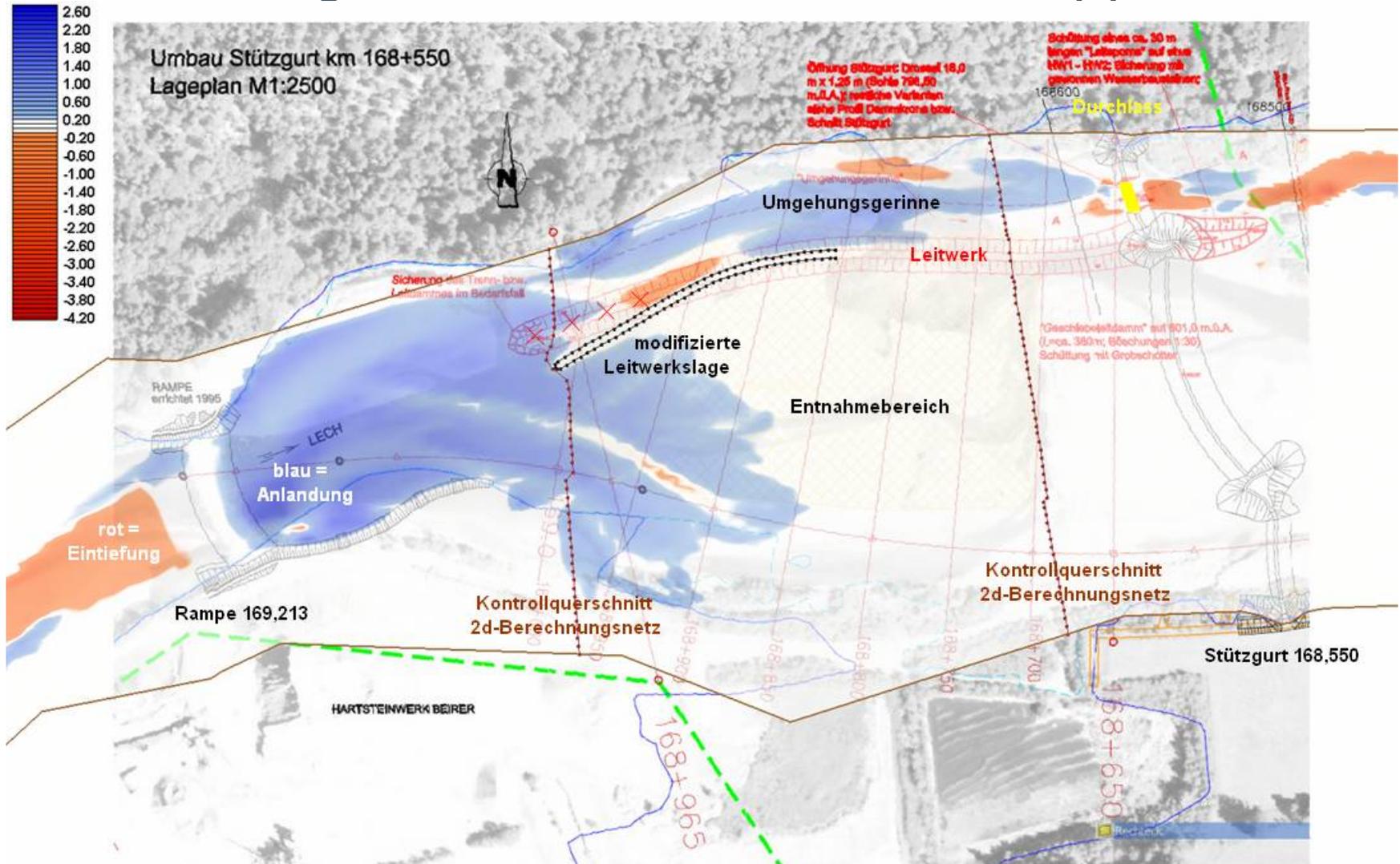
- oberhalb der Landesgrenze zu Tirol besteht seit Jahrzehnten eine gewerbliche Schotterentnahme
- Im Winter 2000/01 wurde wenige Meter oberhalb der Landesgrenze ein Stützgurt errichtet.
- Der Stützgurt in Kombination mit der Entnahme unterbindet die Geschiebezufuhr nach Bayern
- Folge: FFH-Gebiet in seinem Bestand gefährdet, Hochwasserschutzeinrichtungen im Stadtbereich Füssen gefährdet
- Schwarzenbachwehr stürzt während des Augusthochwassers 2005 im mittleren Teil ein
- Schadensereignis gab Anlass zur Umplanung des Stützgurtes
- österr. Projekt von LfU mit 2d-Geschiebetransportsimulation optimiert
- Ziel: ~ 25.000 m³/a Geschiebedurchgängigkeit (~ 25-33 % österr. Fracht)

Lech / Landesgrenze: Schotterentnahme Beirer (2)





Lech / Landesgrenze: Schotterentnahme Beirer (4)





Ausblick (1)

- Koppelung von Abfluss, Schwebstoff- und Geschiebetransport in einem Modell, (evt. auch mit Laser_AS).
- Wehrfunktionen und Dualprozessor in HYDRO_GS-2d implementieren (steuerbare Bauwerke, h-t-Beziehung -> in HYDRO_AS-2d schon realisiert).
- Abflussabhängige Behandlung einzelner Fraktionen (Bereich Sand/Feinkies) als Schwebstoff oder Geschiebe (Grenzbedingung z.B. KRESSER-Formel)
- Vorlandbereiche / unbewegliche Sohlbereiche: höhenabhängiger Stricklerwert (Näherung für Bewuchsverhalten Durchströmung -> Überströmung)
- Im Bereich der beweglichen Sohle: abflussabhängiger Stricklerwert (z.B. YALIN-Formel [4]: Gesamttrauheit = Kornrauheit + Riffelrauheit + Dünenrauheit) - besonders wichtig für lange Simulationszeiträume mit Ganglinien
- Kornverteilung (fraktionierte Erweiterung)
- weitere Kornverteilung in einer tieferen Schicht (Fels bereits realisiert -> zusätzlich: erosionsempfindlicher Sanduntergrund unter einem Kiespaket mit $f =$ (Schubspannung, Erosionsrate)



Ausblick (2)

- Die Komplexität aus Einflüssen und Überlagerungen nimmt bei jeder Modell-erweiterung zu – > jedes implementierte Phänomen möglichst nur mit einer (recht universellen und einfachen) Formel beschreiben.
- Wer gut mit HYDRO_AS-2d umgehen kann, sollte sich mit wenig Aufwand in HYDRO_ST-2d und HYDRO_GS-2d einarbeiten können -> zusätzliche Eingabeoptionen beschränken, evt. Steuerung über Start_Hydro_AS.
- Jeder Wunsch kostet Berechnungsgeschwindigkeit - diese soll bei gleicher Gebietsgröße und Netzkonfiguration aber nicht kleiner werden, sondern eher noch gesteigert werden.
- Je mehr physikalische Ansätze modelliert werden, desto komplexer das Wirkungsgefüge und unüberschaubarer die Ergebnisse (vgl. Klimamodellierung) -> wie kriegen wir die riesigen Datenmengen besser in den Griff?
- Langzeitsimulationen: neue Ideen nötig, um Bewuchsränderungen (Rauheits-hindernis, Immobilität der Sohle) pragmatisch in den Griff zu bekommen.
- Wie können 3d-Effekte (vgl. Kolke, Wirbel, Streichwehr, schräger Schlitz) noch besser in ein 2d-Modell implementiert werden.



Vielen Dank
für die Aufmerksamkeit

