



Verbesserung des Wellenablaufs

Koppelung mit 1D- bzw. 2D-Modellen
oder dV/dQ-Verfahren in LARSIM ?

LARSIM-Anwenderworkshop 2011

Katja Moritz, LfU Bayern
Stefan Laurent, WWA Kempten

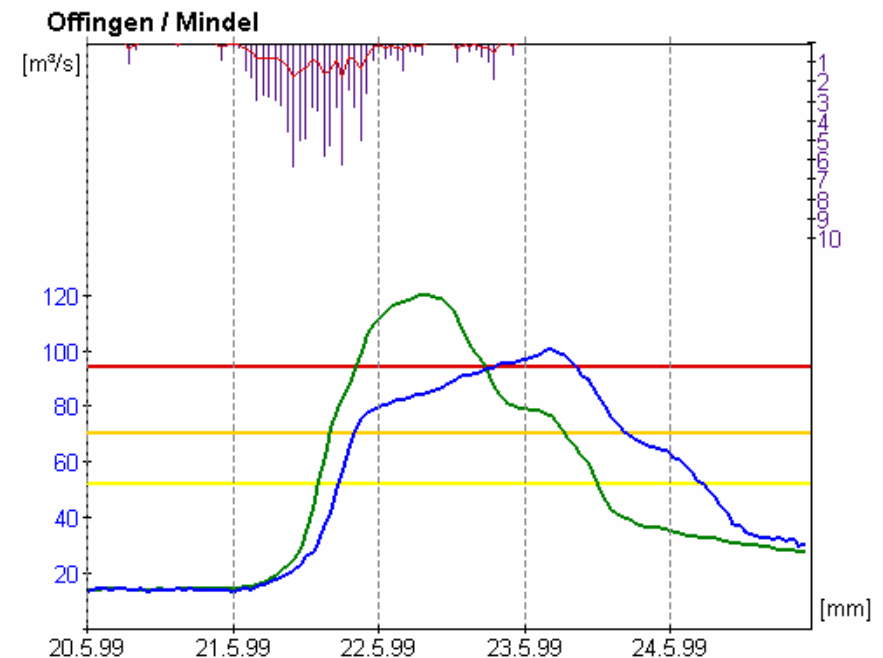


Warum?

Ungenügende Modellierung des Wellenablaufs durch

- **Überflutungen mit komplexen Strömungsverhältnissen**
wie Querströmungen oder Strömungshindernisse

Beispiel: Mindel (südwestl. Donauzufluss)



Blau: gemessene Abflüsse

Grün: simulierte Abflüsse (FGMOD ohne externe dV/dQ-Bez.)

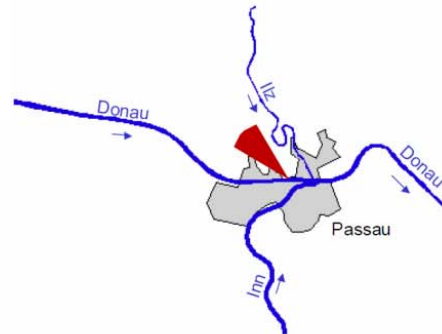


Warum?

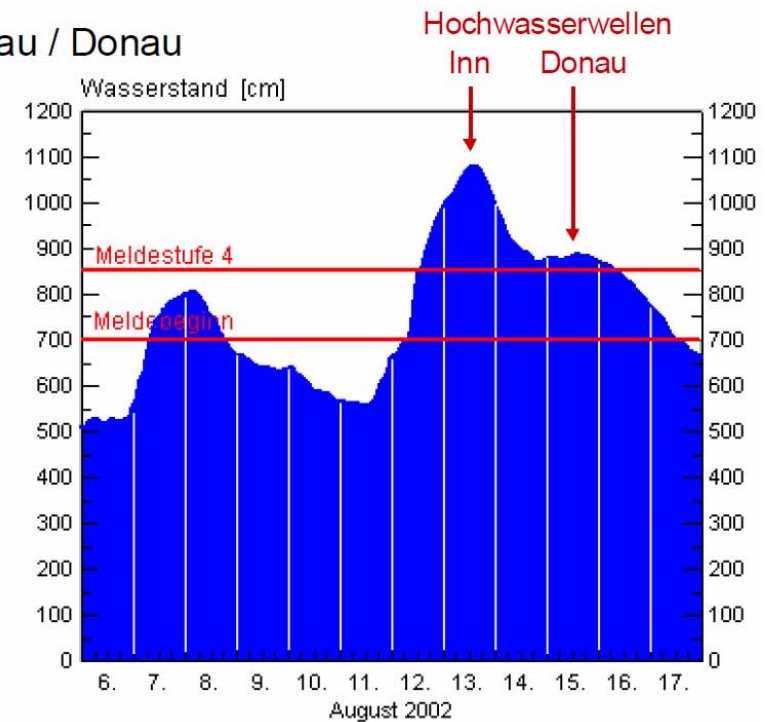
- **Wellenüberlagerung** und deutliche, ereignisabhängige **Rückstau-Effekte**



Beispiel:
Pegel Passau / Donau



Passau / Donau





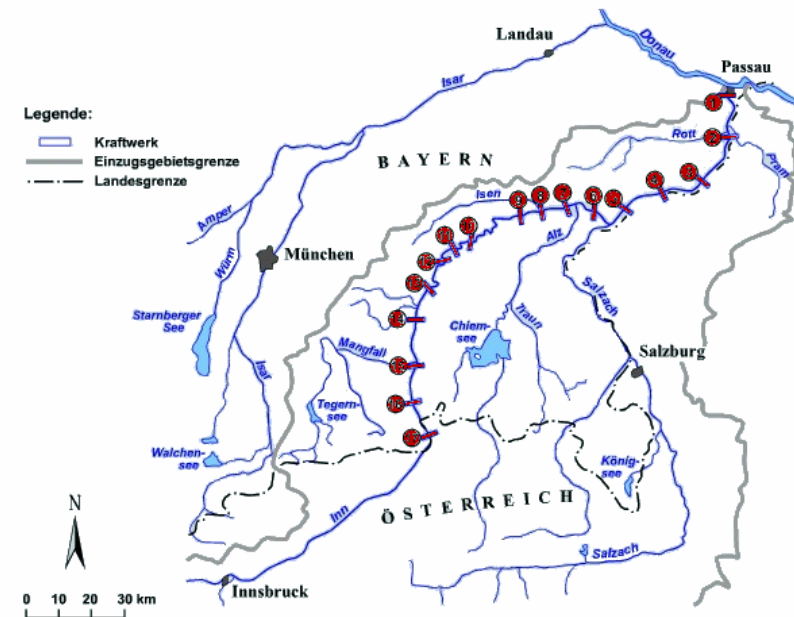
Warum?

- starke Beeinflussung durch (variable) Stauhaltung

Beispiel: Inn



Hochwasser August 2005 Kraftwerk Scharding-Neuhaus / Inn



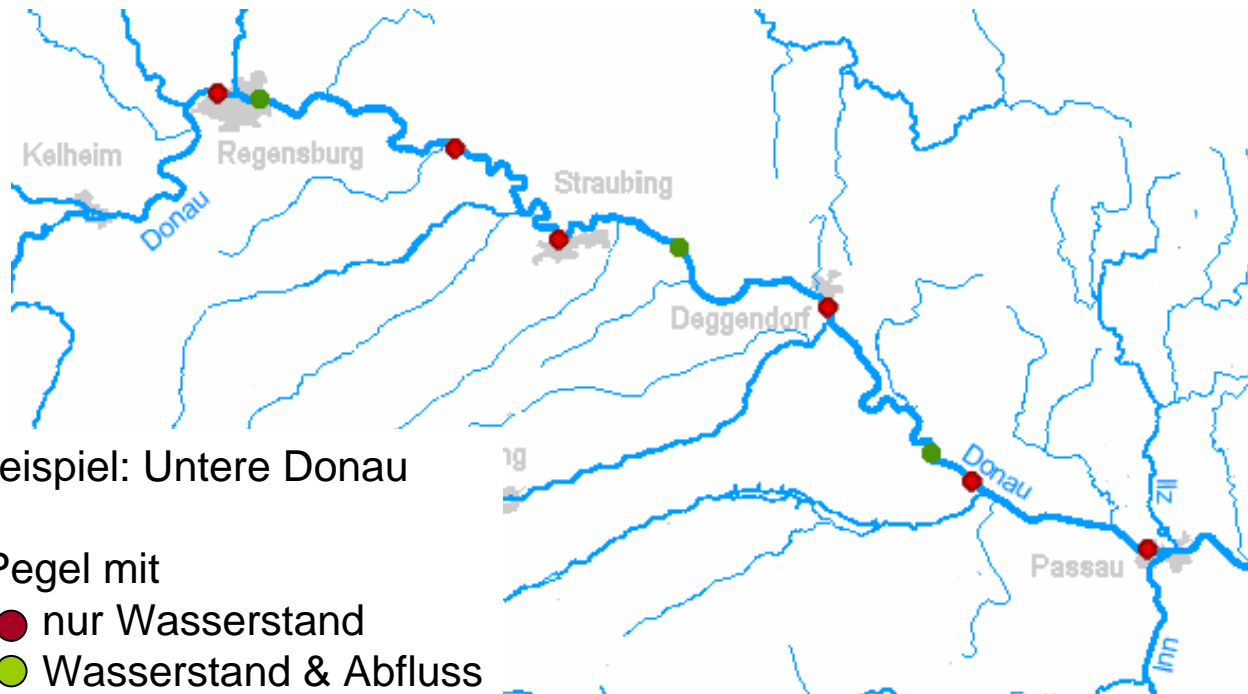
Übersichtsplan über den Ausbau der Innstrecke zwischen Kufstein und Passau. (MANIAK 1992, Bild 1.8)



Warum?

Weitere Gründe:

- **Vermessene Querprofile** + Befliegungsdaten (z.B. LaserScan)
→ mittlere Trapez-Profile?
- Vorhersagen auch für **reine Wasserstandspegel** benötigt



Beispiel: Untere Donau

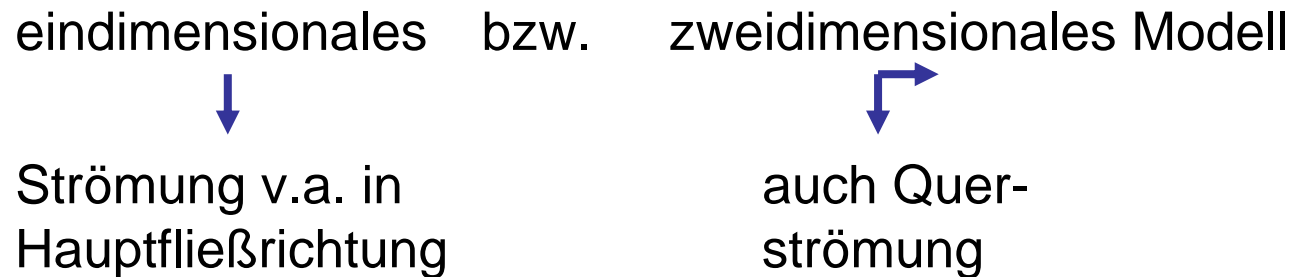
Pegel mit

- nur Wasserstand
- Wasserstand & Abfluss



Lösungsansätze

→ Koppelung von LARSIM mit **hydraulischem Modell**



oder

→ Verwendung einer **externen dV/dQ-Beziehung** in LARSIM



1D- bzw. 2D-Modelle: Vor- und Nachteile

- + Berechnungsverfahren „näher an der Physik“
 - oftmals bessere Abbildung v.a. komplexer Strömungsverhältnisse
 - auch für unbeobachtete Flussabschnitte einsetzbar
- + Berücksichtigung von vermessenen Querprofilen und (je nach Modell) auch Wehrbetriebsordnungen und tatsächlicher Wehrsteuerung
- + Vorhersagen auch für reine Wasserstandspegel
- Weiteres Modell benötigt
(Anschaffungskosten, Know-how, Pflege, Mitarbeiterschulung etc.)
- Großer Aufwand für Modell-Aufstellung und –Änderungen
- Oft geringe Eingriffsmöglichkeiten und begrenzte Modellnachführung mit Messdaten im operationellen Betrieb
- Rechenzeiten bei 2D-Modellen meist zu lange für operationellen Betrieb

Generell: Vorhersagegüte auch stark von (LARSIM-)Zuflüssen abhängig



Koppelung mit 1D- bzw. 2D-Modellen

Vorgehen:

- 1) Berechnung Abflussbildung und –konzentration :

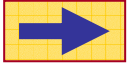
 LARSIM in der Fläche

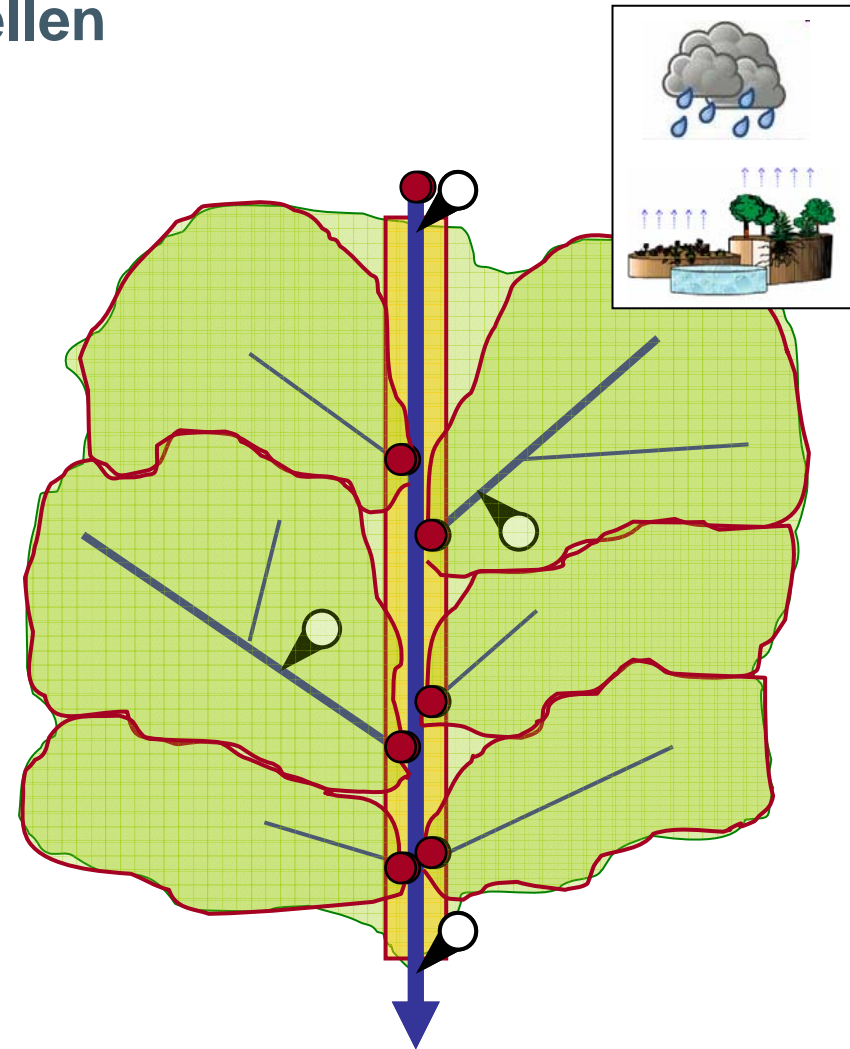


- 2) Weitergabe der Abflüsse
 - Ausgabepunkte (Tape20)



- 3) Berechnung Wellenablauf

 Hydraulisches Modell
mit weiteren gemessenen
Abflüssen bzw. Wasserständen



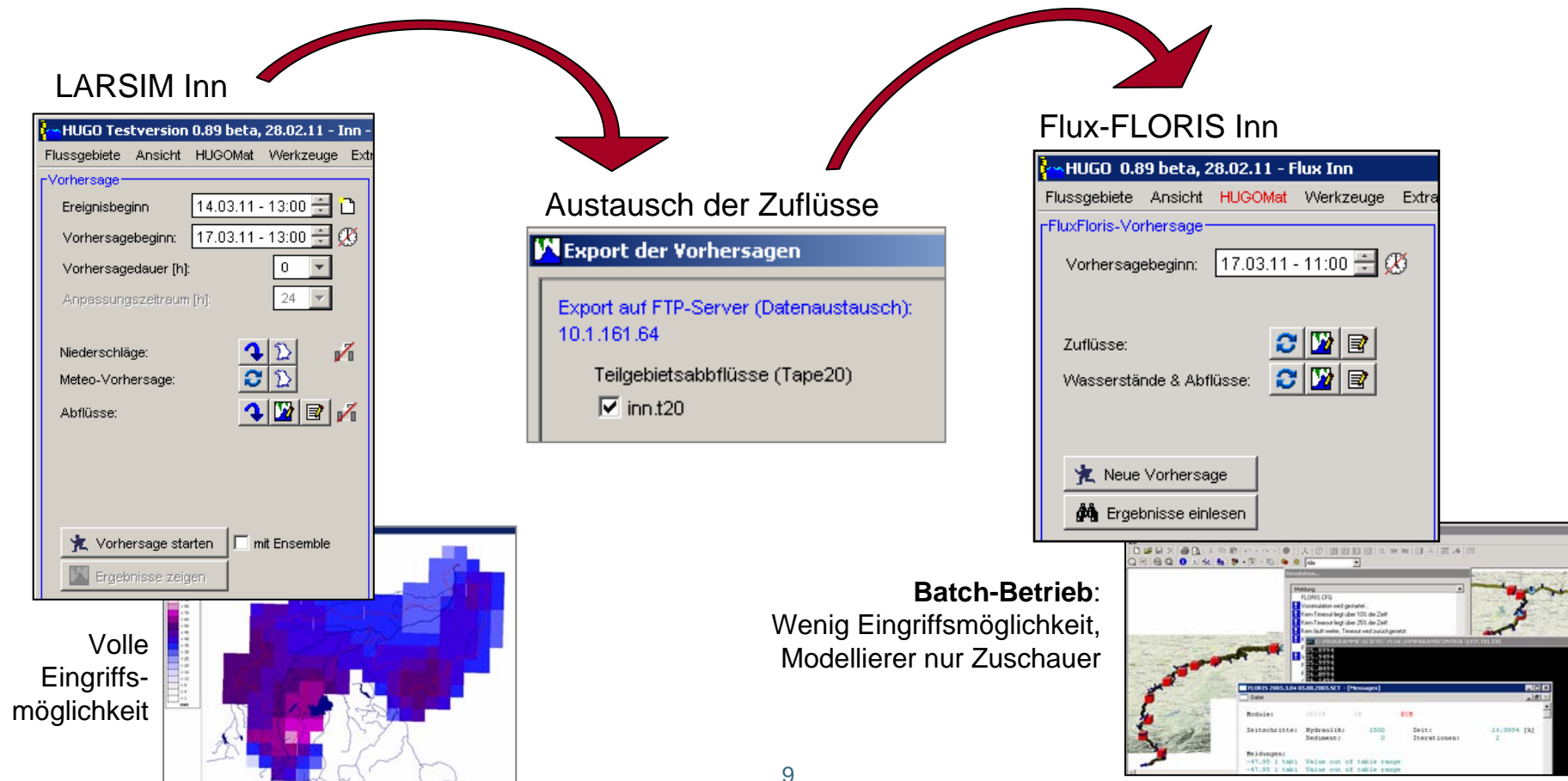
Verbesserung des Wellenablaufs:
Koppelung mit 1D- bzw. 2D-Modellen dV/dQ-Verfahren?

Koppelung mit 1D- bzw. 2D-Modellen

Modellbedienung mit **einheitlicher Software**

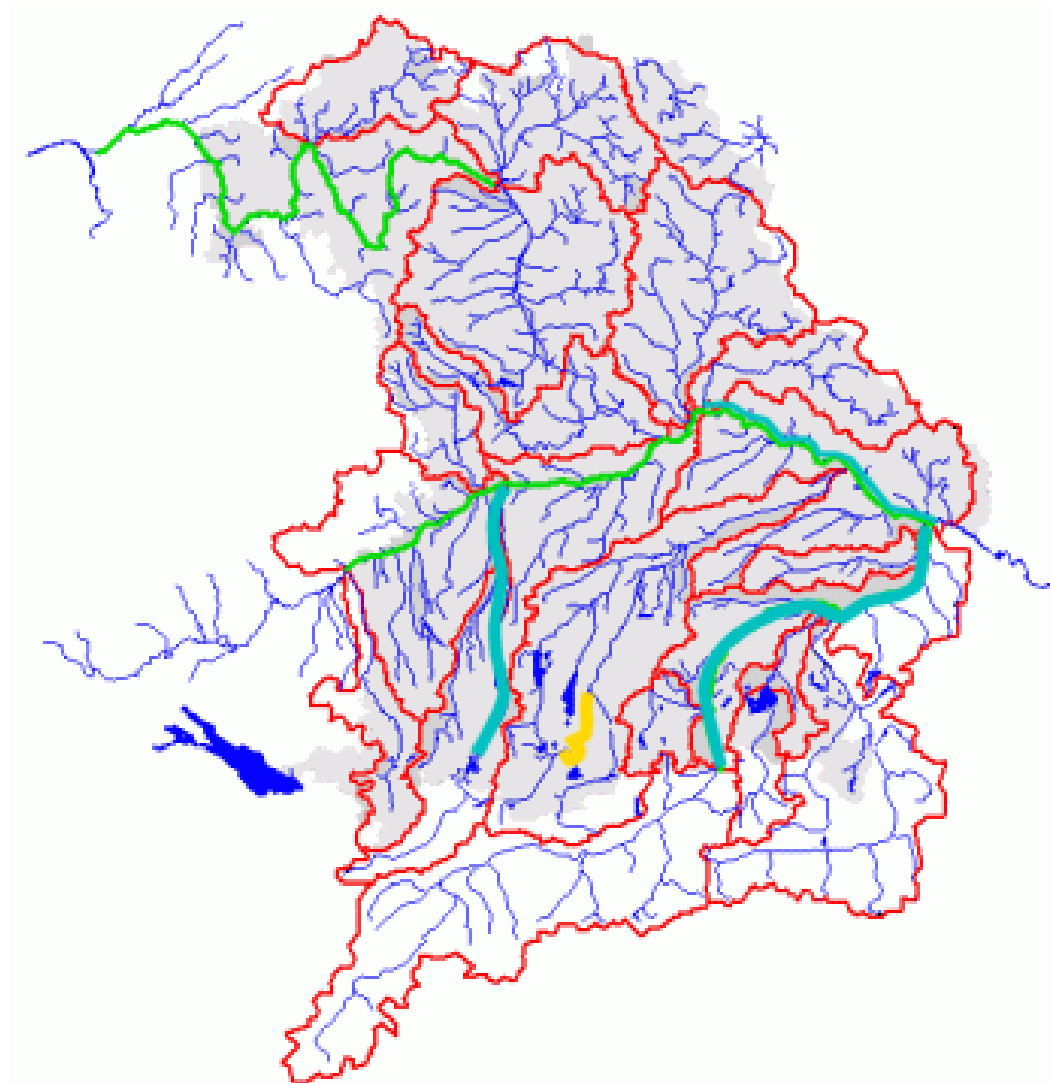


... unterstützt WAVOS, FluxFLORIS und HydroAs 2D





1D- und 2D-Modelle: Einsatz in Bayern

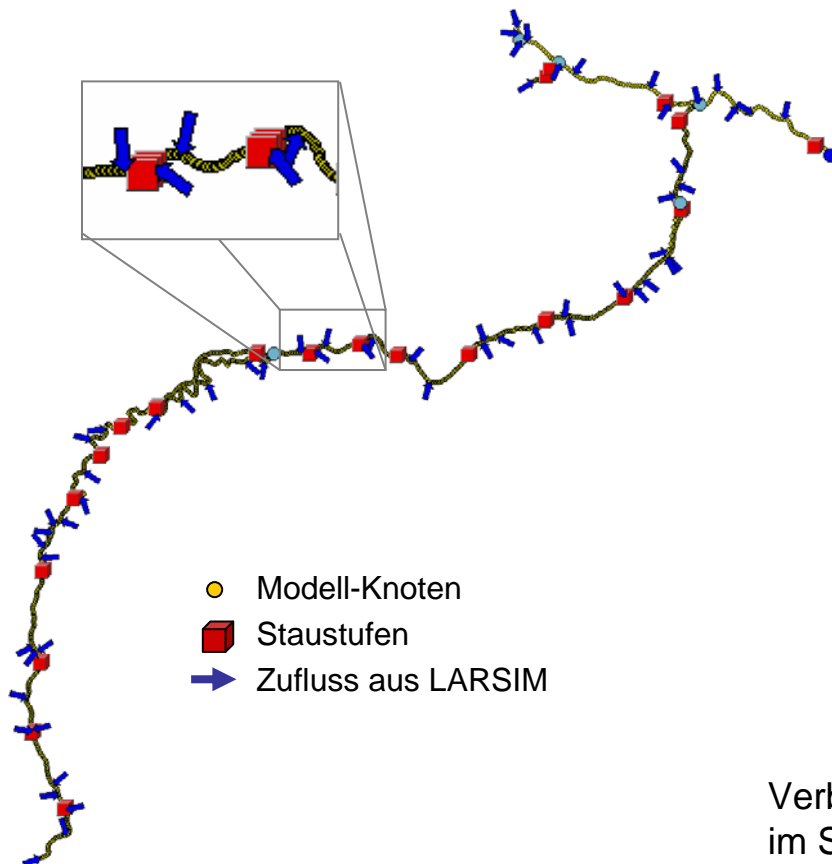


-  WAVOS (1D)
-  Flux-FLORIS (1D)
-  HydroAs 2D
-  LARSIM
(FGMOD oder WHM)



1D-Modelle: Beispiel

Flux-FLORIS Inn



Hochwasser Jan. 2011

Vorhersage-Nachrechnung
mit gem. Seitenzuflüssen

Flux-FLORIS
LARSIM
gemessene Abflüsse

Passau Ingling / Inn

[m³/s]

3600
3200
2800
2400
2000
1600
1200
800
400

13.1.11

15.1.11

17.1.11

Verbesserung auch durch **gemessene Oberwasserstände**
im Simulationszeitraum (Handlungsfreiräume der Staustufen)



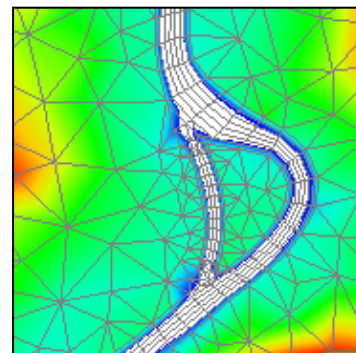
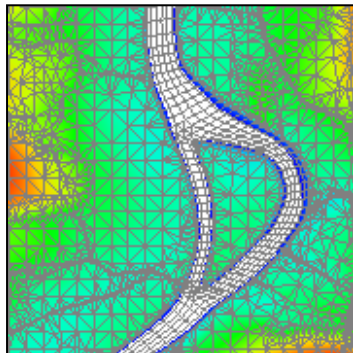
2D-Modelle: Beispiel

Loisach unterhalb Kochelsee
(Zufluss zur Isar am Alpenrand)



Probleme in LARSIM:

- Frühzeitige, großflächige Überflutungen im Loisach-Tal
- Ungenügende Abbildung des Kochelsees (starke Seeretention und Ausuferung)
- Pegel am Seeauslass großräumig umströmt
- Doppelwelle: Ausbildung der zweiten Welle auf bereits überfluteten Talauen

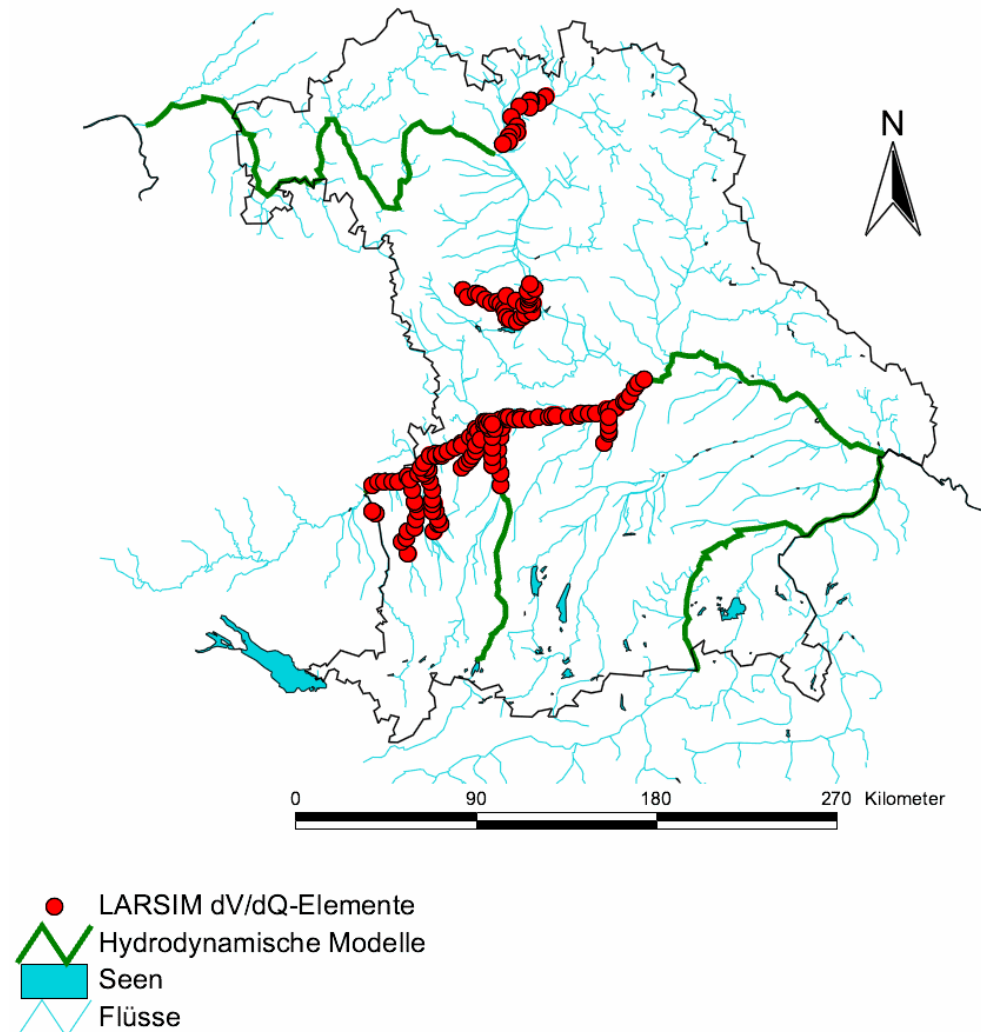


Rechenzeitverkürzung 2D-Modell

- Vereinfachter Rechenterm
 - Vereinfachter Gitternetzaufbau
- Rechenzeit < 1 Stunde für 24h-Vorhersage



dV/dQ-Verfahren: Einsatz in Bayern





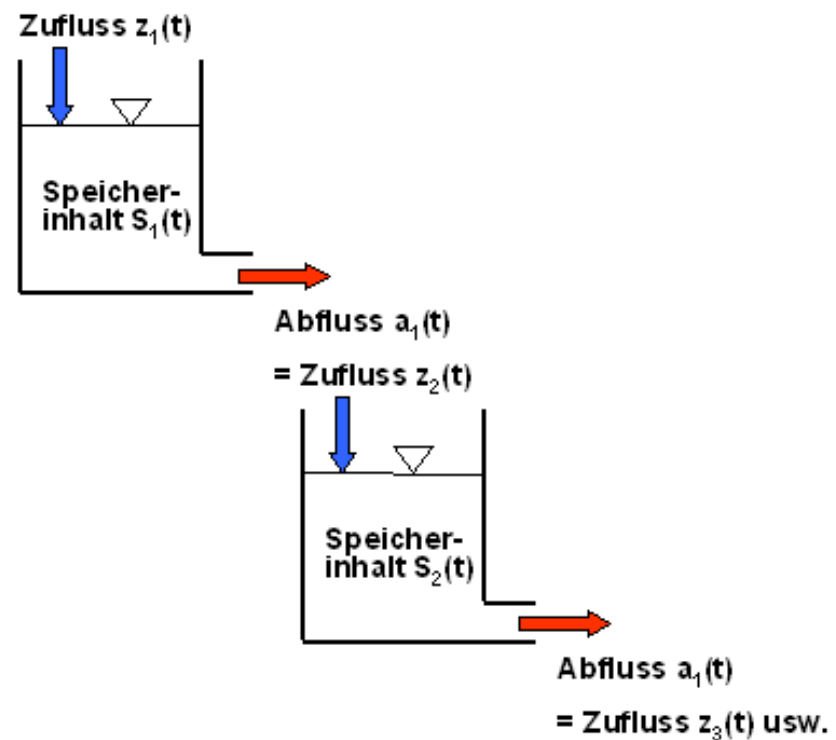
dV/dQ-Verfahren in LARSIM

Voraussetzung ist die Verwendung des Williams-Verfahrens in LARSIM.

→ Beschreibung der Gewässerteilstrecke durch Einzellinearspeicher

Option WILLIAMS

Berechnung des Abflusses aus einer Gewässerteilstrecke aus Zufluss und Speicherkonstante RK.





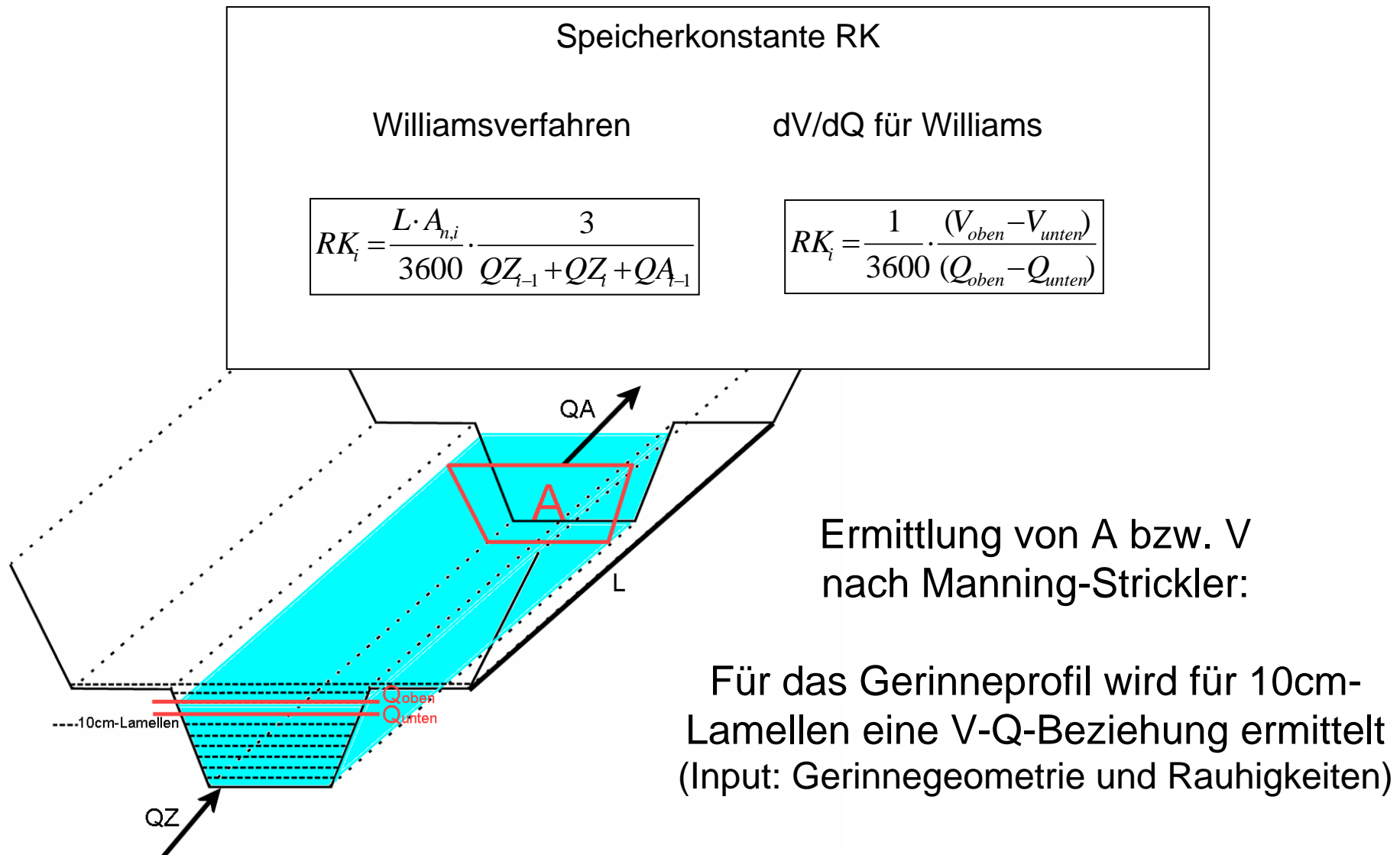
dV/dQ-Verfahren in LARSIM

Option DV/DQ FUER WILLIAMS

1. unterschiedliche Berechnung der Speicherkonstanten RK
2. weitere Unterteilung der Flood-Routing Strecke bei Überschreitung der charakteristischen Länge nach Kalinin-Miljukov



dV/dQ-Verfahren in LARSIM

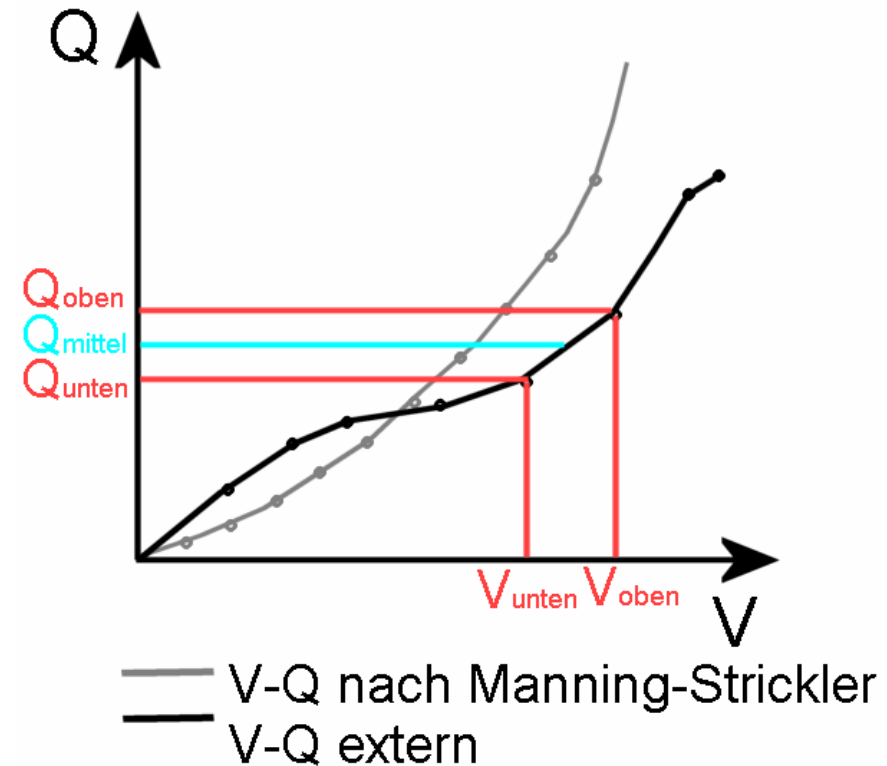




dV/dQ-Verfahren in LARSIM

Option V/Q-BEZIEHUNG EXTERN (Tape 29)

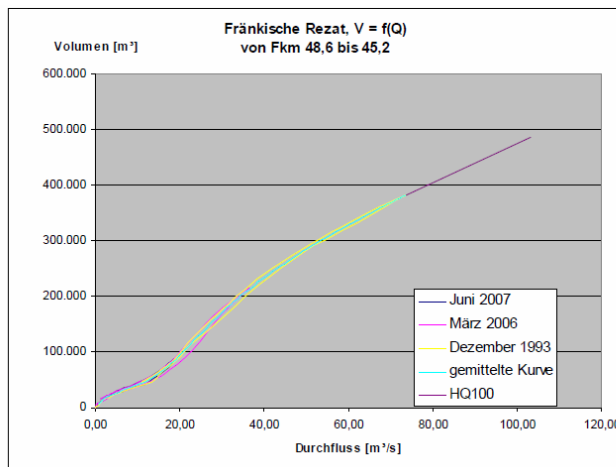
$$RK_i = \frac{1}{3600} \cdot \frac{(V_{oben} - V_{unten})}{(Q_{oben} - Q_{unten})}$$





dV/dQ-Verfahren: Erstellung Tape29

- Aufteilen des Flusses in charakteristische Abschnitte (100m – charakteristische Länge)
- Grenzen der Abschnitte z.B. Zuflüsse, Pegel, Staustufen...
- Berechnung vieler verschiedener Ereignisse mit hydraulischem Modell
- für jedes Ereignis und jeden Abschnitt: Ausgeben von Durchfluss und Volumen aus dem hydraulischen Modell
- für jeden Abschnitt: Auswerten aller Durchfluss – Volumen – Paare und Ermittlung einer mittleren Durchfluss – Volumen – Beziehung
- Eintragen der mittleren Durchfluss-Volumen-Beziehung mit der Zuordnung zur Elementnummer ins Tape29

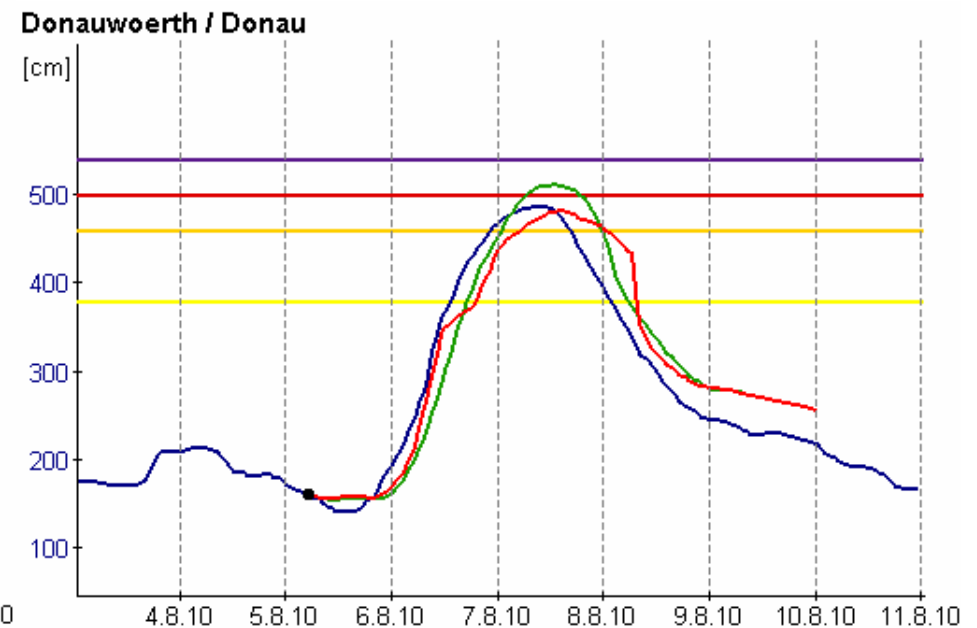
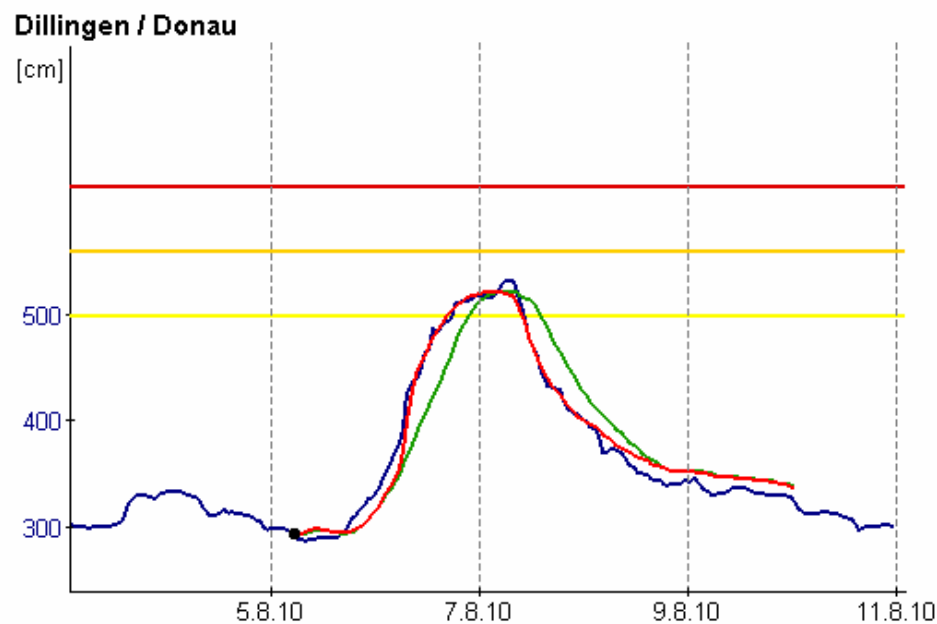


V/Q	429	50	L=	3400.	Kst=	30.0			
; Fränkische Rezat von Fkm 48,6 bis 45,2:									
; VOLUMEN [1000 cbm]									
12.701	1	19.007	2	24.290	3	28.998	4	33.092	5
37.159	6	41.303	7	46.677	8	52.024	9	59.059	10
67.549	11	76.980	12	86.009	13	97.337	14	109.755	15
121.385	16	132.900	17	144.375	18	155.226	19	166.130	20
176.525	21	186.415	22	196.281	23	205.854	24	213.504	25
222.782	26	231.450	27	239.837	28	247.754	29	255.239	30
262.724	31	270.209	32	277.694	33	284.951	34	291.574	35
297.933	36	304.291	37	310.649	38	317.008	39	323.304	40
329.425	41	335.463	42	341.427	43	347.391	44	353.370	45
359.356	46	365.341	47	370.977	48	376.683	49	382.457	50
; ABFLUSS [cbm/s]									
1.471	1	2.942	2	4.413	3	5.885	4	7.356	5
8.827	6	10.299	7	11.770	8	13.241	9	14.713	10
16.184	11	17.655	12	19.126	13	20.598	14	22.069	15
23.540	16	25.012	17	26.483	18	27.954	19	29.426	20
30.897	21	32.368	22	33.839	23	35.311	24	36.782	25
38.253	26	39.725	27	41.196	28	42.667	29	44.139	30
45.610	31	47.081	32	48.552	33	50.024	34	51.495	35
52.966	36	54.438	37	55.909	38	57.380	39	58.852	40
60.323	41	61.794	42	63.265	43	64.737	44	66.208	45
67.679	46	69.151	47	70.622	48	72.093	49	73.565	50



dV/dQ-Verfahren: Beispiele

- Donau bis Lech, HW August 2010:
– nur teilweise Verbesserung



Nachrechnung (Simulation)

— mit V/Q-Extern

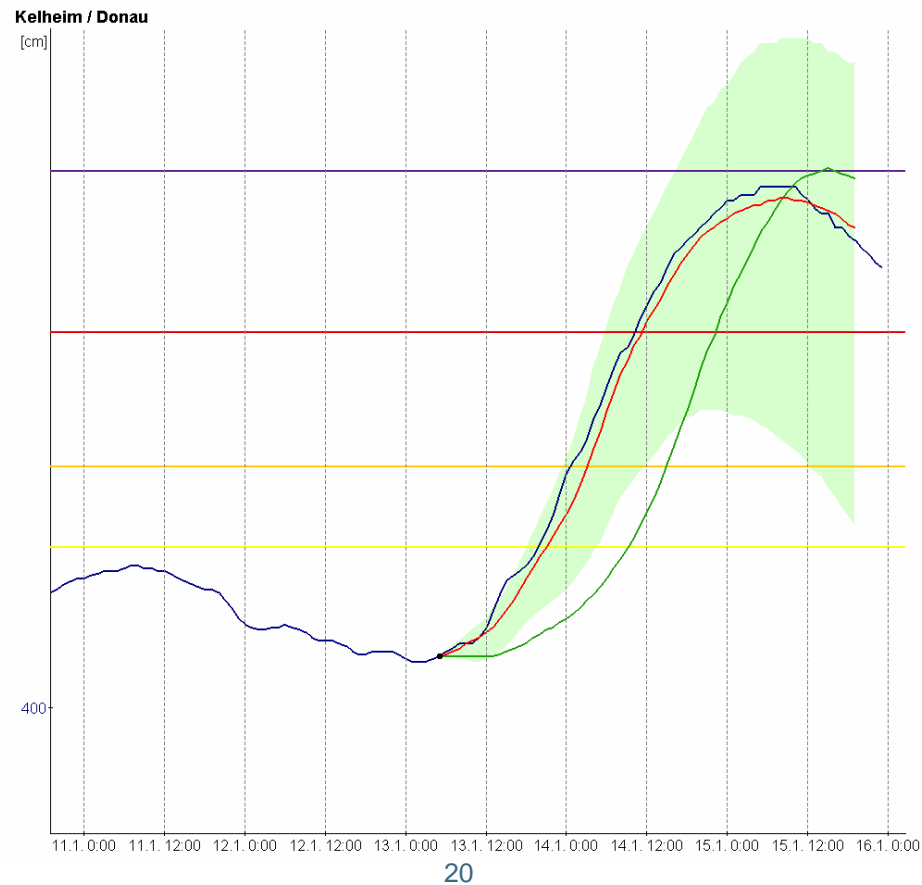
— mit nur Williams

— gemessene Abflüsse



dV/dQ-Verfahren: Beispiele

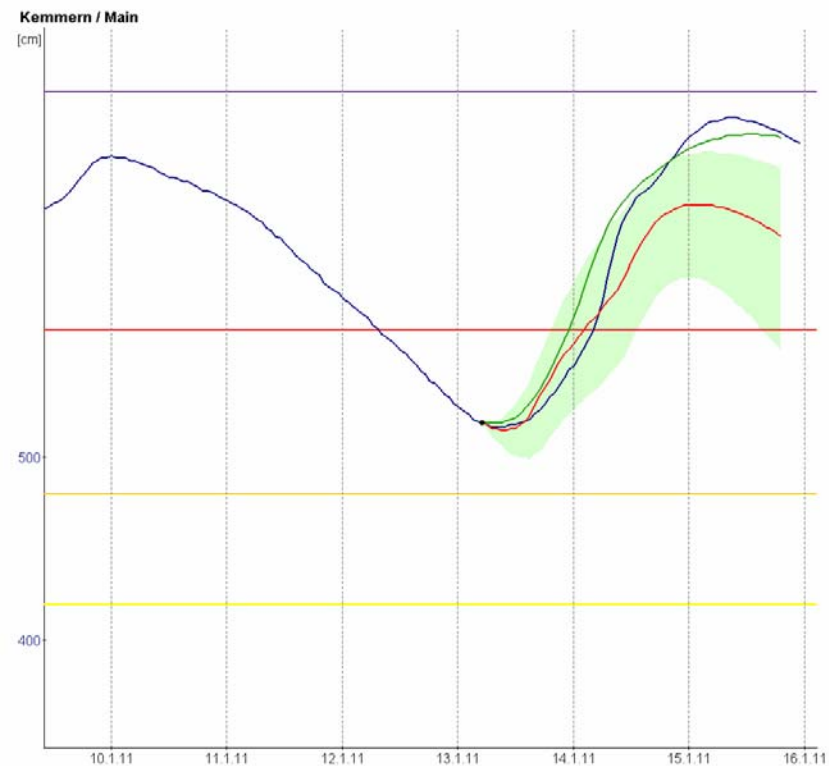
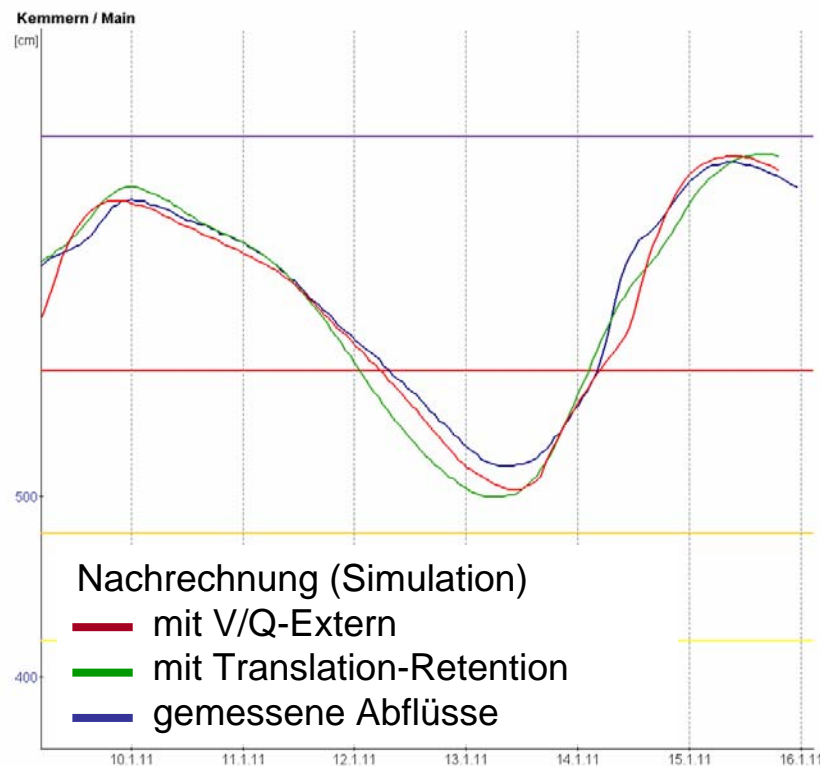
- Donau mit Paar, HW 2011:
 - deutliche Verbesserung der Simulation an der Donau





dV/dQ-Verfahren: Beispiele

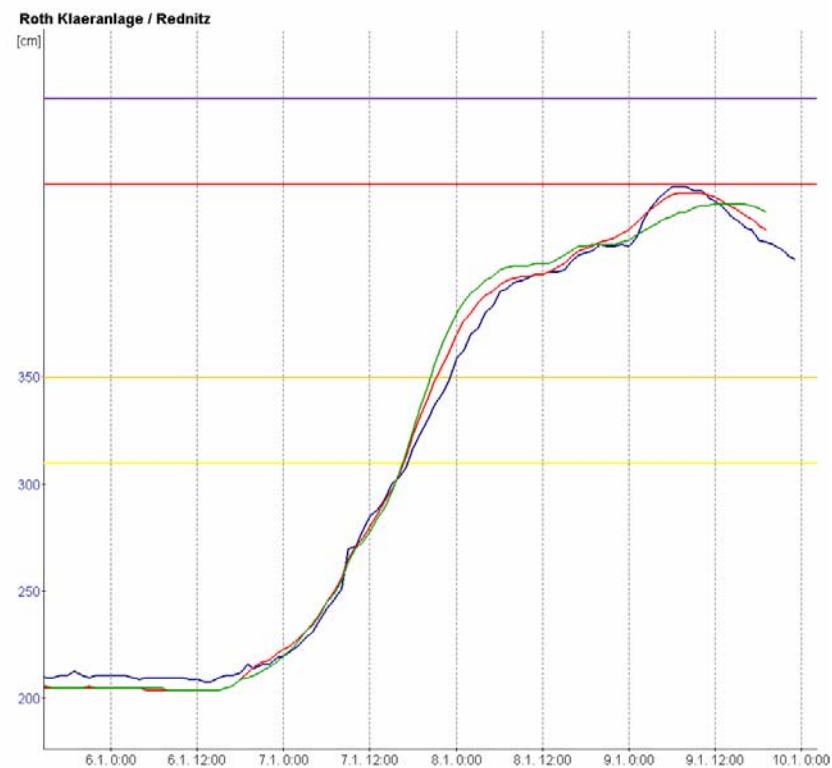
- Oberer Main, HW 2011:
 - geringfügige Verbesserung der Simulation, aber nicht der Vorhersage
 - weil: Translation-Retention im restlichen Modellgebiet deutlich besser





dV/dQ-Verfahren: Beispiele

- Regnitz, HW 2011:
 - geringfügige Verbesserung





dV/dQ-Verfahren: Vorteile und Nachteile

- + Besserer Wellenablauf (z.B. bei komplexen Überschwemmungsverhältnissen)
- + Berücksichtigung von Stauwirkungen (ereignisunabhängig)
- + Vollständige Integration in LARSIM
- + Schnellere Rechenzeiten (im Vergleich zu hydraulischem Modell)

- Verfahren nur so gut wie zugrundeliegendes hydraulisches Modell
- dV/dQ-Beziehung gibt nur mittlere Verhältnisse im Gewässerabschnitt wieder
- Keine operationelle Eingriffsmöglichkeit in den Wellenablauf wie ansonsten z.B. über Rauigkeitsparameter
- Nur mit Williams-Verfahren kombinierbar, LARSIM-Erweiterung für andere Floodrouting-Verfahren notwendig



Fazit

- Pauschale Aussage zur Wahl der Verfahren schwer
- Detaillierte Prüfung
 - ...der Notwendigkeiten:
 - Welche Faktoren dominieren den Wellenablauf ?
 - Wie sind die Anforderungen an die Vorhersage?
 - ... der Modellvoraussetzungen:
 - Welche hydraulischen Modelle bestehen bereits?
 - Geben diese den Wellenablauf ausreichend gut wieder?
 - Ist der Abflussbereich ausreichend und kontinuierlich abgedeckt?
 - ... der Umsetzbarkeit:
 - Wie gut lässt sich das hydraulische Modell an LARSIM koppeln?
 - Welcher Aufwand soll betrieben werden?
 - ...der Alternativen:
 - Beispiel: 2D-Modell für Offline-Berechnungen nutzen
 - dV/dQ-Beziehung für LARSIM
 - Offline-Überschwemmungskarten zu verschiedenen Zuständen

A photograph of two people, a woman with long blonde hair and a man with dark curly hair, sitting in a small wooden boat on a body of water. They are both smiling and waving their hands. The boat is made of dark wood and has a small metal cage attached to its side. The water is calm with some ripples. The background is a vast expanse of water under a clear sky.

**Wir wünschen viel Spaß mit und im Wellenablauf...
DANKE fürs Zuhören!**

Quelle: <http://muendener-rundschau.de/2011/01/17/das-wasser-kannte-kein-erbarmen>