



# Erweiterung von Larsim um ein Grundwassermodul zur Beschreibung der Speicherung von Wasser in den alpinen und voralpinen Schotterkörpern

Natalie Stahl  
WWA Weilheim  
Technische Umsetzung Hydron GmbH



## Inhalt

### A) Voralpine Schotterkörper (Münchner Schotterebene)

Interaktion des Wassers im Fluss mit dem nahe gelegenen Grundwasserkörper sorgt für Anstieg des Wassers hinter dem Deich und damit für einen scheinbar verzögerten und niedrigeren Scheitel im Gewässer

- A1. Beschreibung des Problems in der Vorhersage*
- A2. Lösungsansatz in Larsim*
- A3. Erste Ergebnisse*

### B) Alpine Schotterkörper (Lindertal bei Ettal)

Schotterkörper als Puffersystem für Oberflächenwasser, erst lange keine Reaktion, aber bei Erschöpfung des Puffers extreme Reaktion

- B1. Beschreibung des Problems in der Vorhersage*
- B2. Lösungsansatz in Larsim*
- B3. Erste Ergebnisse*

### C) Ausblick weitere Anwendungen

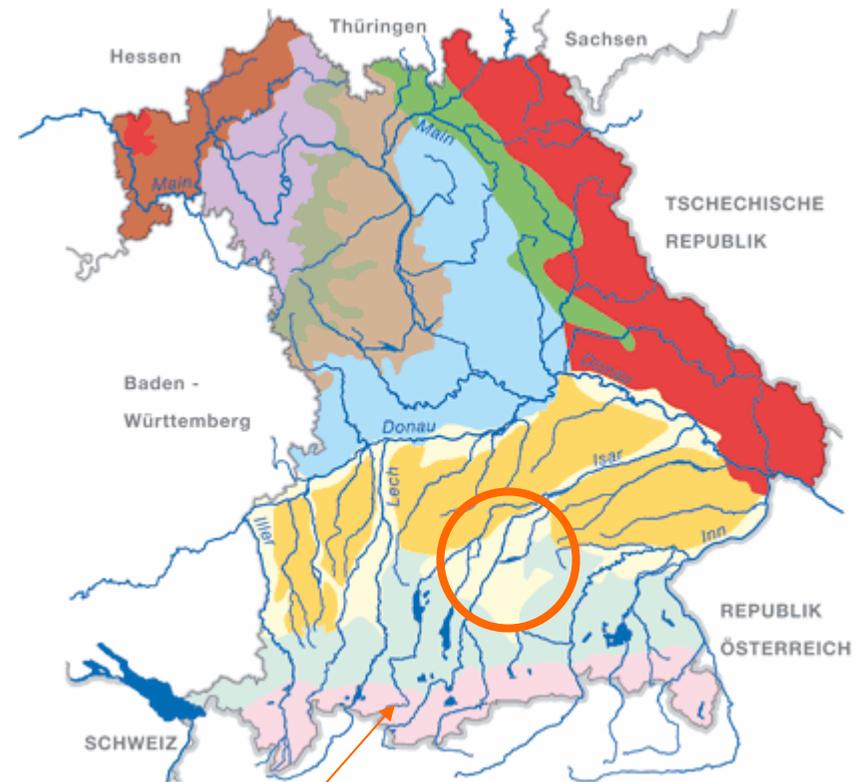


# A) Voralpine Schotterkörper

Beispiel Fließstrecke

München bis Freising

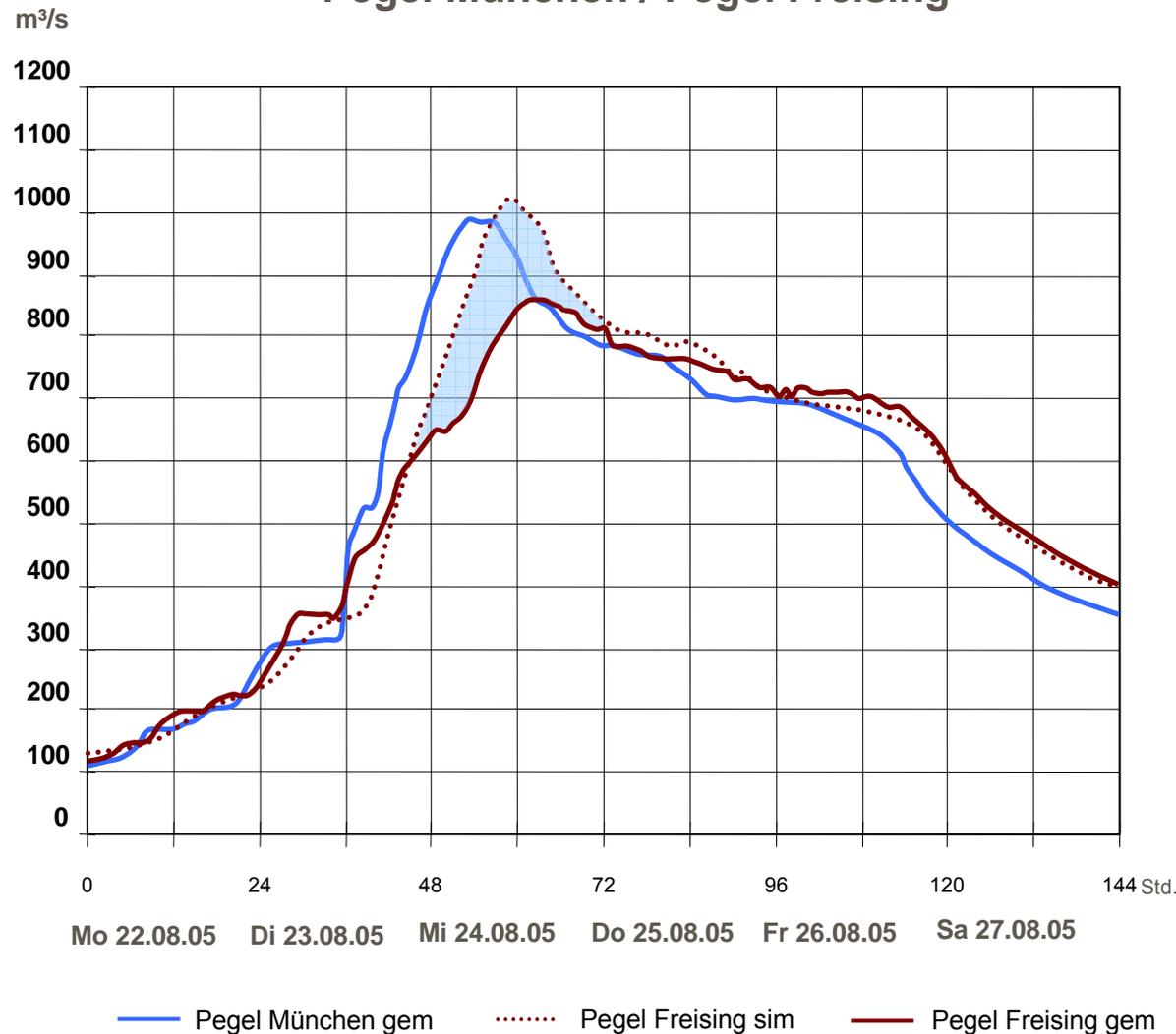
-  Quartäre Schotterflächen und Flussabfällungen
-  Voralpiner Moränen- Gürtel
-  Tertiärhügelland
-  Ostbayer. Trias- Kreide- Bruchschollenland
-  Schwäb./ Fränk. Jura
-  Fränk. Sandstein- Keuper
-  Fränk. Gips- Keuper
-  Mainfränk. Muschelkalk- Platten
-  Buntsandstein- Spessart
-  Kristallines Grundgebirge
-  Alpiner Raum



Beispiel B (kommt später)



## Pegel München / Pegel Freising



A) Münchner  
Schotterebene: Wo ist  
das Wasser geblieben?

These:

Bei Hochwasser werden die Vorländer überflutet, die nicht nach unten abgedichtet sind. Damit steigt das Wasser auch hinter dem Deich (schnell) über den steigenden Grundwasserspiegel. Nach dem Ereignis entwässert der Grundwasserspeicher wieder (sehr langsam) in das Gewässer.



## A) Voralpine Schotterkörper

Es geht Volumen im Gerinne verloren und der Scheitel im Gerinne ist scheinbar verzögert und niedriger.

Nach Durchgang des Scheitels kehrt sich das Prinzip um und Wasser aus dem Grundwasserspeicher infiltriert wieder ins Gewässer und erhöht den Abfluss auf längere Zeit.

Die Exfiltration erfolgt schneller als die Infiltration ins Gewässer.

Dieser Prozess findet kontinuierlich über die Länge der Fließstrecke statt. Bisher kann dies in Larsim nicht modelliert werden. Vorher wurde eine prozentuale Verzweigung ab einem Schwellwert ins Nichts verwendet.



A) Beweis:  
Hier ist das Wasser hin....

## Grundwassermessstelle als artesischer Brunnen

Exfiltration des Wassers aus dem Fluss in den nahe gelegenen Grundwasserkörper sorgt für einen Anstieg des Grundwasserspeichers teilweise bis über Geländehöhe, d.h. für Überflutungen hinter dem Deich.



„Durchströmung des Deichs  
oder  
Grundwasseranstieg nach dem  
Prinzip der kommunizierenden  
Röhren?“

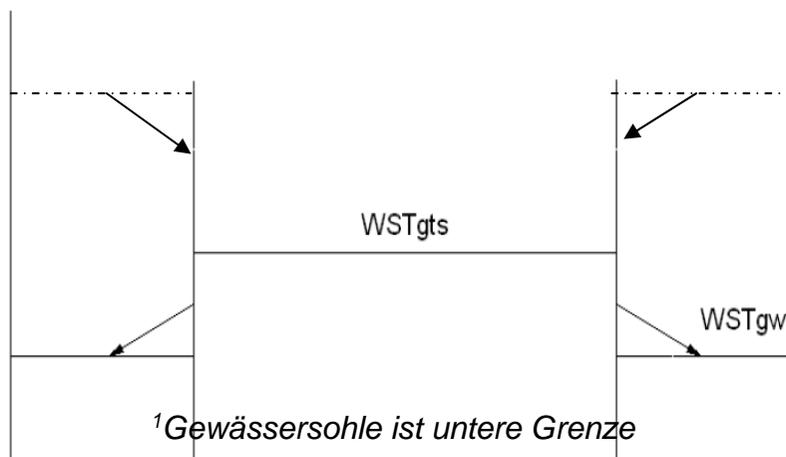




## A ) Interaktion Gerinnewasser mit Grundwasser

### A 2.) Umsetzung in Larsim

- Neue Option GRUNDWASSERBEGLEITSTROM



$$Q_{exf} = (WST_{gts} - WST_{gw}) * L_{gts} * FAK_{exf}$$

$Q_{exf}$  : Exfiltration in m<sup>3</sup>/s

$WST_{gts}$  : Wasserstand im Gerinnespeicher in m

$WST_{gw}$  : Wasserstand im Grundwasserbegleitstrom-Sp. in m

$^1L_{gts}$  : Länge der Gewässerteilstrecke in m

$FAK_{exf}$  : Leakage-Faktor für Exfiltration in m/s

$$WST_{gw} = VOL_{gw} / * (L_{gts} * B_{gw})$$

$VOL_{gw}$  : Inhalt des Grundwasserbegleitstrom-Speichers in m<sup>3</sup>

$B_{gw}$  : Breite des Grundwasserbegleitstrom-Speichers in m<sup>3</sup>

$WST_{gts}$  : Wasserstand im Gerinnespeicher

$WST_{gw}$  : Wasserstand im Grundwasserbegleitstrom-Speicher

<sup>1</sup> Aus Tape 12

## Tape48

- Betroffene Teilgebiete
- Breite des Speichers (abhängig vom WST)
- Leakage Faktor Exfiltration (abhängig von Q im Gerinne)
- Leakage Faktor Infiltration

Ausgangswasserstand  $WST_{gw}$  vor dem Hochwasser setzen?

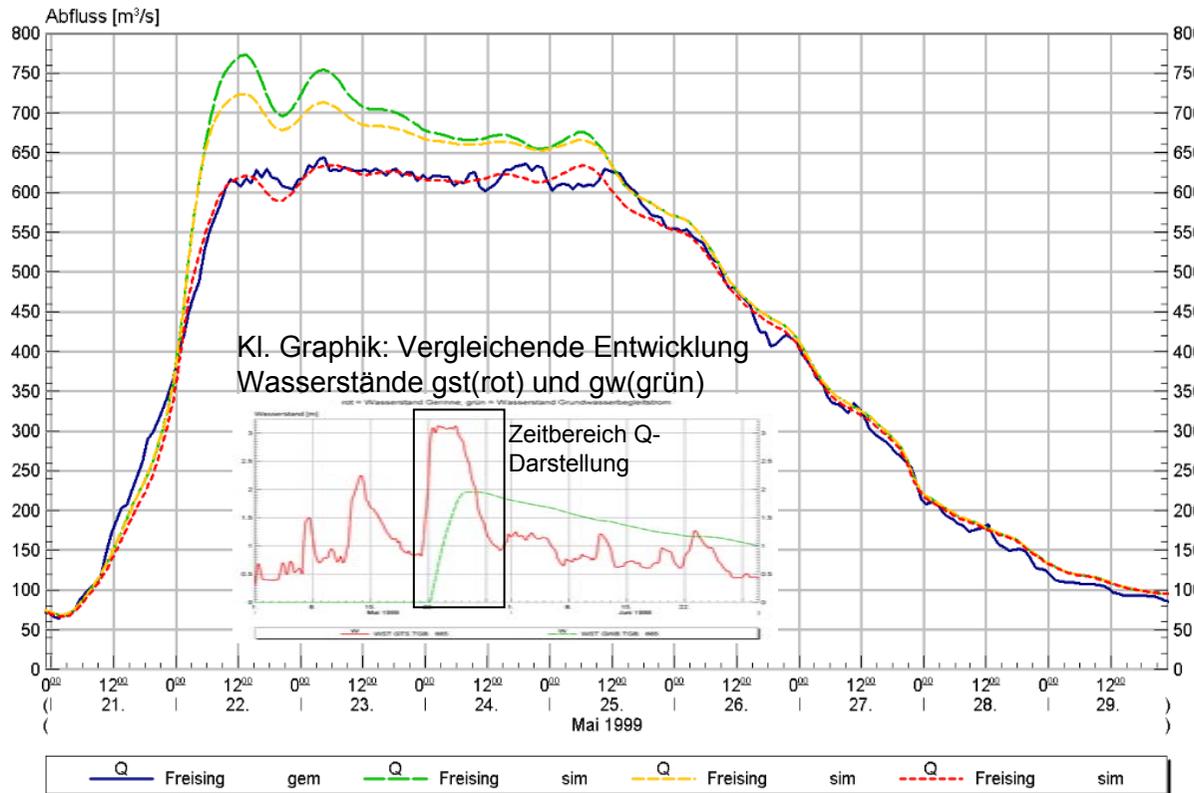
Grundwasserpegel dazu benutzen?



## A 3.) Erste Ergebnisse Interaktion Gerinnewasser mit Grundwasser

- Neue Option GRUNDWASSERBEGLEITSTROM

grün = ohne Verzweigung, gelb = mit Verzweigung, rot = mit Grundwasserbegleitstrom



Leakage ab 450 m<sup>3</sup>/s

Zunahme Leakage mit W im Gerinne (Fläche und Druck auf Infiltrationsflächen nimmt zu)

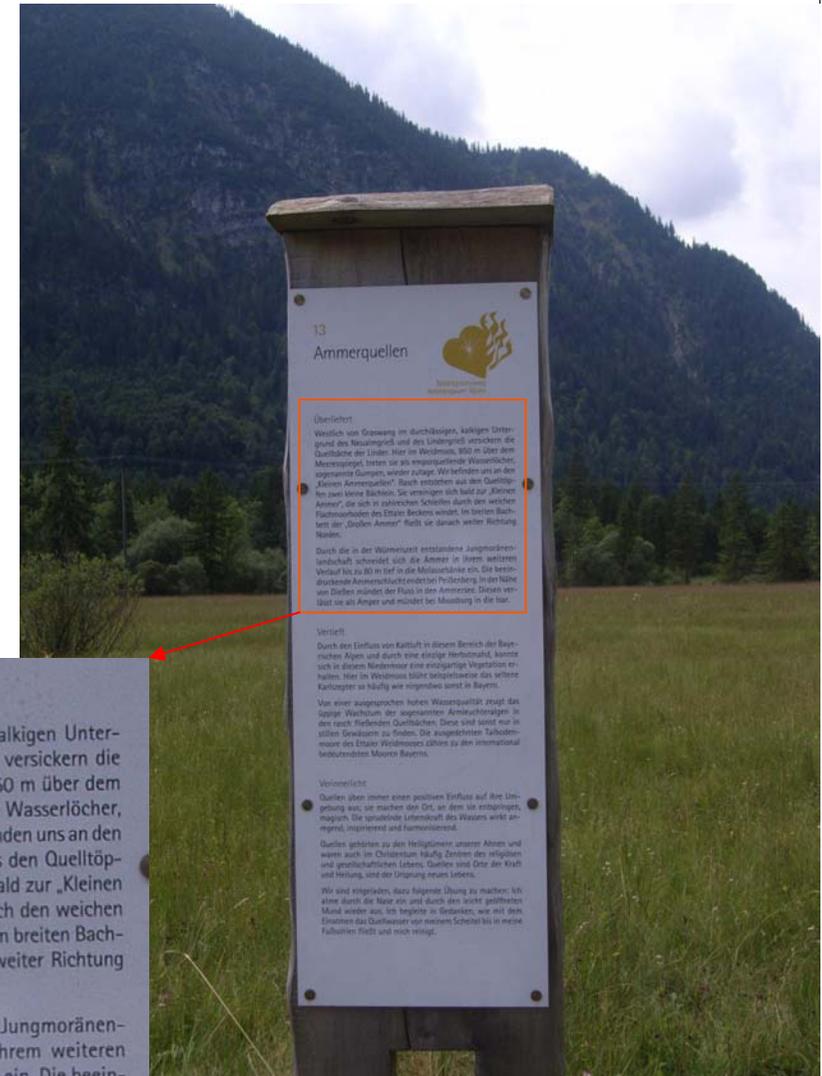
Konstante Breite Grundwasserspeicher



## B) Schotterkörper als alpine Puffersystem Beispiel Lindergrieß, Kopfgebiet der Ammer mit dem Vorhersagepegel Oberammergau

- mächtige Schotterkörper speichern den gefallen Niederschlag bzw. das Wasser aus der Schneeschmelze
- auf Niederschlags- oder Schneeschmelzereignis häufig keine wesentliche Abflusserhöhung im Oberflächengewässer
- Streckenweise kein Oberflächenabfluss sichtbar, Wasser taucht plötzlich auf oder verschwindet
- Bei maximalen Füllungsgrad der Schotterkörper tritt wieder Oberflächenabfluss auf
- Sprunghafte Änderung von keiner Reaktion auf beinahe ungebremste Reaktion am Pegel

- Bisher in LARSIM nicht abbildbar, näherungsweise durch Verzweigung in ein Speichermodul eingebaut. Die Verzweigung erfolgt jedoch punktuell vor dem Pegel, während der reale Prozess über die ganze Fläche des Pegeleinzugsgebietes passiert ohne je den Oberflächenprozessen (floodrouting) unterworfen zu sein



**Überliefert**  
Westlich von Graswang im durchlässigen, kalkigen Untergrund des Neualmgriß und des Lindergrieß versickern die Quellbäche der Linder. Hier im Weidmoos, 850 m über dem Meeresspiegel, treten sie als emporquellende Wasserlöcher, sogenannte Gumpen, wieder zutage. Wir befinden uns an den „Kleinen Ammerquellen“. Rasch entstehen aus den Quelltöpfen zwei kleine Bächlein. Sie vereinigen sich bald zur „Kleinen Ammer“, die sich in zahlreichen Schleifen durch den weichen Flachmoorboden des Ettaler Beckens windet. Im breiten Bachbett der „Großen Ammer“ fließt sie danach weiter Richtung Norden.

Durch die in der Würmeiszeit entstandene Jungmoränenlandschaft schneidet sich die Ammer in ihrem weiteren Verlauf bis zu 80 m tief in die Molassebänke ein. Die beeindruckende Ammerschlucht endet bei Peißenberg. In der Nähe von Dießen mündet der Fluss in den Ammersee. Diesen verlässt sie als Amper und mündet bei Moosburg in die Isar.



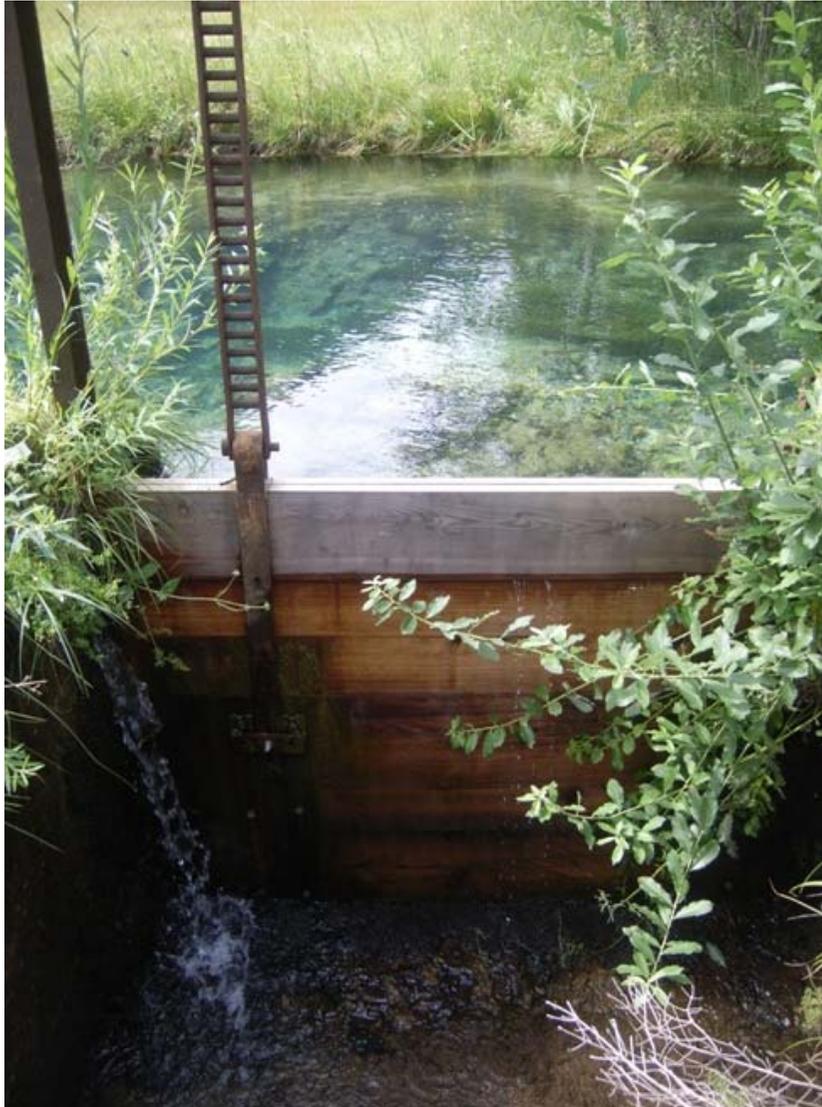
Einzugsgebiet  
der Linder:  
Typische  
Situation, im  
Normalfall  
(links) kein  
Oberflächen-  
abfluss sichtbar  
(im Schotter-  
körper), erst bei  
Hochwasser  
sichtbarer  
Abfluss (rechts).  
Austritt des  
Wassers in  
Quellen  
talabwärts.



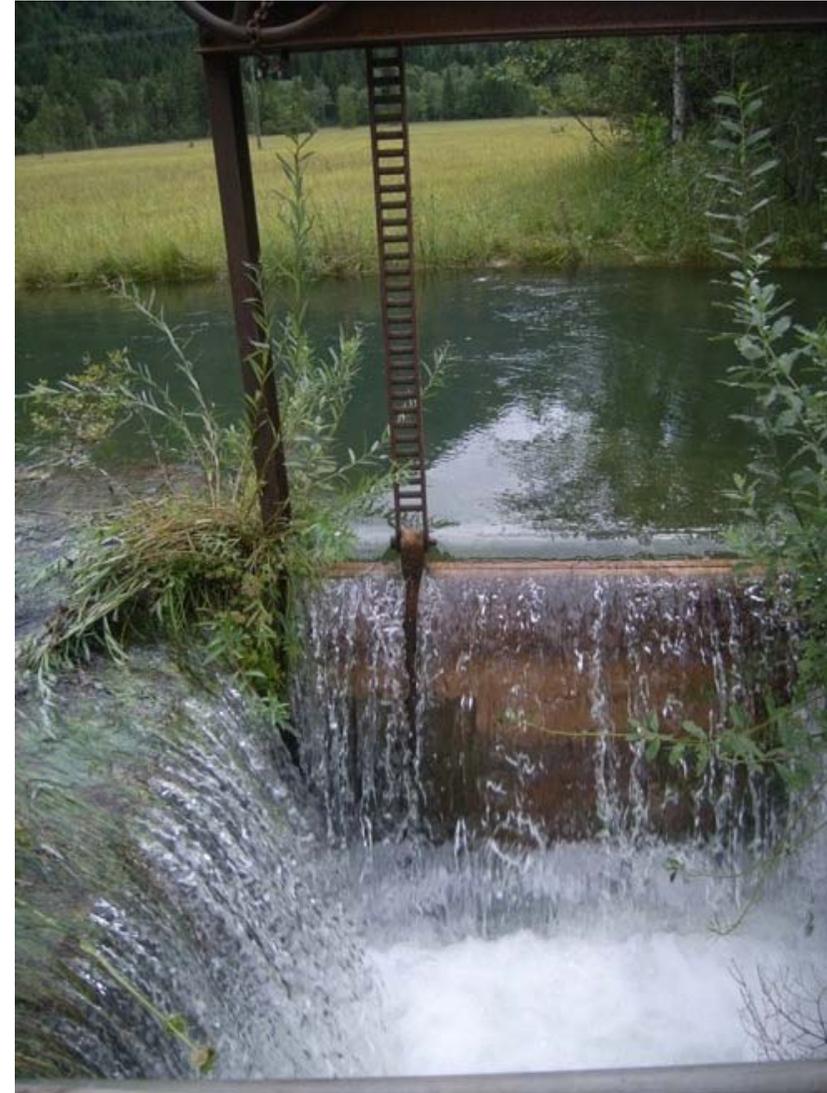


Bild oben Hochwasserabfluss (ein paar Stunden nach dem Scheitel),  
Bild unten Trockenwetterabfluss  
20 Tage vor dem Ereignis aber  
bei bereits hoher Vorsättigung der  
Schotterkörper (Puffer  
ausgeschöpft), sonst auch hier  
kein Oberflächenabfluss





Ausschließlich von Ammerquellen gespeistes Gerinne  
bei Trockenwetter (und hoher Vorsättigung)

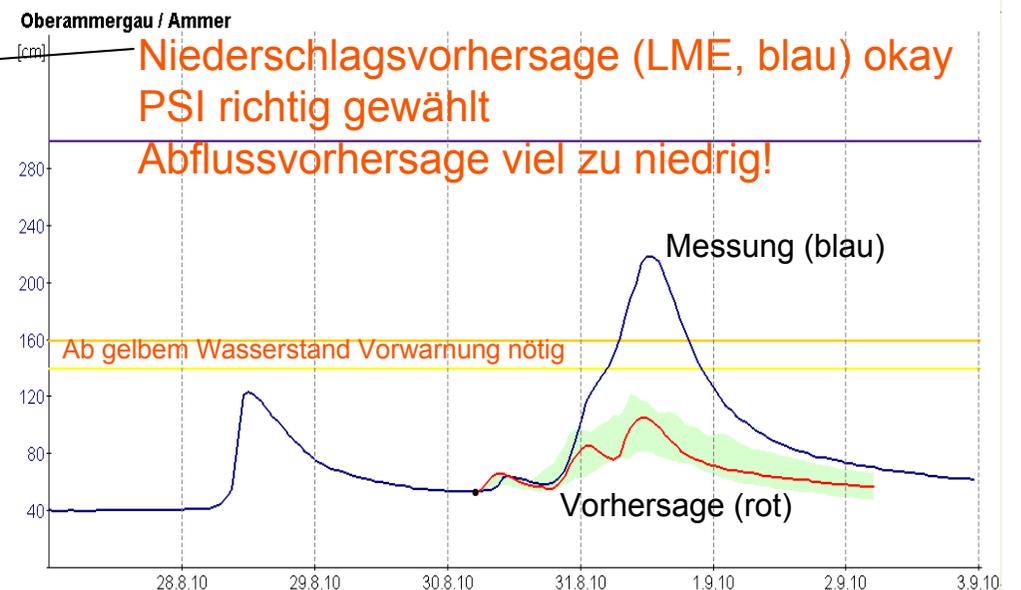
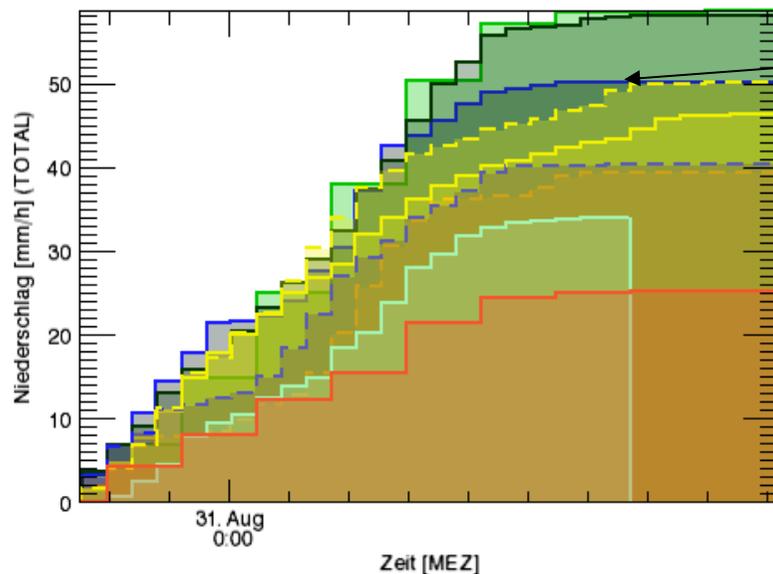


und folgendem Hochwasser



## Auswirkungen auf die Vorhersage des Pegels unterhalb (Oberammergau)

- Niederschlag aus Vorhersage GME40 vom 30.08\_00 für EZG Oberammergau
- Niederschlag aus Vorhersage GFS vom 30.08\_00 für EZG Oberammergau
- - - Niederschlag aus Vorhersage ALADIN vom 30.08\_12 für EZG Oberammergau
- Niederschlag aus Vorhersage ALADIN vom 30.08\_00 für EZG Oberammergau
- - - Niederschlag aus Vorhersage ALMO (gesamt) vom 30.08\_06 für EZG Oberammergau
- Niederschlag aus Vorhersage LMK vom 00.01\_83 für EZG Oberammergau
- Gemessener Niederschlag für EZG Oberammergau
- Niederschlag aus Vorhersage LME vom 30.08\_00 für EZG Oberammergau
- - - Niederschlag aus Vorhersage LME vom 30.08\_12 für EZG Oberammergau

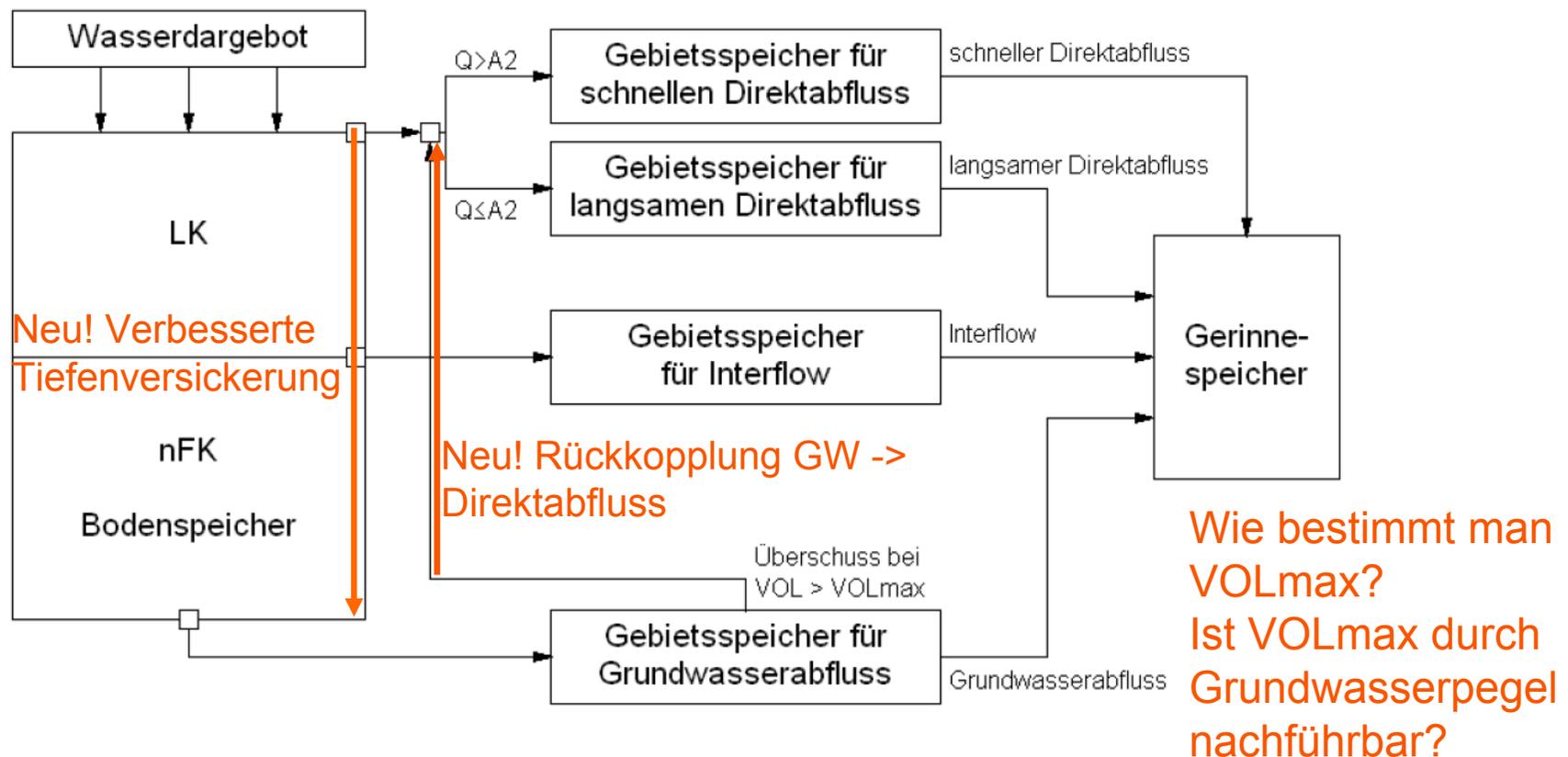




## B.) Alpine Schotterkörper als Puffersystem

### B 2.) Umsetzung in Larsim

- Speicher mit Bezug zu den Teilgebieten im WHM bereits vorhanden, neue Funktionalität mit Option GS BASIS LIMITIERT ergänzt





In Tape 12 je Teilgebiet 1 Zeile ergänzen:  
TeilgebietnummerGW maximaler Speicher  
z.B. 211GW 159.

Nachführung der Speicherfüllung  
Option GS BASIS NACHF FAKTOR  
Faktor Tape 35 :  
GSB\_Max (pegelbereichspezifisch)  
(multipliziert Anfangsfüllung GW Speicher)

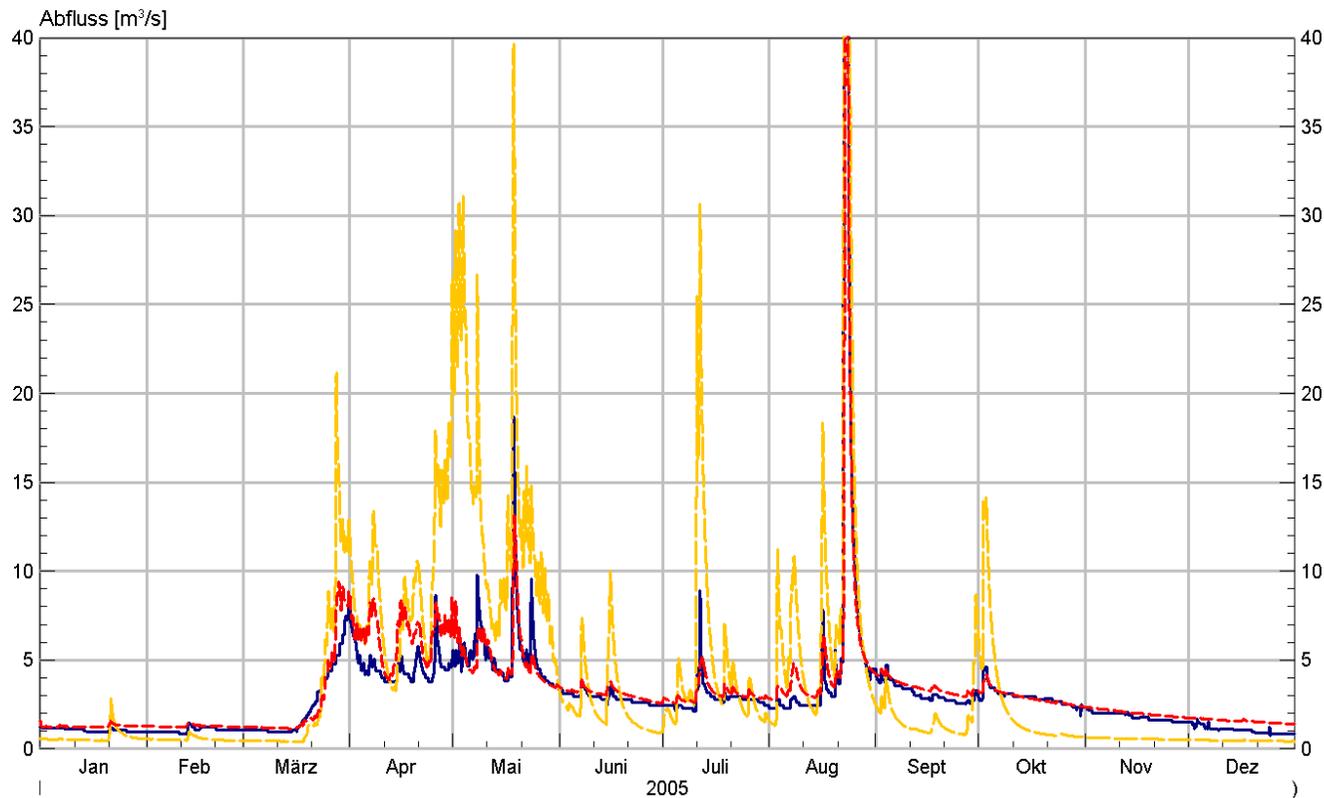
Überprüfung:  
PKB Mittelwerte  
GMD: GEBIETSSPEICHER IPRIN8  
WHM-AUSGABE FLAECHEWERT



## B 3.) Erste Ergebnisse Alpine Schotterkörper als Puffersystem

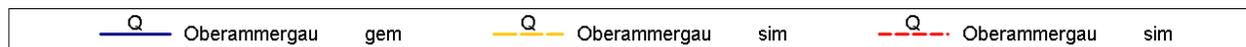
### ■ Option GS BASIS LIMITIERT

gelb = Parametrisierung Unternogg, rot = Parametrisierung mit limitiertem GW-Speicher



Ganglinie  
Oberammergau

Ohne GW (gelb)  
Mit GW (rot)  
Gemessen (blau)





## ■ C Ausblick

Testen der neuen Funktion unter Einbeziehung der Grundwasserpegel zur Nachführung vor Hochwasser

Testen des neuen Speicherkörpers entlang der Fließstrecke auch für Bereiche großer Überflutungsflächen wie noch vorhandene Au-, bzw. Moosflächen, Sommerdeiche. Müsste genauso wie für den Grundwasserbegleitstrom auch für ausgeprägte Retention im Vorland funktionieren (z.B. Loisach, Amper).

Vorteil zu bisherigen Lösungen: Verlust ist kontinuierlich über die Fließstrecke möglich, Füllen des Speichers und Leerlaufen kann sehr unterschiedlich parametrisiert werden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

