



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

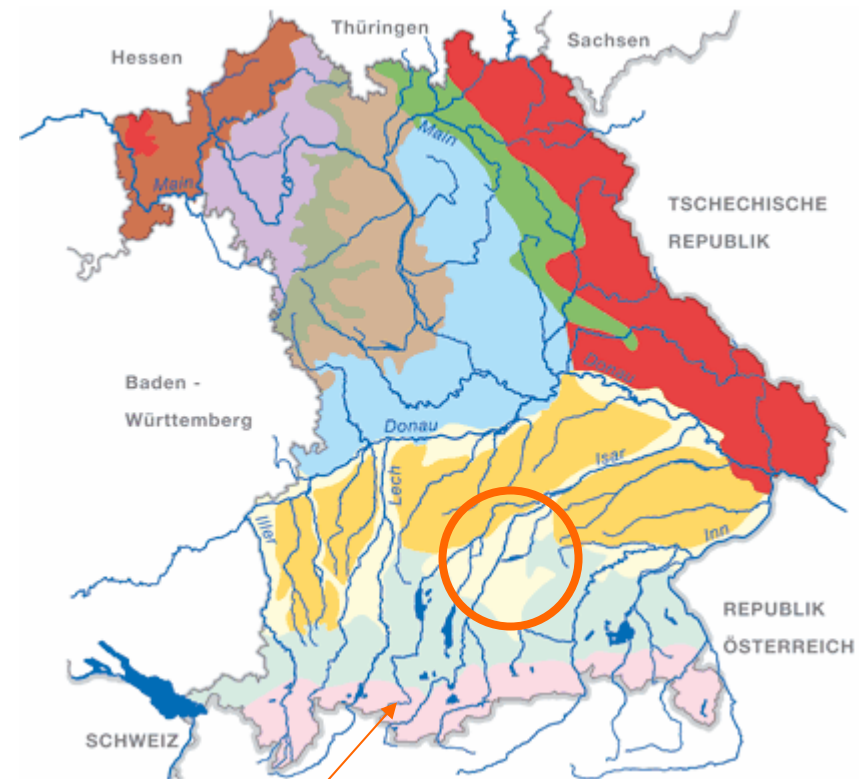
- C) Ausblick weitere Anwendungen



A) Voralpine Schotterkörper

Beispiel Flie遝sstrecke

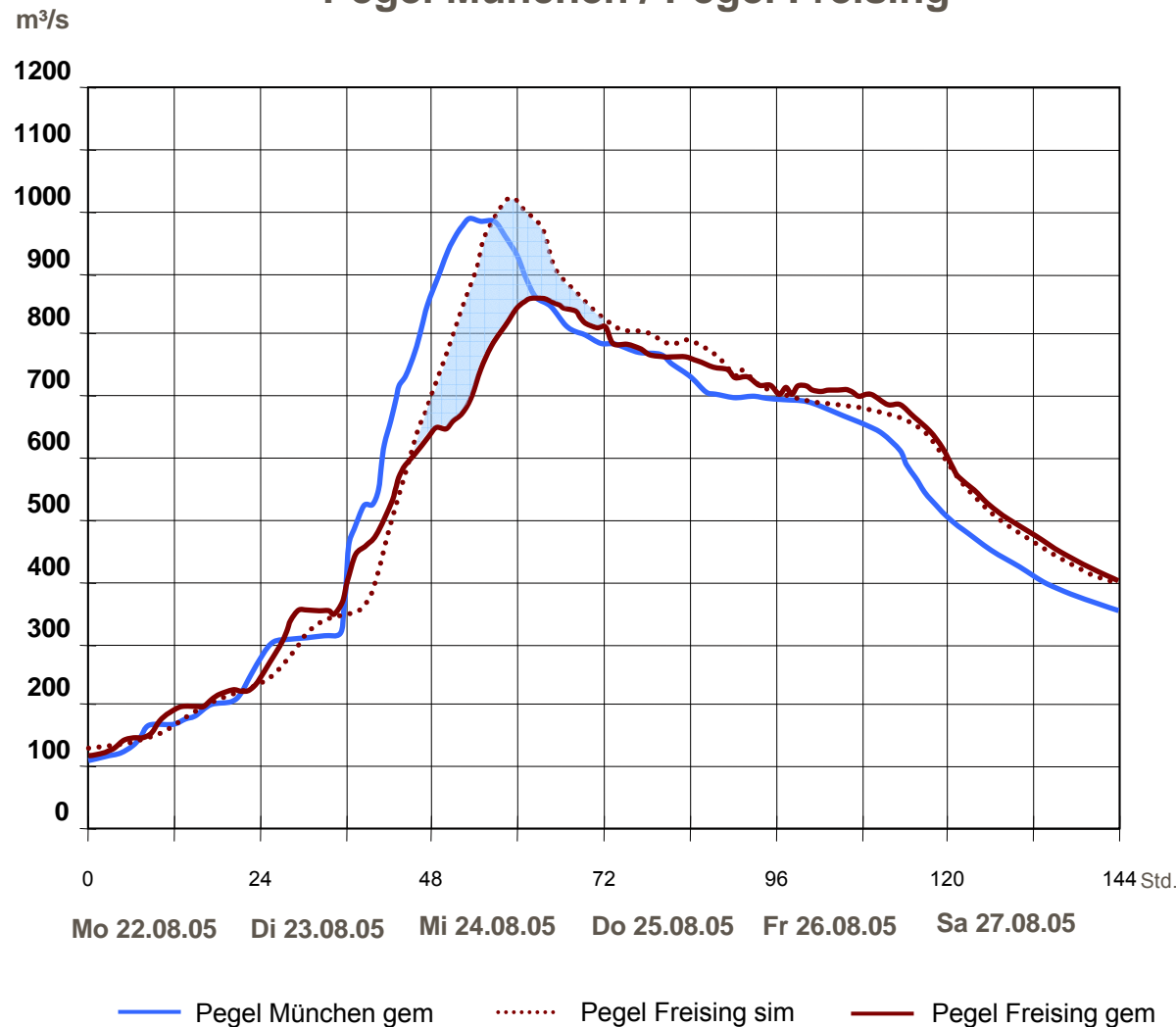
München bis Freising



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?“

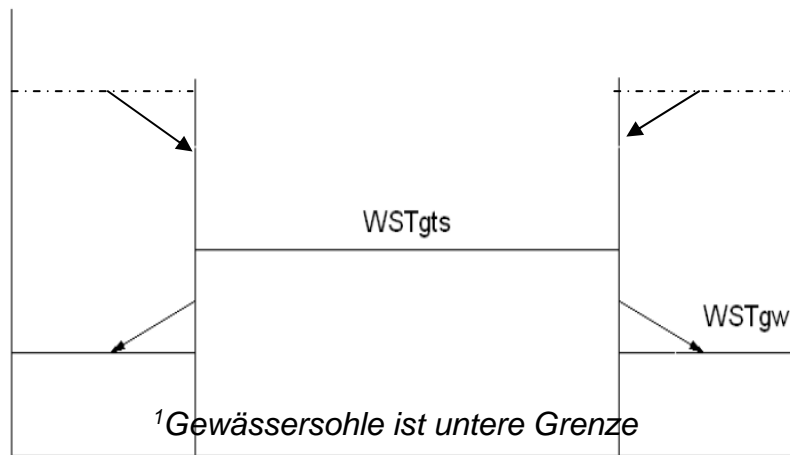




A) Interaktion Gerinnewasser mit Grundwasser

A 2.) Umsetzung in Larsim

■ Neue Option GRUNDWASSERBEGLEITSTROM



WSTgts : Wasserstand im Gerinnespeicher
WSTgw : Wasserstand im Grundwasserbegleitstrom-Speicher

¹ Aus Tape 12

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

Q_{exf} : Exfiltration in m³/s

WST_{gts} : Wasserstand im Gerinnespeicher in m

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

L_{gts} : Länge der Gewasserteilstrecke in m

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

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

VOL_{gw} : Inhalt des Grundwasserbegleitstrom-Speichers in m³

B_{gw} : Breite des Grundwasserbegleitstrom-Speichers in m³

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?

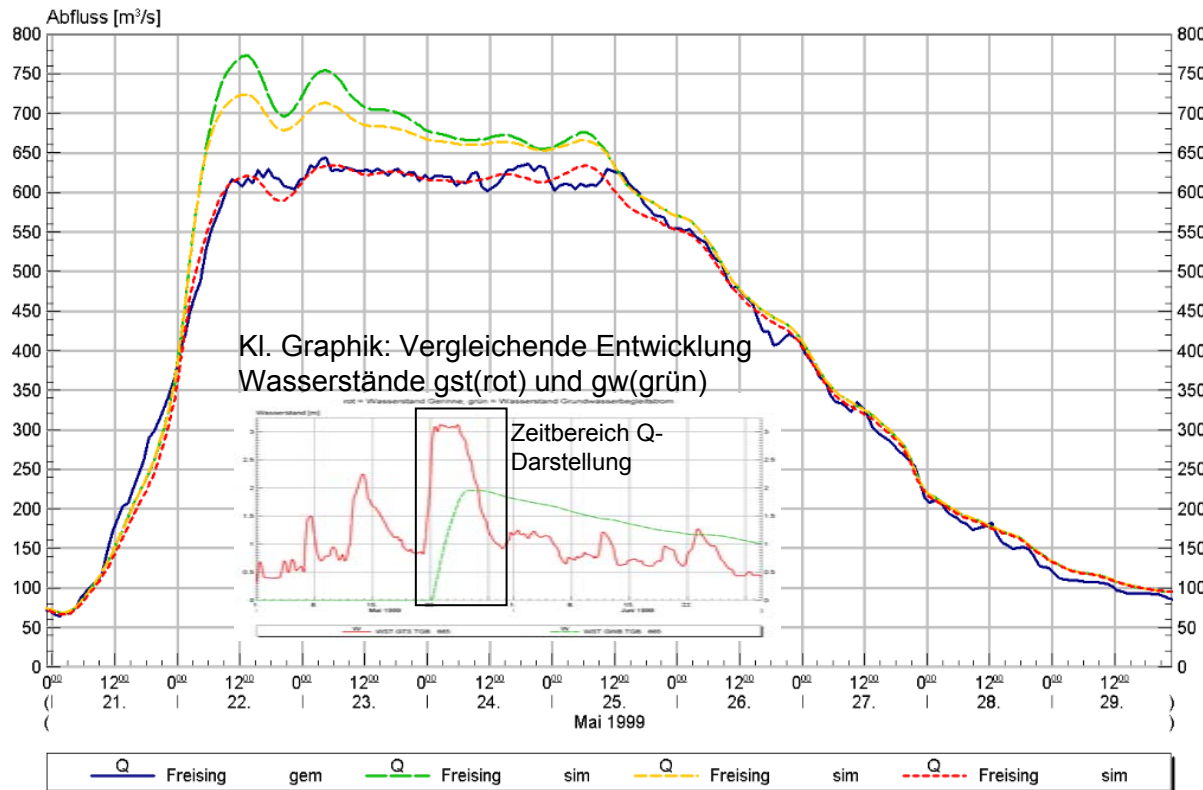
Grundwasserpegel dazu benutzen?



A 3.) Erste Ergebnisse Interaktion Gerinnewasser mit Grundwasser

■ Neue Option GRUNDWASSERBEGLEITSTROM

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



Leakage ab 450 m³/s

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

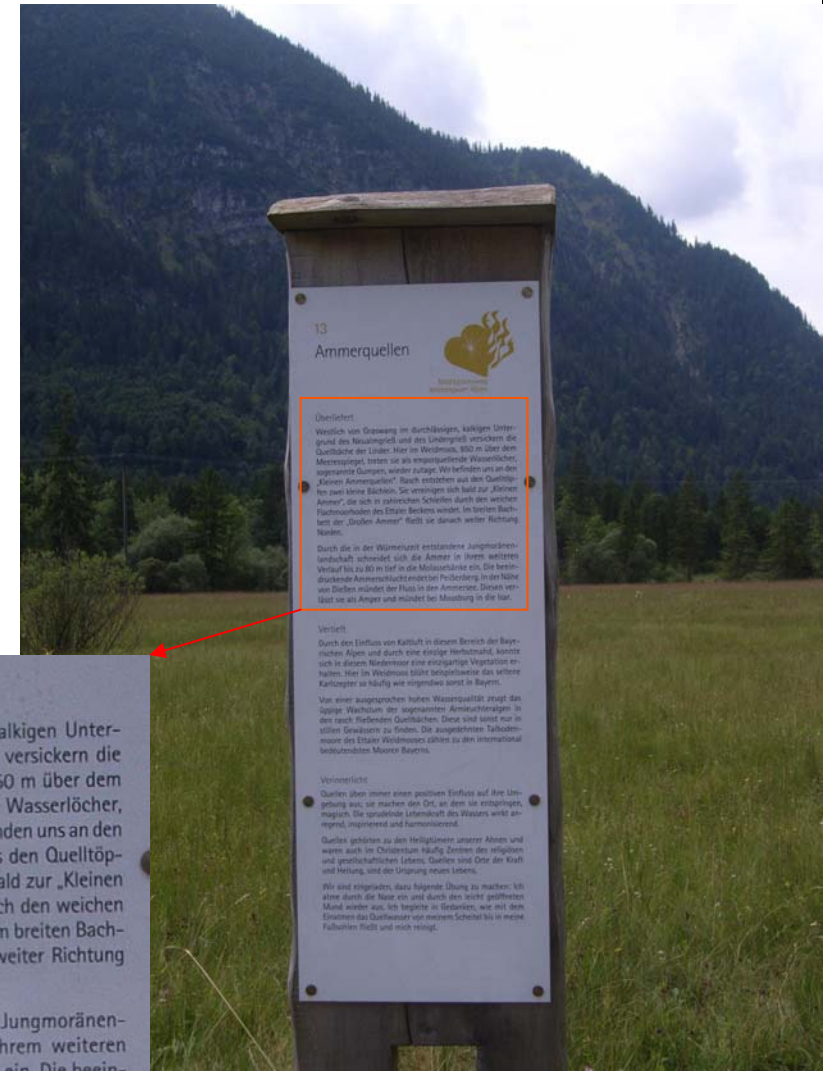
Konstante Breite
Grundwasserspeicher



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 Pegelinzugsgebietes passiert ohne je den Oberflächenprozessen (floodrouting) unterworfen zu sein



Überliefert

Westlich von Graswang im durchlässigen, kalkigen Untergrund des Neualmgrieß 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.



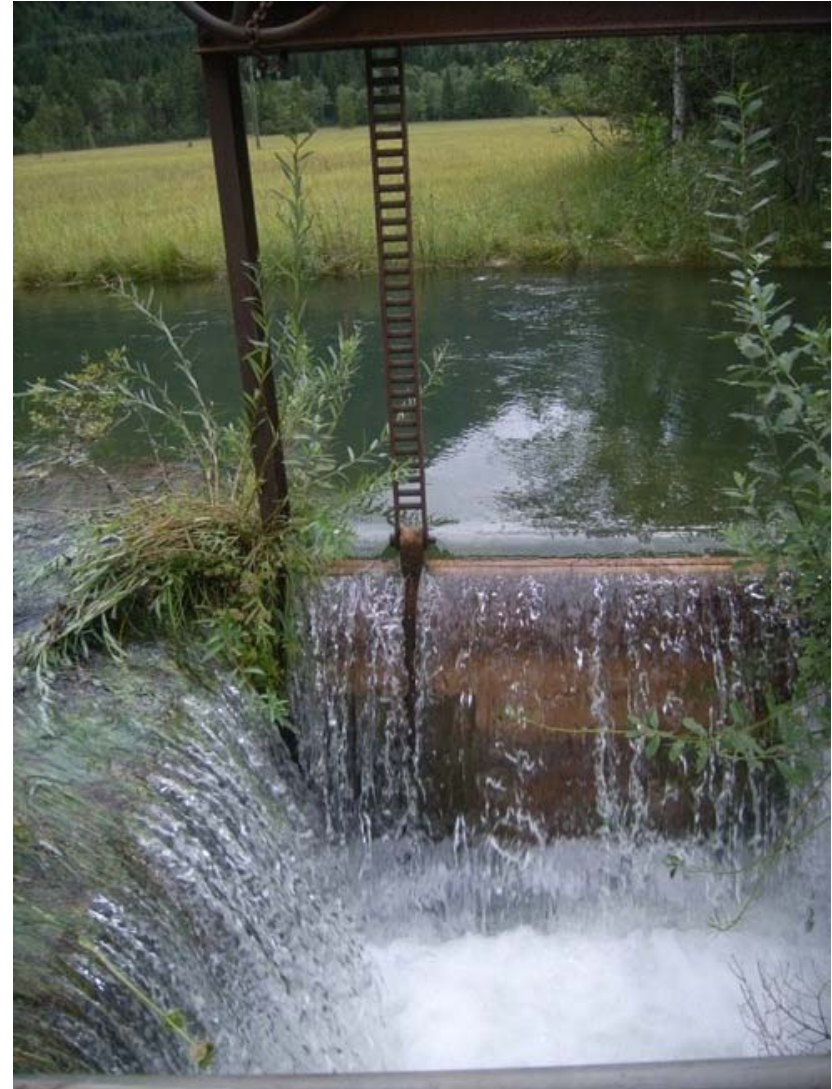


Bild oben Hochwasserabfluss (ein paar Stunden nach dem Scheitel),
Bild unten Trockenwetterabfluss
20 Tage vor dem Ereignis aber
bei bereits hoher Vorsättigung der
Schotterkörper (Puffer
ausgeschöpft), sonst auch hier
kein Oberflächenabfluss





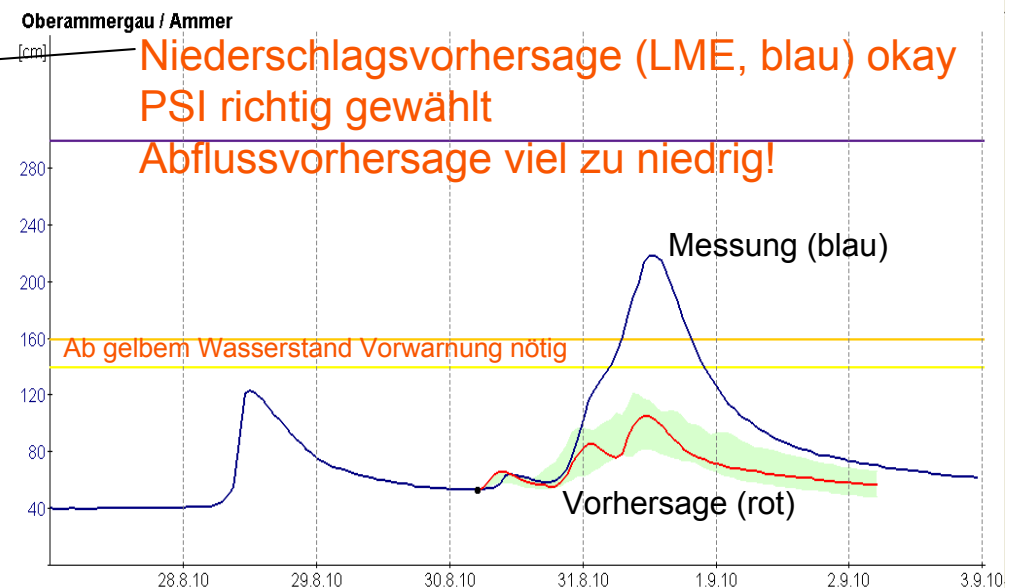
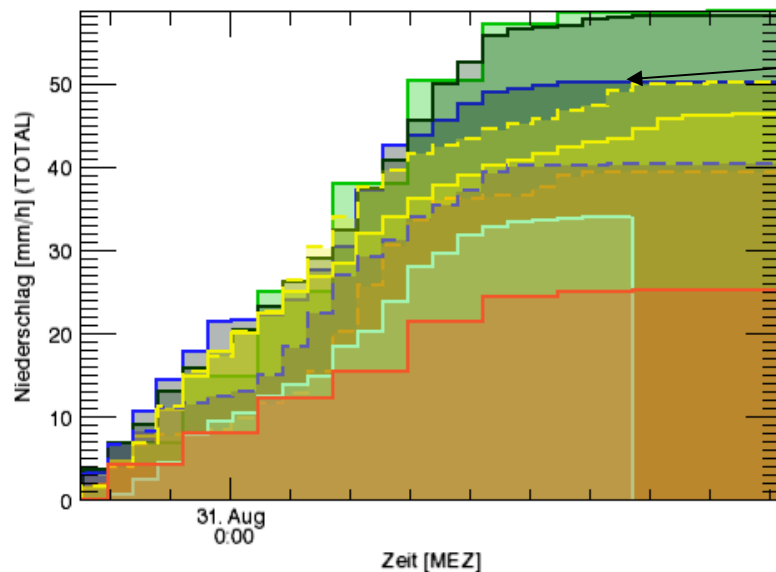
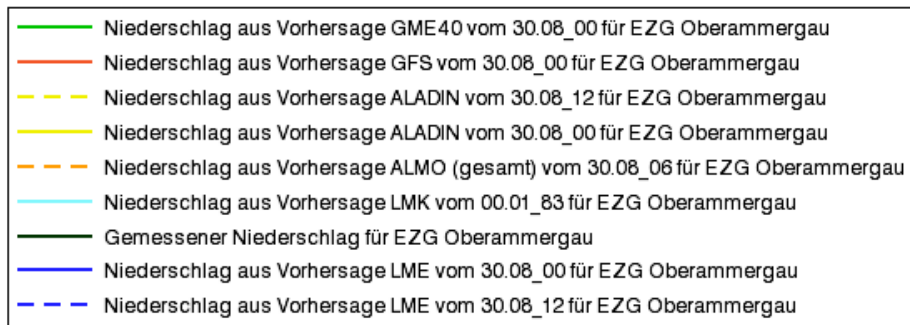
Ausschließlich von Ammerquellen gespeistes Gerinne
bei Trockenwetter (und hoher Vorsättigung)



und folgendem Hochwasser



Auswirkungen auf die Vorhersage des Pegels unterhalb (Oberammergau)

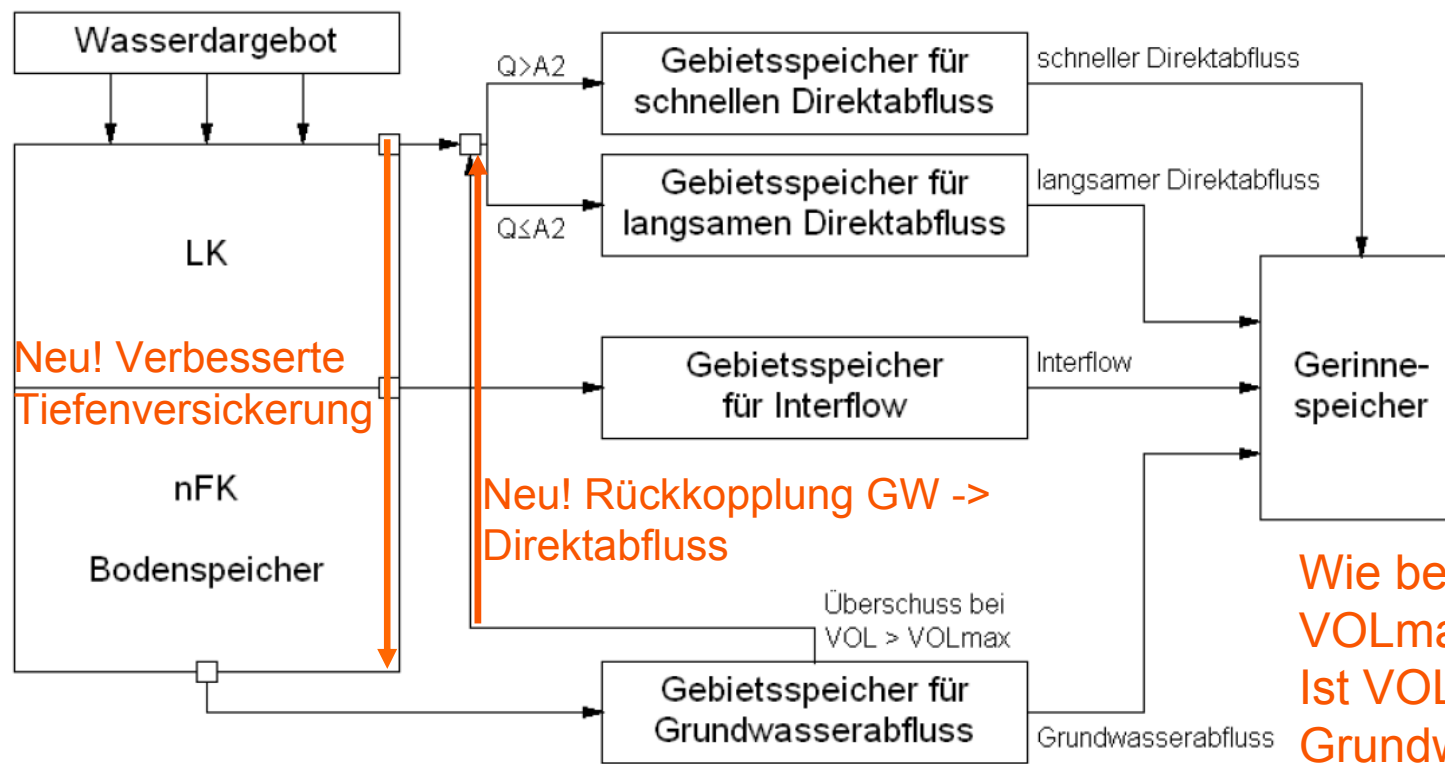




B.) Alpine Schotterkörper als Puffersystem

B 2.) Umsetzung in Larsim

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



Wie bestimmt man
VOLmax?
Ist VOLmax durch
Grundwasserpegel
nachführbar?



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 (pegelbereichsspezifisch)
(multipliziert Anfangsfüllung GW Speicher)

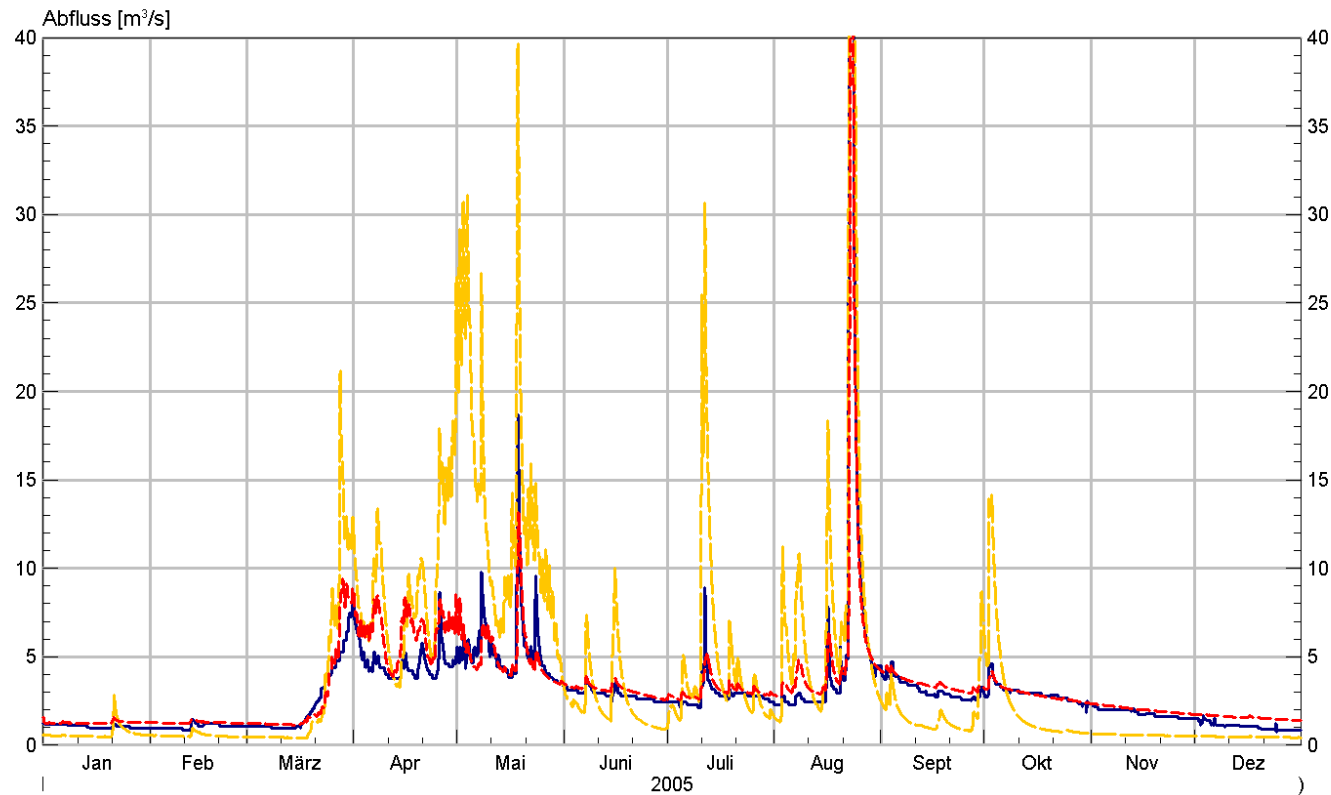
Überprüfung:
PKB Mittelwerte
GMD: GEBIETSSPEICHER IPRIN8
WHM-AUSGABE FLAECHENWERTE



B 3.) Erste Ergebnisse Alpine Schotterkörper als Puffersystem

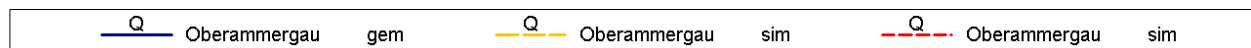
■ Option GS BASIS LIMITIERT

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!

