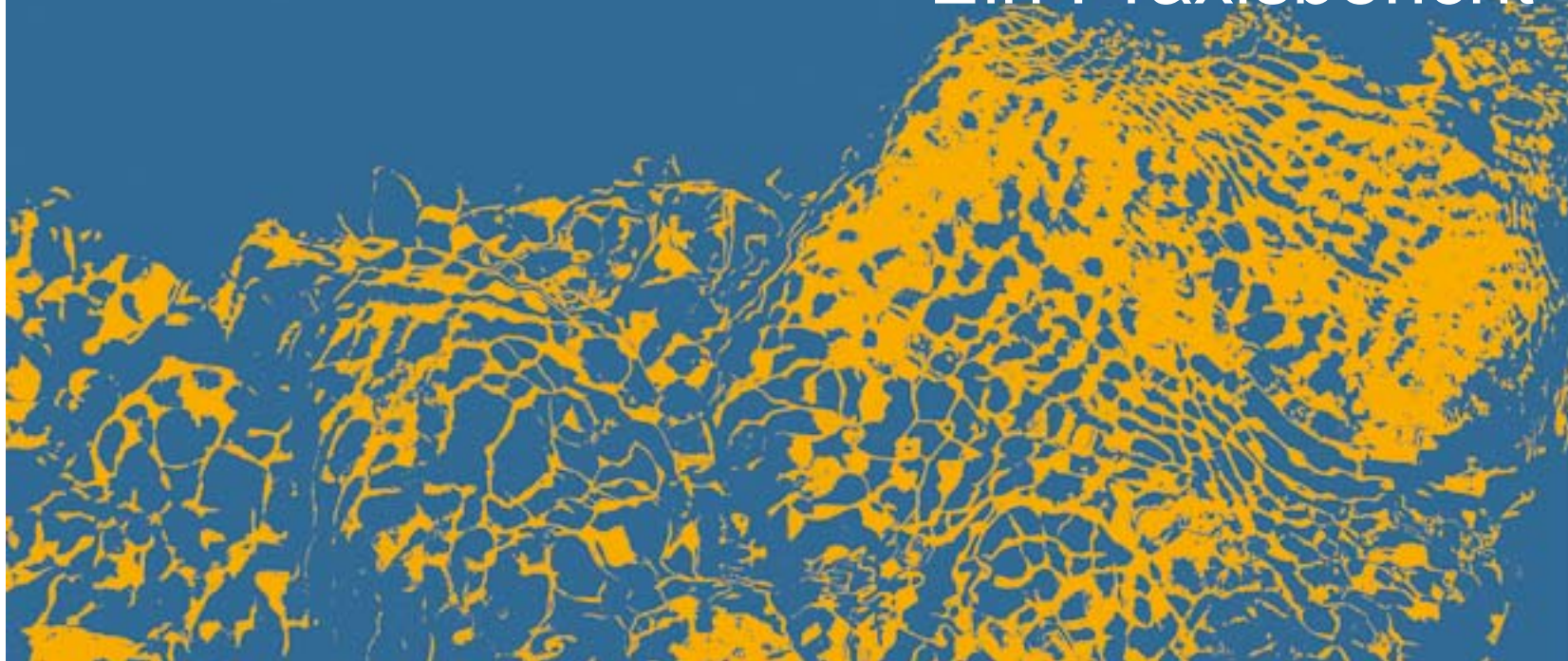




# Postprozessing von Abflussvorhersagen

Ein Praxisbericht

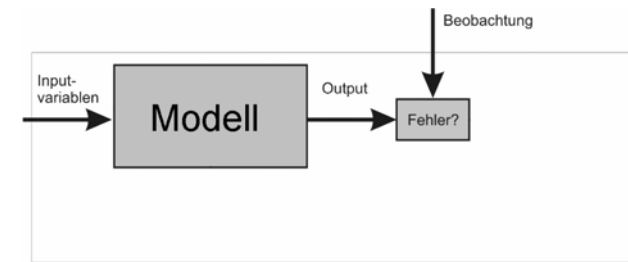
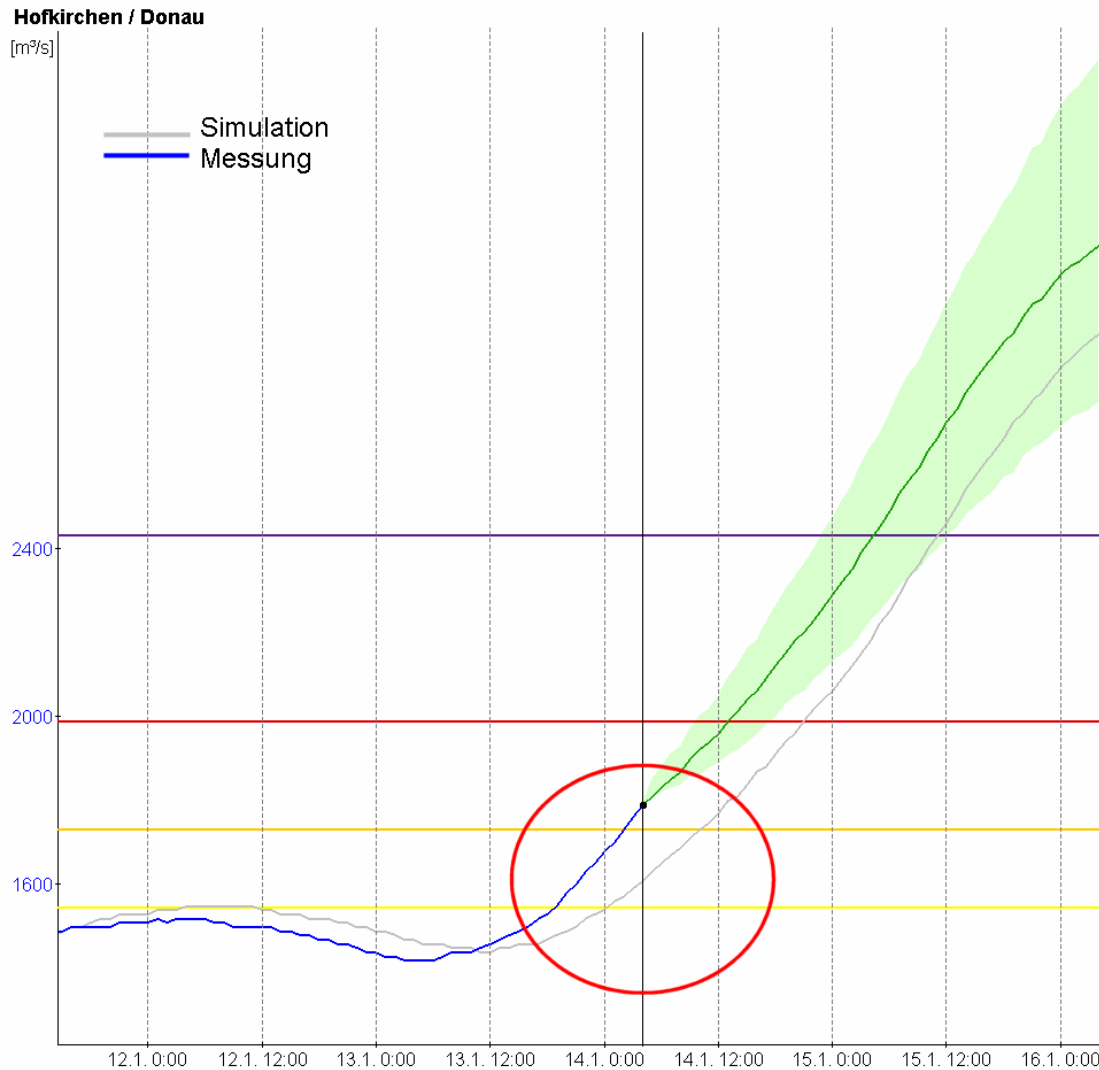




## Inhalt

- Problem: Abweichung zw. Simulation u. Messwerten
- 1. Lösungsansatz Outputkorrektur
- 2. Lösungsansatz Quantifizierung der Abweichung
- Zusammenfassung / Ausblick

## Das Problem:

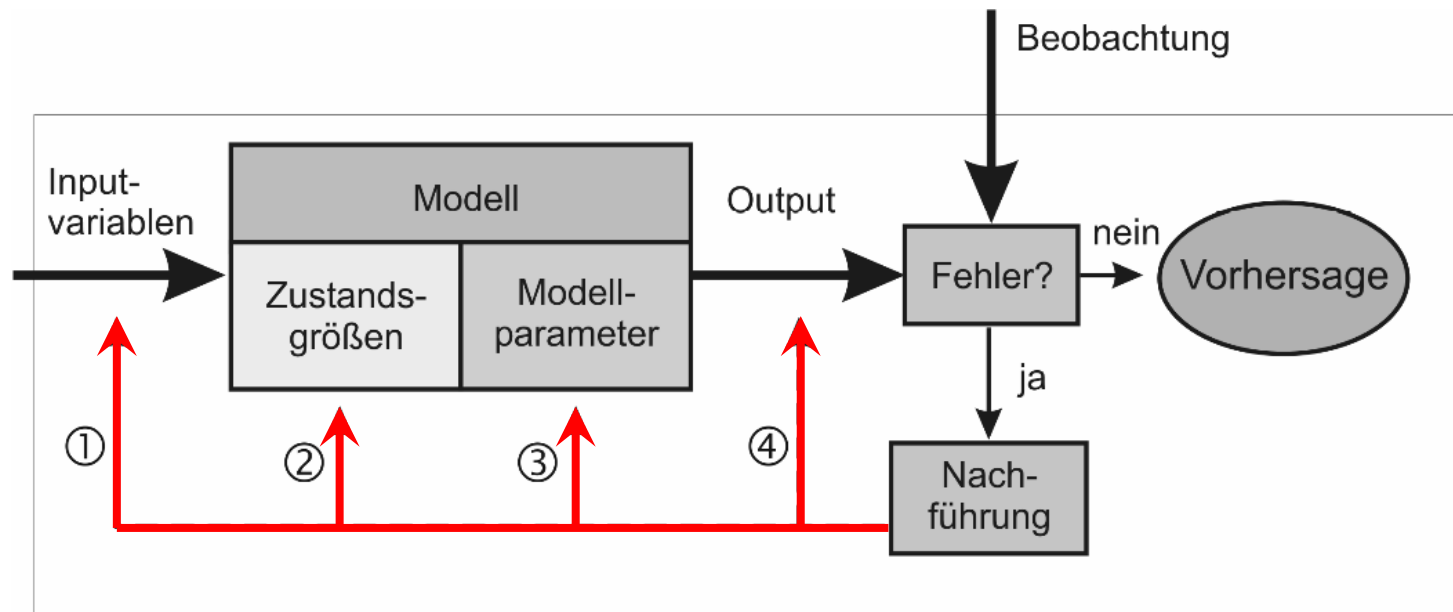


Der Modelloutput /  
Simulation  
passt nicht  
zur Beobachtung!



## Lösungsansatz Outputkorrektur

1. Nachführung der Eingangsdaten
2. Nachführung der Zustandsgrößen
3. Parameternachführung
4. **Nachführung des Modelloutputs → letzte Eingriffsmöglichkeit**



Komma et. al., 2009: Wiener Mitteilungen, Band 216



## Nachführung des Modelloutputs - Übersicht

- Arima-Korrektur (1. Grades)
- schrittweiser Übergang vom letzten Messwert auf die Simulation
- Bilanzkorrektur
- manuelle Korrektur - Ganglinieneditor



## Nachführung des Modelloutputs

- FGMOD / LARSIM: ARIMA-010-Korrektur

Vorteile:

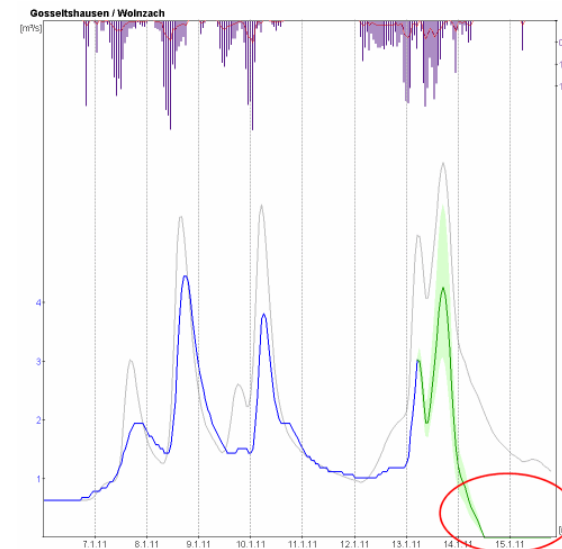
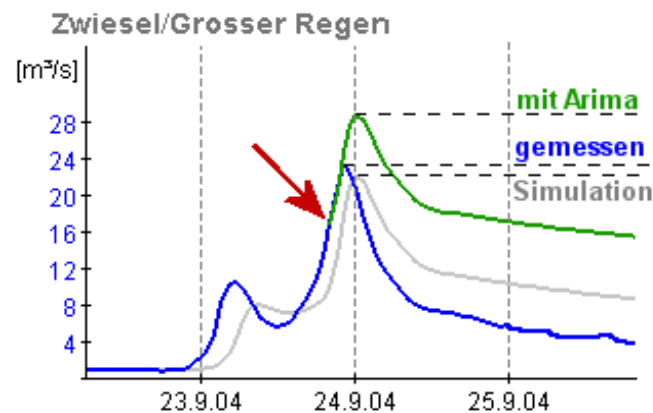
- kein Sprung zw. Messwert und Vorhersage

Nachteile:

- negative Auswirkung bei Zeitversatz zwischen Simulation und Messung

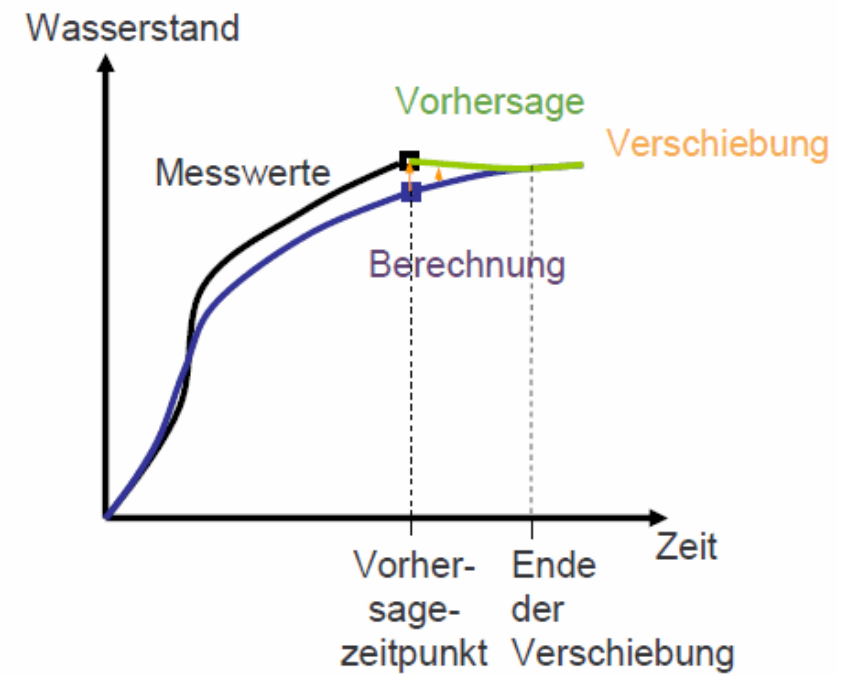
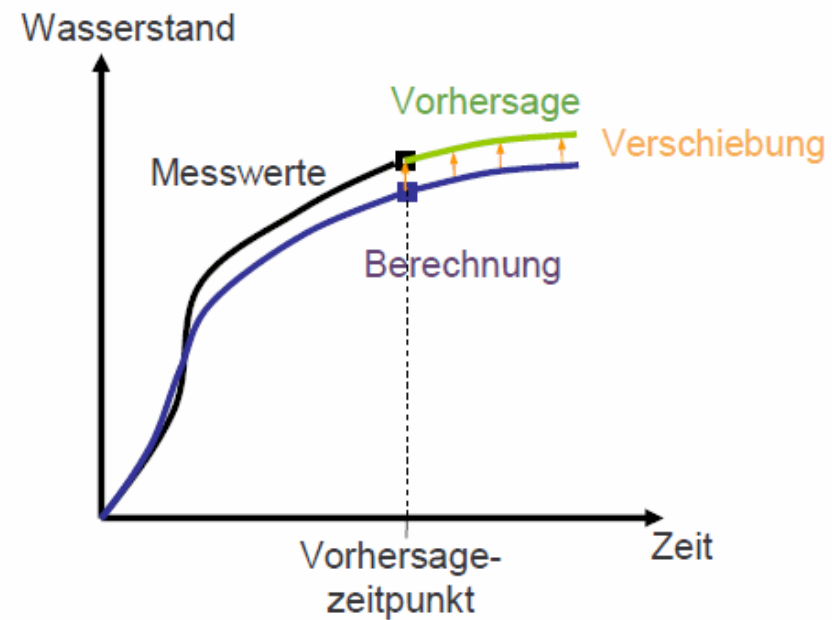
- negative Auswirkung bei zu hoher Differenz

Verbesserungen in LARSIM-WHM → auch für FGMOD sinnvoll!



## Nachführung des Modelloutputs

- WAVOS / FLUX:  
Verschiebung der Simulation an den letzten Messwert



Rademacher et. al., 2008: Wasserstandsvorhersagesystem WAVOS

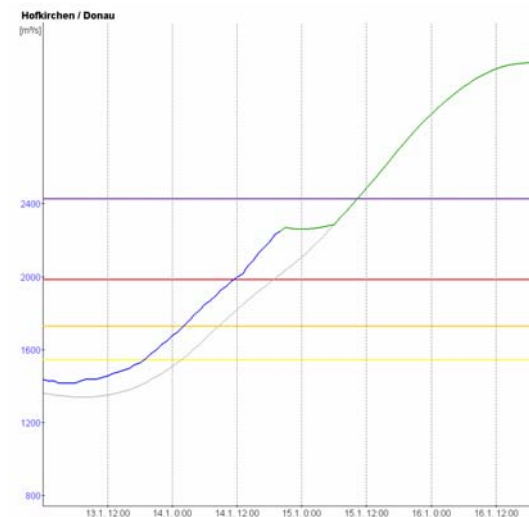
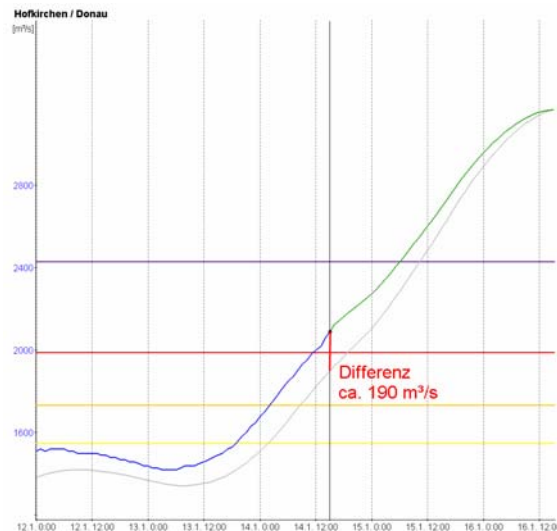


## Nachführung des Modelloutputs

Der schrittweise Übergang zur Simulation ist sinnvoll, wenn durch die ARIMA-Korrektur ein zu hoher Scheitel vorhergesagt wird.

Nachteile:

- Tendenz der Vorhersage kann verändert werden!
- optimale Zeitspanne, innerhalb der auf die Simulation übergegangen werden soll ist variabel (z.B. abhängig von Differenz)







## Nachführung des Modelloutputs

- FLUX: Bilanzkorrektur

Ermittlung einer mittleren Abweichung zwischen Messung und Simulation über eine längere Zeitspanne (konfigurierbar).

Addition der mittleren Abweichung.

Vorteile:

- Ausgleich von systematischen Fehlern bei stationären Verhältnissen

Nachteile:

- schlechte Ergebnisse bei sich stark ändernden Abflussverhältnissen



## Nachführung des Modelloutputs

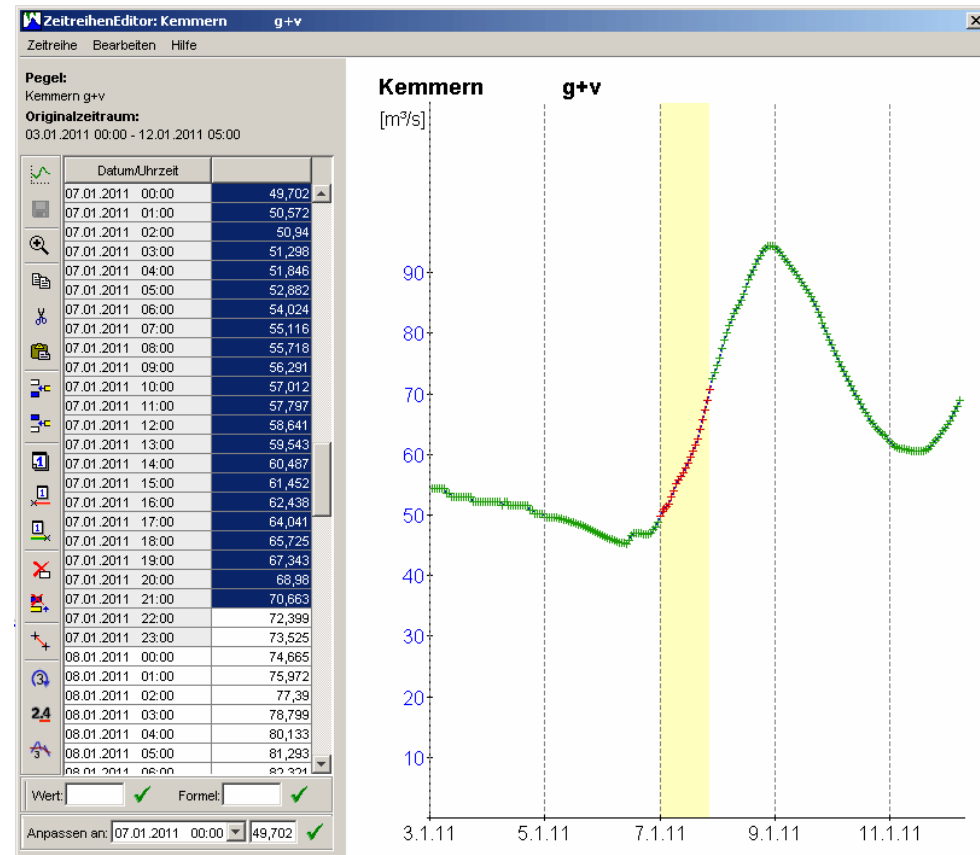
### Ganglinien-Editor:

Bietet zahlreiche Möglichkeiten zur manuellen Überarbeitung von Ganglinien

(kopieren, einfügen, löschen, interpolieren, runden, addieren, multiplizieren...).

Vorteile: hilft, wenn nichts mehr hilft...

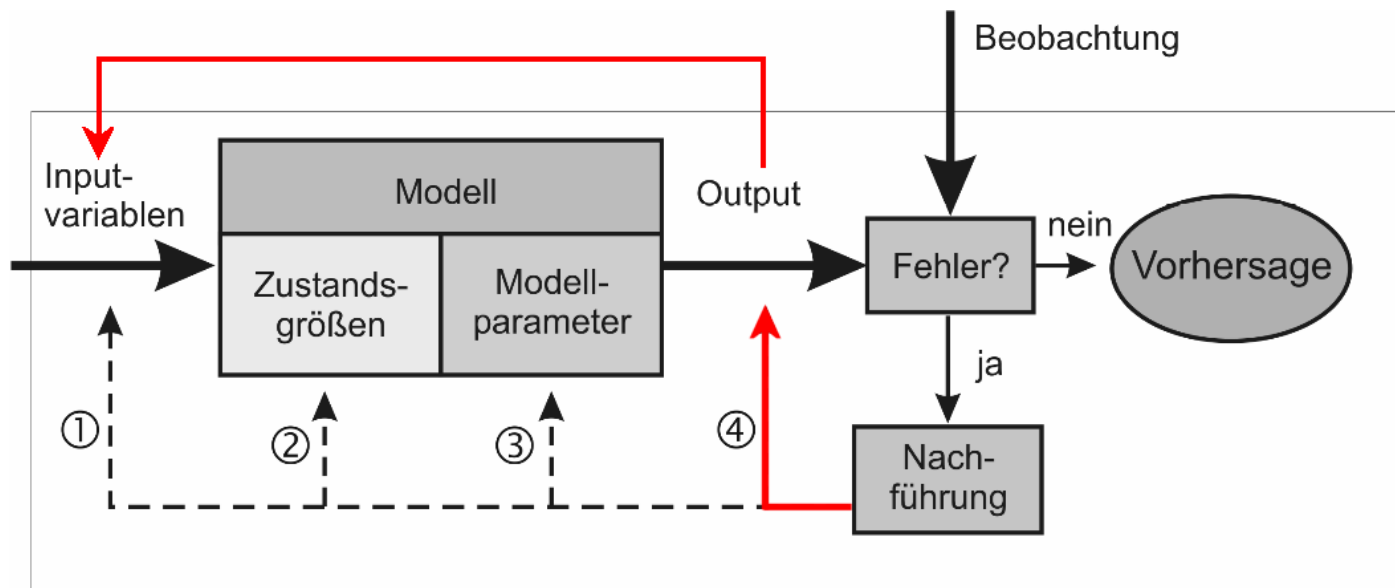
Nachteile: sehr zeitintensiv, subjektiv und schwer reproduzierbar





## Nachführung des Modelloutputs

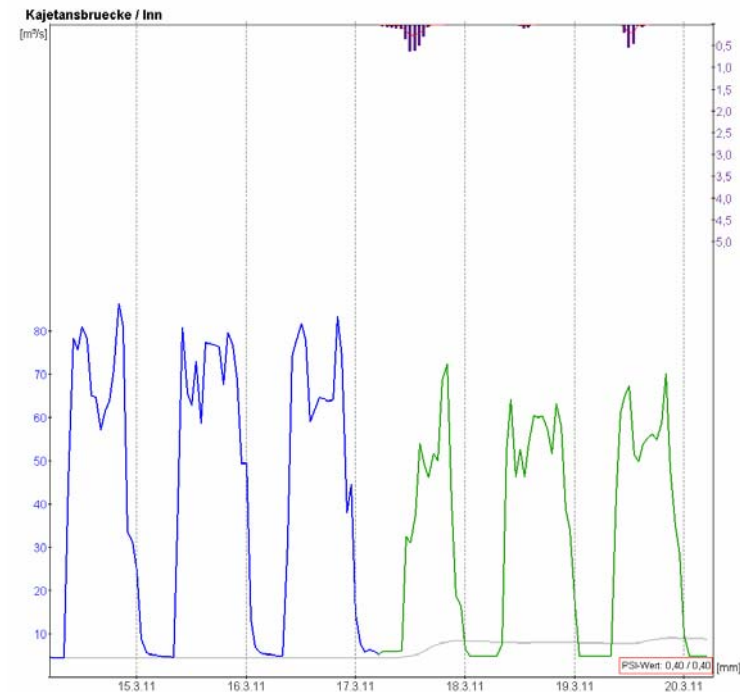
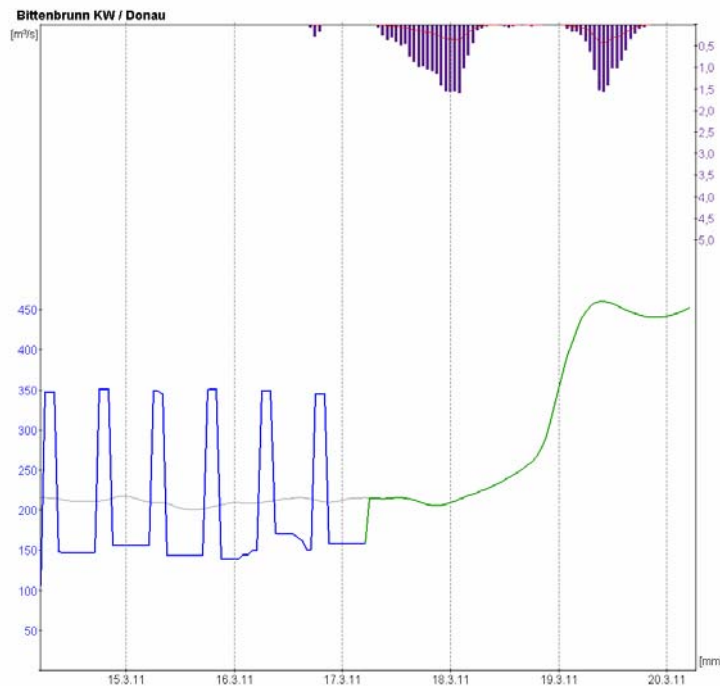
Bei der manuellen Korrektur fehlt allerdings noch ein Tool zur einfachen Übernahme der korrigierten Vorhersage für einen Pegel als Input für eine erneute Modellrechnung





## Nachführung des Modelloutputs – Grenzen der Anwendung

- Modellsimulation kann das Abflussgeschehen nicht wiedergeben





## Lösungsansatz Quantifizierung der Abweichung

Trotz Modellnachführung Abweichung zwischen Simulation und Messwert und v.a. Abweichung zwischen Vorhersage und Messwert.

→ Quantifizierung der möglichen Abweichung zwischen Vorhersage und Messung anhand von Unsicherheitsbereichen

1. "statischer Gesamtfehler" (aus Offline-Analyse mit GMD\_VHS\_GUETE)
2. "dynamischer Vorhersagefehler" (aus Vorhersageensemble)

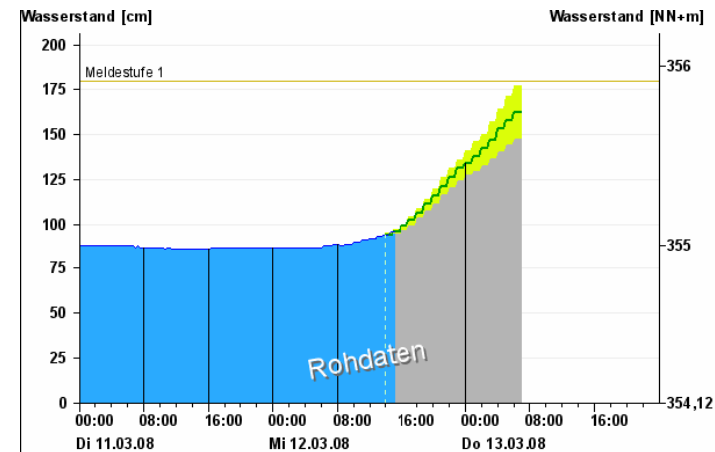


## statischer Gesamtfehler

- für ca. 180 Pegel werden die Unsicherheiten anhand der 10%- und 90%-Perzentile der prozentualen oder absoluten Abweichung im Inter-/Intranet publiziert
  - Offline-Analyse vergangener Vorhersagen mit GMD\_VHS\_GUETE
  - Berechnung der Unsicherheiten für 4 hydrologische Fälle (Mittel- und Niedrigwasser, vor Hochwasser, während Hochwasser, nach Hochwasser)
  - automatische Fallermittlung anhand von Schwellwerten in der Datenbank

### Neu: Abweichung wahlweise

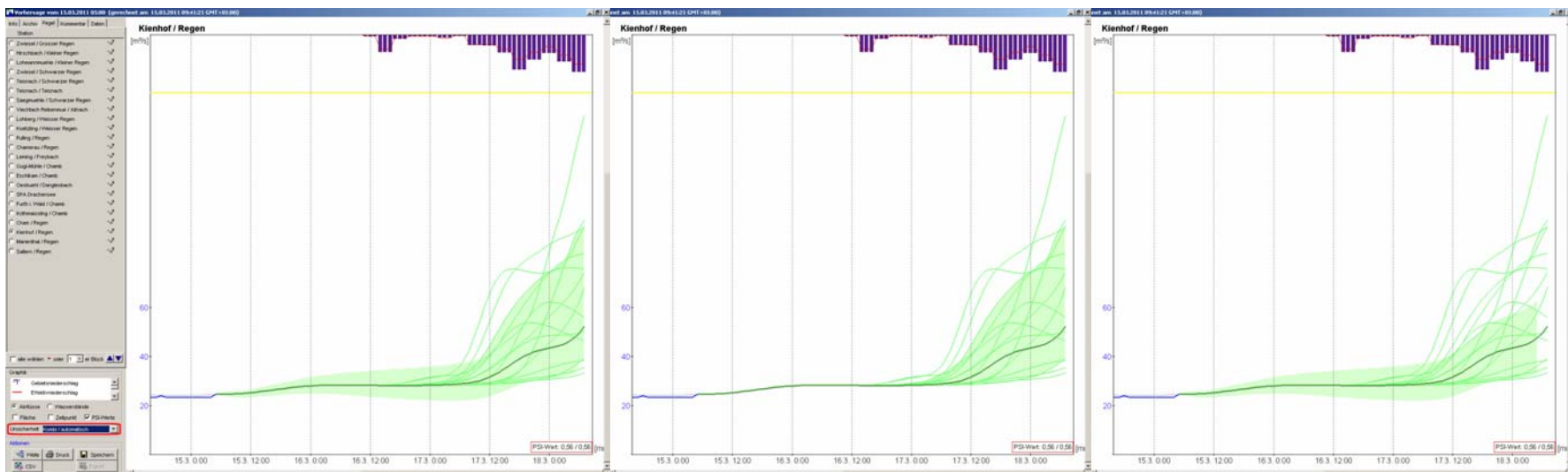
- prozentual oder absolut
- für Wasserstand oder Abfluss





## dynamischer Vorhersagefehler aus Vorhersageensemble

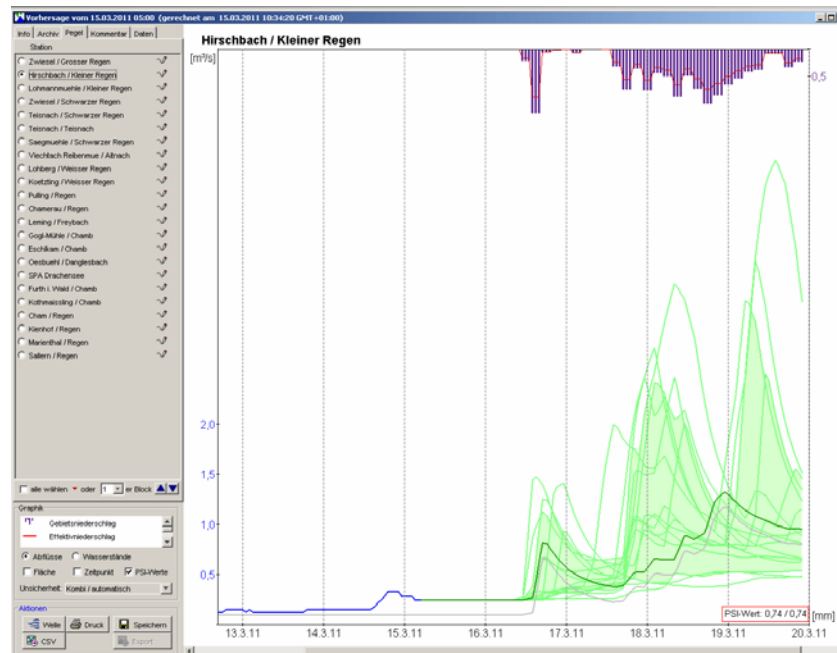
- dynamische Unsicherheit: untere und obere Unsicherheitsgrenze entsprechen dem empirischen 10%- bzw. 90%-Perzentil
- Bei Berechnung eines Vorhersageensembles kann der Unsicherheitsbereich wahlweise auch dynamisch aus dem Vorhersageensemble oder aus der Überlagerung von statischer und dynamischer Unsicherheit erzeugt werden





## statische Gesamtfehler vs. dynamischer Vorhersagefehler

- dynamische Vorhersageunsicherheit aus Ensemblevorhersage angepasst an jeweilige meteorologische Situation
- aber: z.T. "unschöner" Verlauf, der der Öffentlichkeit schwer vermittelbar ist (v.a. an kleineren Oberliegerpegeln)







## Zusammenfassung / Ausblick

- Verbesserungen bei der ARIMA-Korrektur im Wasserhaushaltsmodus auch im FGMOD-Modus sinnvoll.
- Viele Korrekturverfahren erfordern die Fachkenntnisse des Vorhersagers, was eine Automatisierung komplex macht.
- Trotzdem sollen Outputkorrekturverfahren (Aktivierung/Deaktivierung, Wechsel zwischen den Verfahren) zukünftig soweit möglich automatisiert werden.
- Berechnung von dynamischen Unsicherheitsbereichen im operationellen Betrieb zwar möglich, aber derzeit keine Publikation geplant.
- Ergebnisse aus Ensemblevorhersagen könnten statt dessen in Form von Wahrscheinlichkeitsaussagen an die Öffentlichkeit gegeben werden.



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!  
Fragen, Diskussion...**