

Modellnachführung in LARSIM

Kai Gerlinger

HYDRON Ingenieurgesellschaft für
Umwelt und Wasserwirtschaft mbH

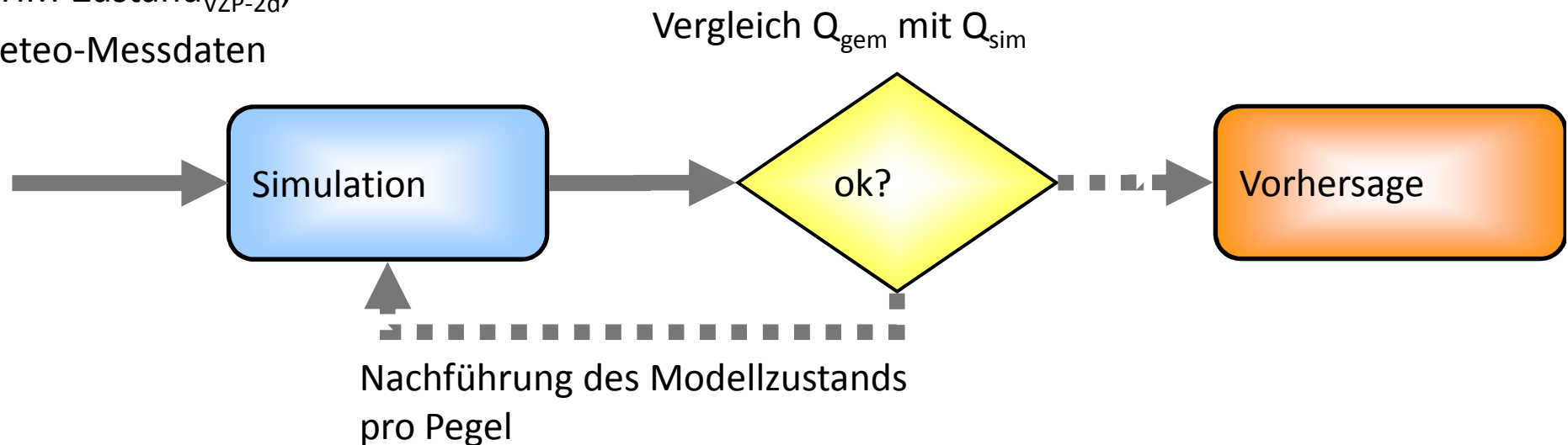
März 2012

Modellnachführung

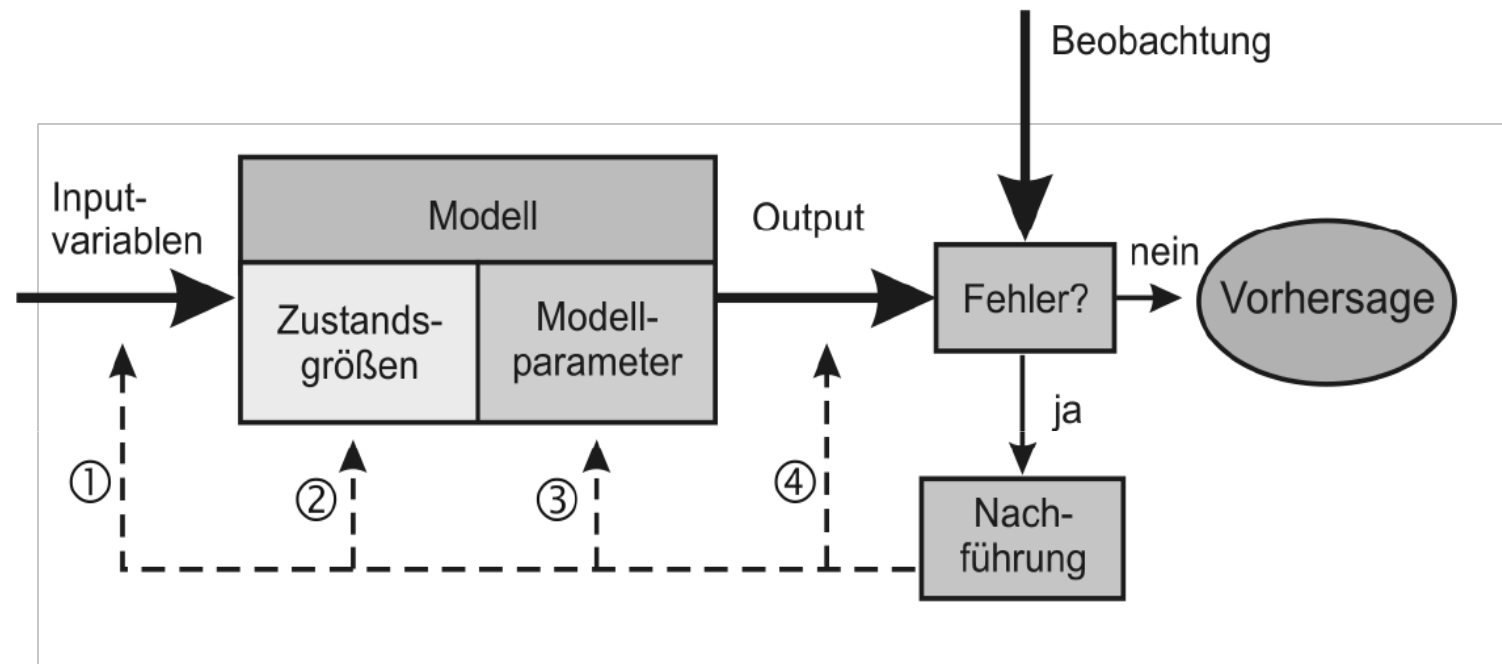
Bei der operationellen Berechnung können Abweichungen zwischen gemessenen und simulierten Abflüssen aufgrund verschiedener Ursachen auftreten. Ursachen sind u.a.:

- unzureichende Stationsdichte des Meteo-Messnetzes
- nicht repräsentative Erfassung der Meteorologie oder
- Ungenauigkeiten der WQ-Beziehungen an den Pegeln

WHM-Zustand_{VZP-2d}
Meteo-Messdaten



Modellnachführung



- 1 : Korrektur der Eingangsdaten (LARSIM: Wasserdargebot)
- 2 : Korrektur des Systemzustands (LARSIM: Gebietsspeicher)
- 3 : Korrektur der Parameter
- 4 : Korrektur der Ergebnisse (LARSIM: ARIMA-Korrektur, Schnee-Nachführung)

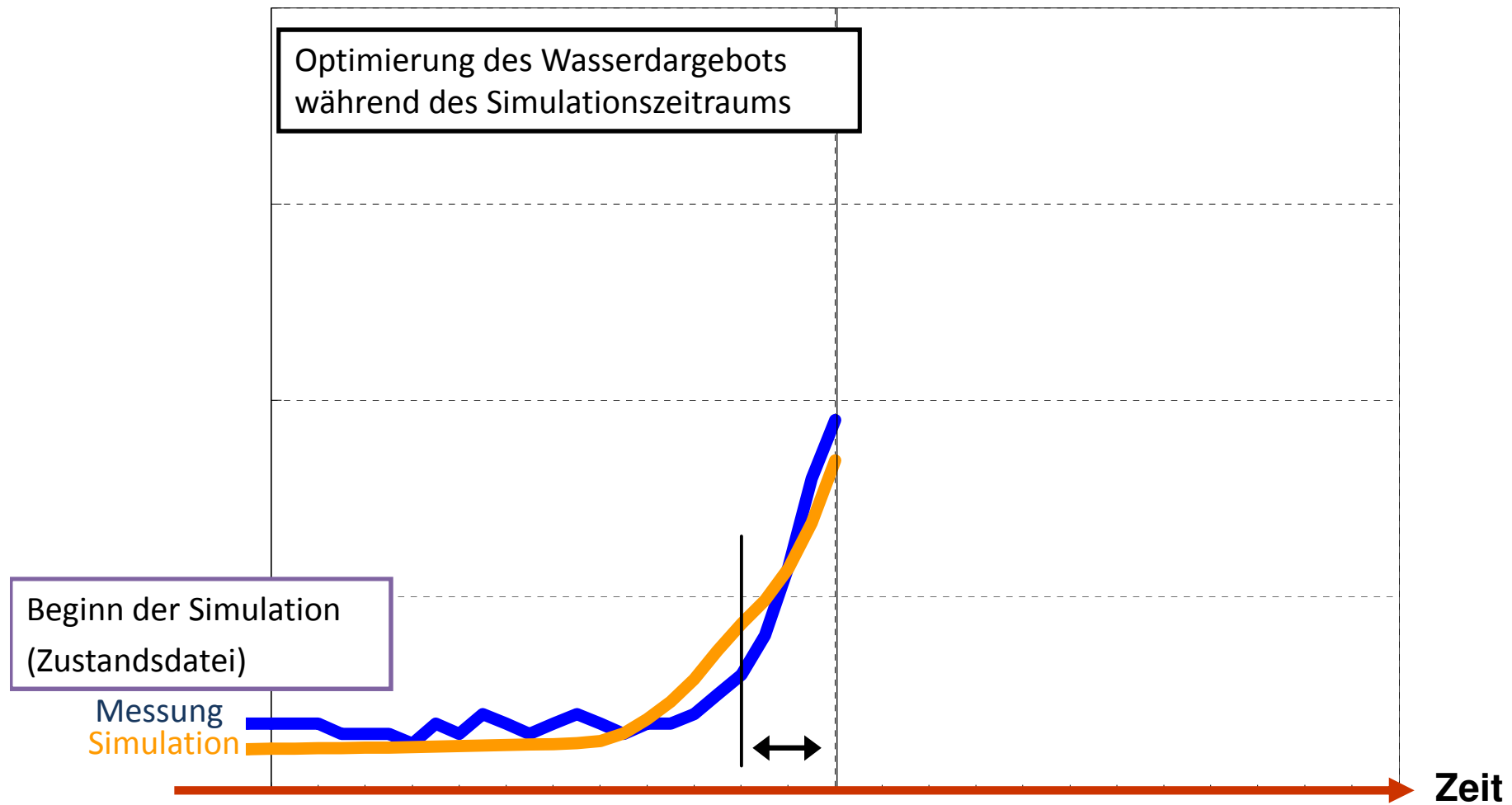
Modellnachführung

- Automatisierte, abflussabhängige Modellnachführung:
 - Nachführung des Wasserdargebots
 - Nachführung der Speicher
 - ARIMA-Korrektur
- Bei Bedarf durchführbare Modellnachführung:
 - Nachführung der Schnee-Wasseräquivalente

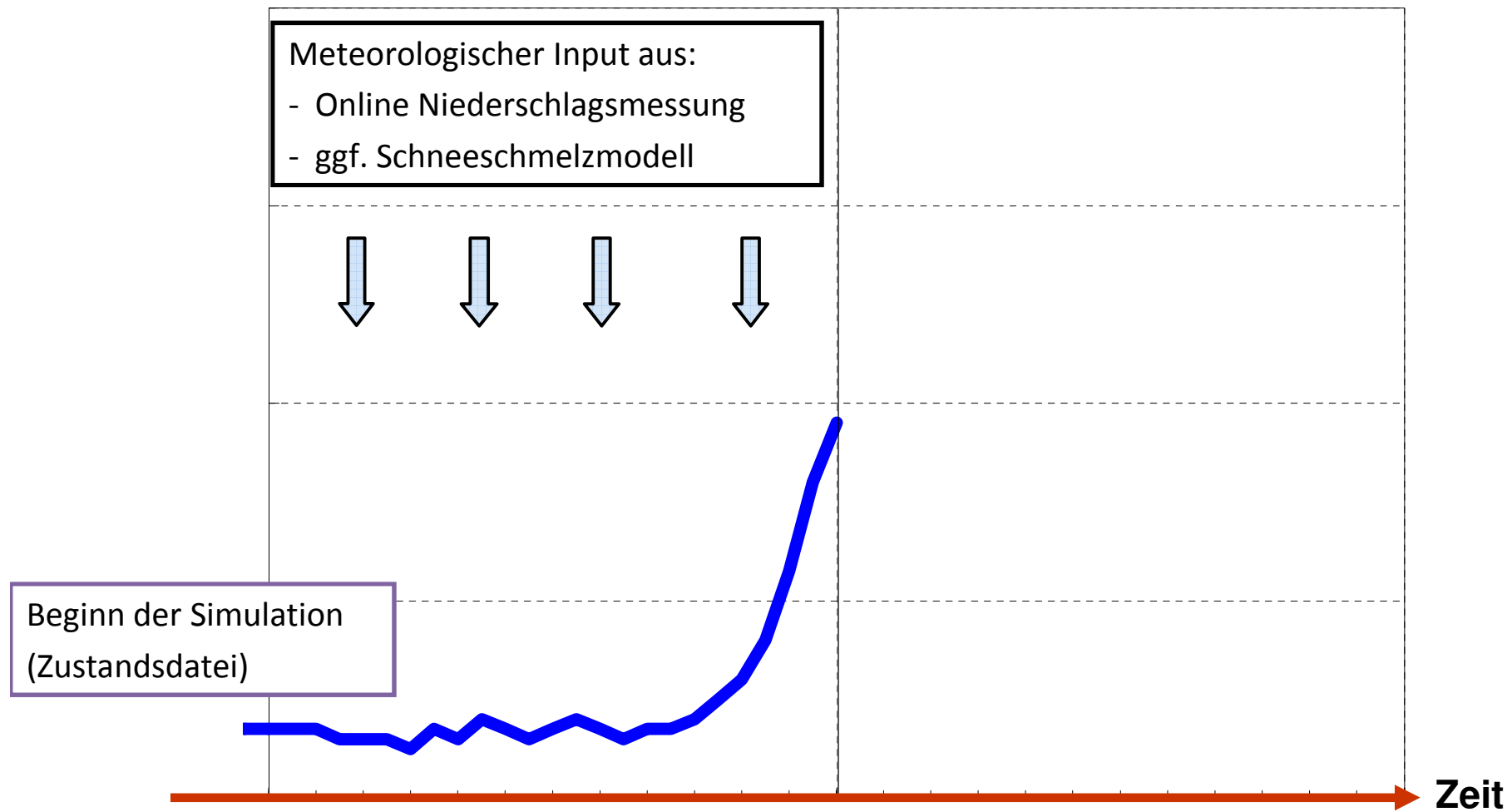
Modellnachführung Wasserdargebot

- Um das Modell nachzuführen optimiert LARSIM unter anderem das Wasserdargebot (Korrektur der Eingangsdaten).
- Die Übereinstimmung der gemessenen und simulierten Abflussvolumen bestimmt die Zielfunktion.

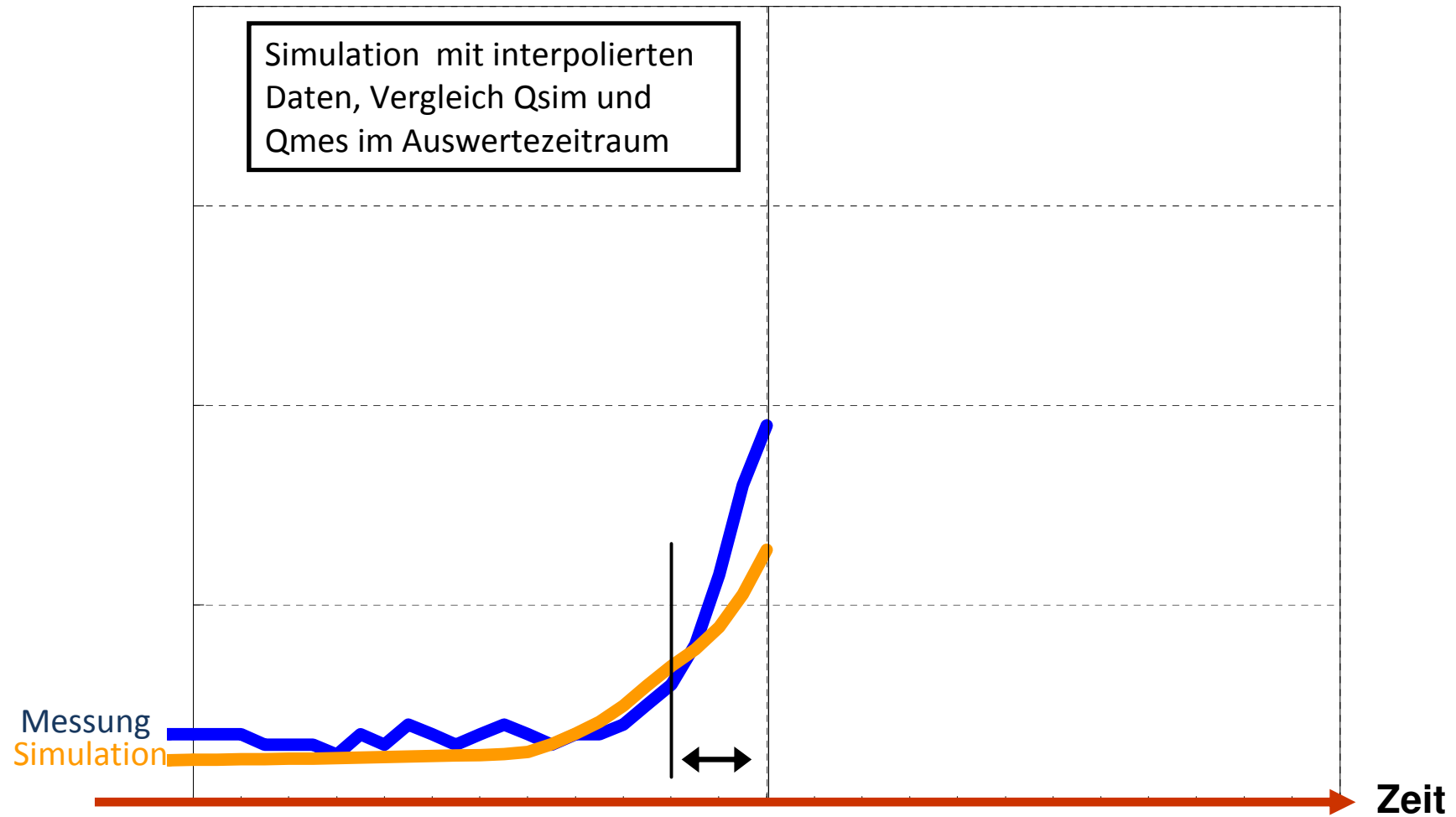
Modellnachführung Wasserdargebot



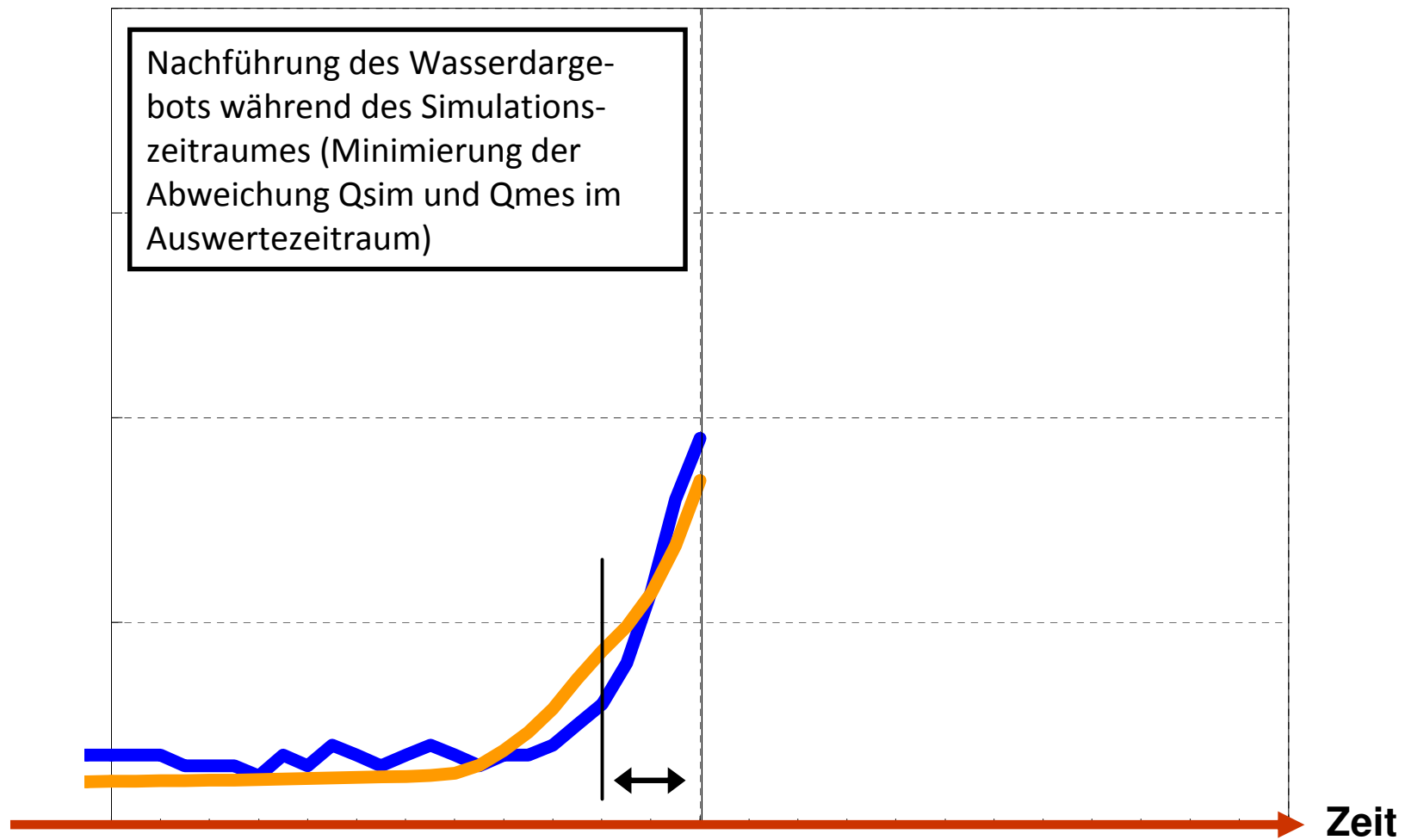
Modellnachführung Wasserdargebot



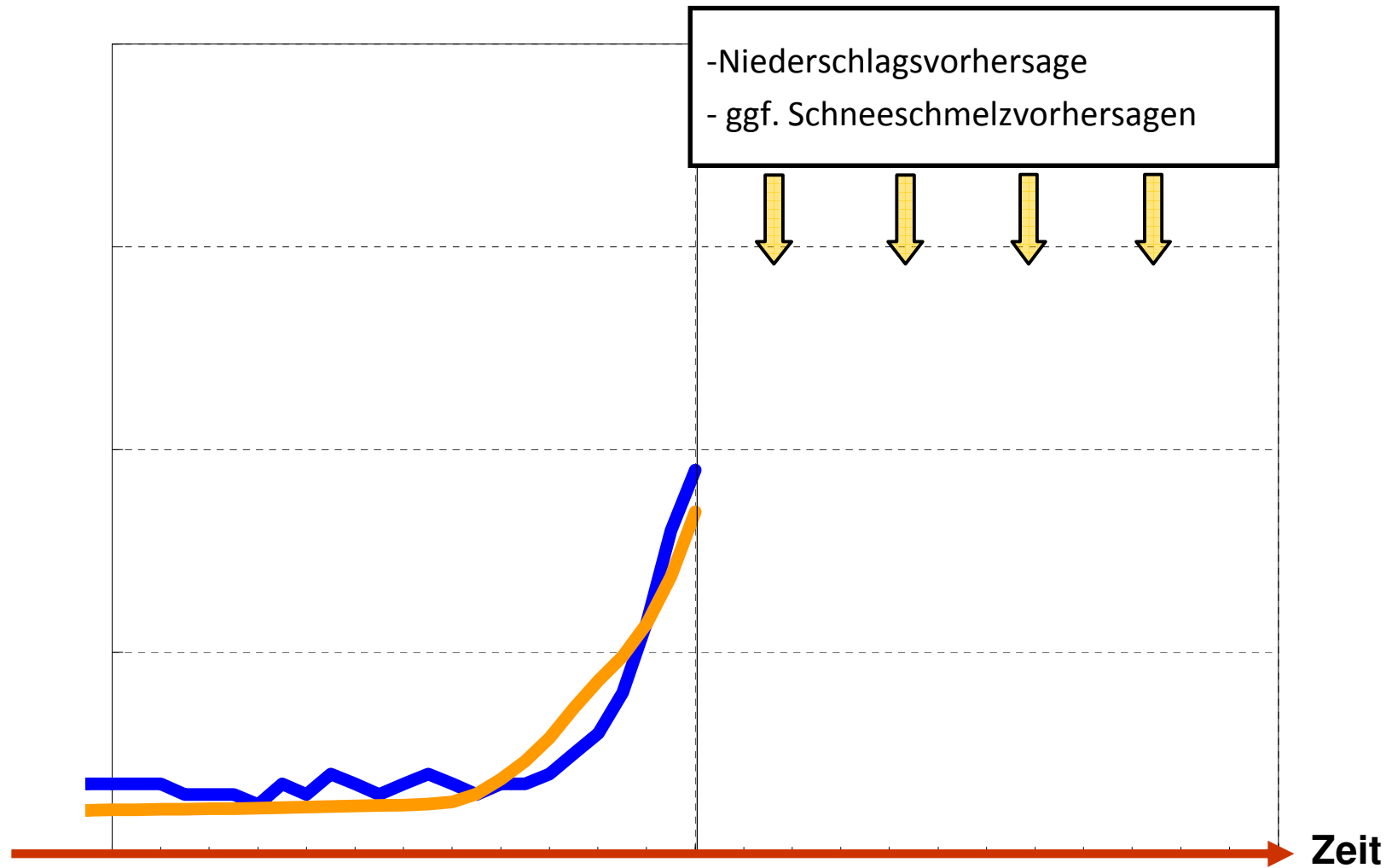
Modellnachführung Wasserdargebot



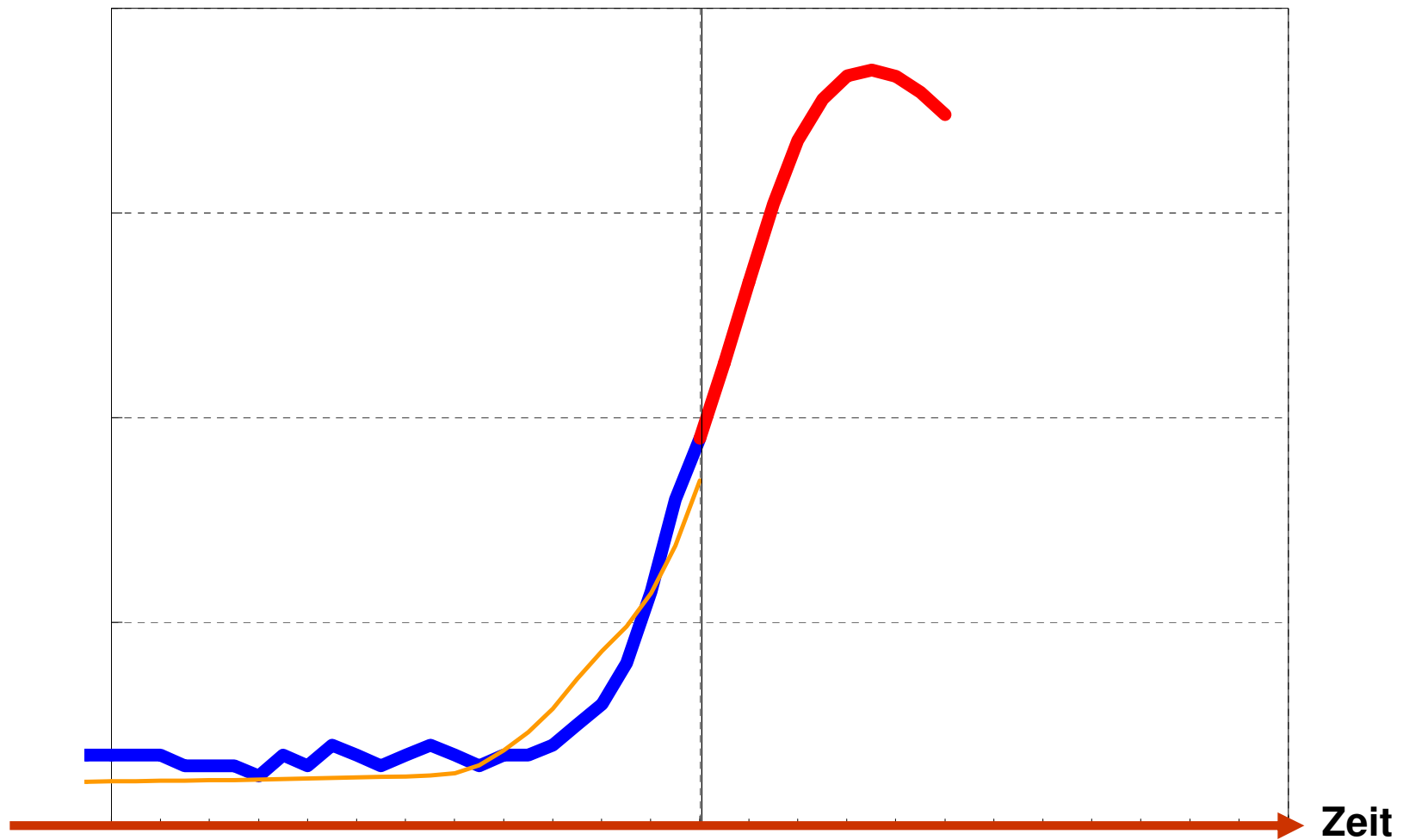
Modellnachführung Wasserdargebot



Modellnachführung Wasserdargebot



Modellnachführung Wasserdargebot



Modellnachführung

Pegelspezifische Bestimmung, ob der Pegel für die Datenassimilation genutzt wird:

- Wird der Pegel genutzt, entscheidet das Modell, zu welchem Abflussspektrum (Hoch-, Mittel-, oder Niedrigwasser) der aktuell gemessene Abfluss gehört.
- Ist eine Optimierung des Pegels erwünscht, wird eine Modellnachführung mittels gemessener Abflüsse durchgeführt.
- Die Datei <pegel.stm> enthält die nötigen Informationen, um zu entscheiden, ob eine Optimierung durchgeführt wird.

Die Nutzung dieser Informationen kann bei einem Pegel zu einer Situation führen, bei der keine Optimierung anhand der gemessenen Abfluss im Niedrigwasserbereich durchgeführt wird, während im Hochwasserbereich optimiert wird.

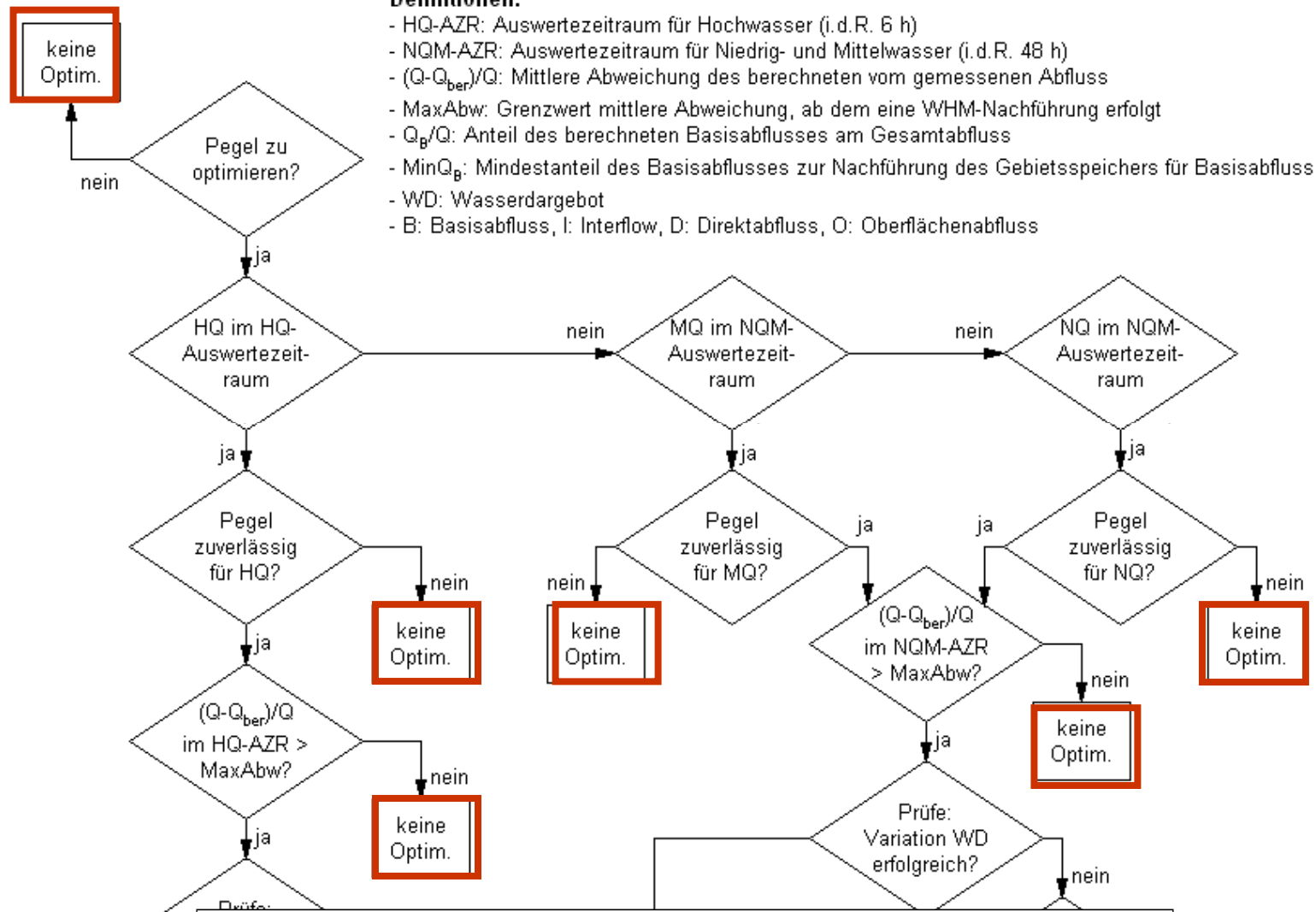
Modellnachführung

J = Ja, N = Nein

Element	GMD	IPRIN	NQ-Bereich			NQM	MQ-Bereich			MQH	HQ-Bereich					
			Gem	Opt	Ari		Gem	Opt	Ari		Gem	Opt	Ari			
20006	'CONT'		'J'	'N'	'J'	1	4.2	'J'	'N'	'J'	1	16.2	'J'	'N'	'J'	1
20634	'ALTH'		'J'	'J'	'J'	1	3.2	'J'	'J'	'J'	1	13.9	'J'	'J'	'J'	1
20768	'EINO'		'J'	'J'	'J'	1	3.2	'J'	'J'	'J'	1	13.9	'J'	'J'	'J'	1
20945	'OTTW'		'J'	'J'	'N'	1	1.3	'J'	'J'	'N'	1	6.8	'J'	'J'	'N'	1
21165	'NEUN'		'J'	'J'	'J'	1	13.2	'J'	'J'	'J'	1	57.9	'J'	'J'	'J'	1

- Generell sollte gelten: für **Gem** und **Opt** die gleiche Einstellung
- Optimierung wird nur durchgeführt wenn:
 - $Q_{\text{(aktuell)}}$ sich in einem Abflussbereich befindet, in dem eine Optimierung gewünscht ist.
 - Abweichung > **MaxDev**.

Modellnachführung

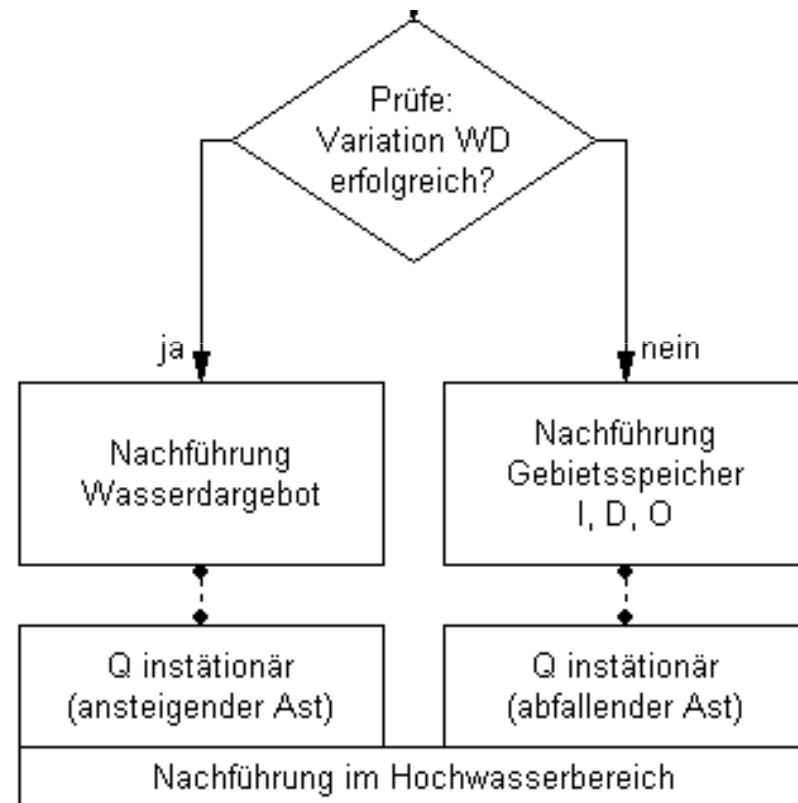


Analyse der hydrologischen Situation / AZR-Erkennung
Ausscheiden der Fälle, in denen nicht nachgeführt wird

Modellnachführung

Hochwasser:

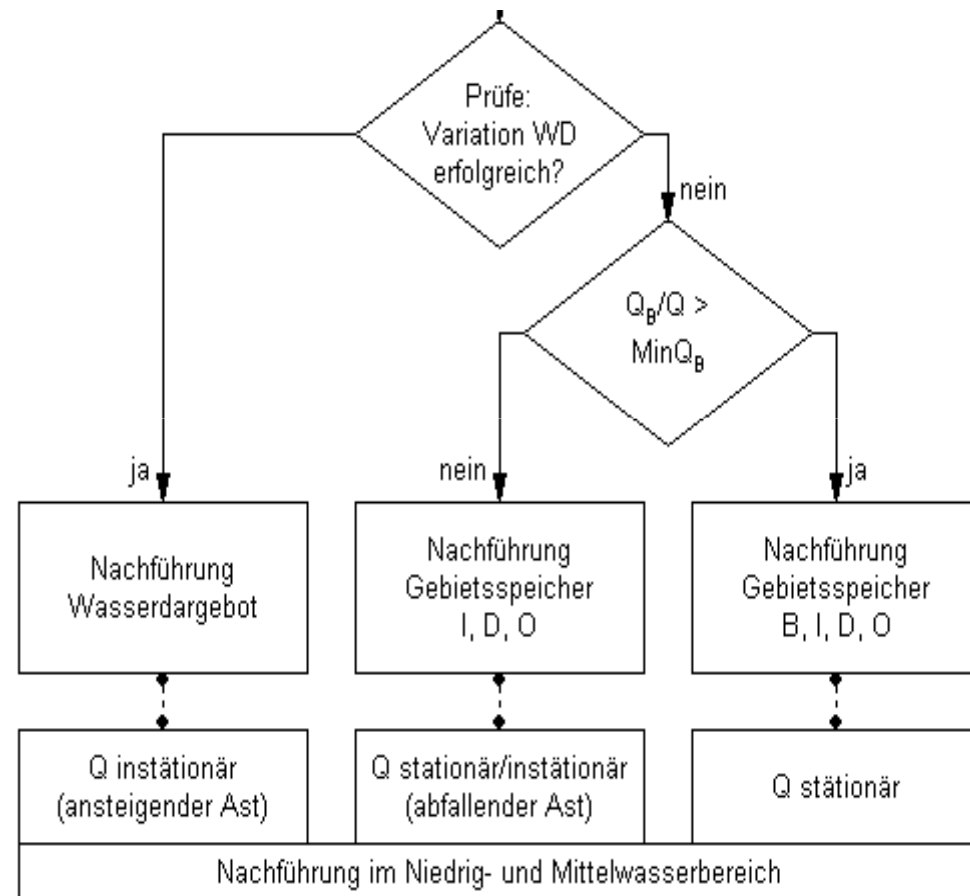
- Auswertezeitraum: 6h
- Check: gute Übereinstimmung durch WD-Faktor erzielbar?
 - ja: Optimierung WD-Faktor
 - nein: Nachführung der Speicherfüllungen von V_I , V_D , V_O



Modellnachführung

Niedrig- und Mittelwasser:

- Auswertezeitraum: 48h
- Änderung des Wasserdargebots erfolgreich?
- Check des Anteils des minimalen Basisabflusses am Gesamtabfluss
 - Basisabflussanteil > 90%:
Nachführung der Speicherfüllungen von V_B , V_I , V_D , V_O .
 - Basisabflussanteil < 90%:
Nachführung der Speicherfüllungen von V_I , V_D und V_O .



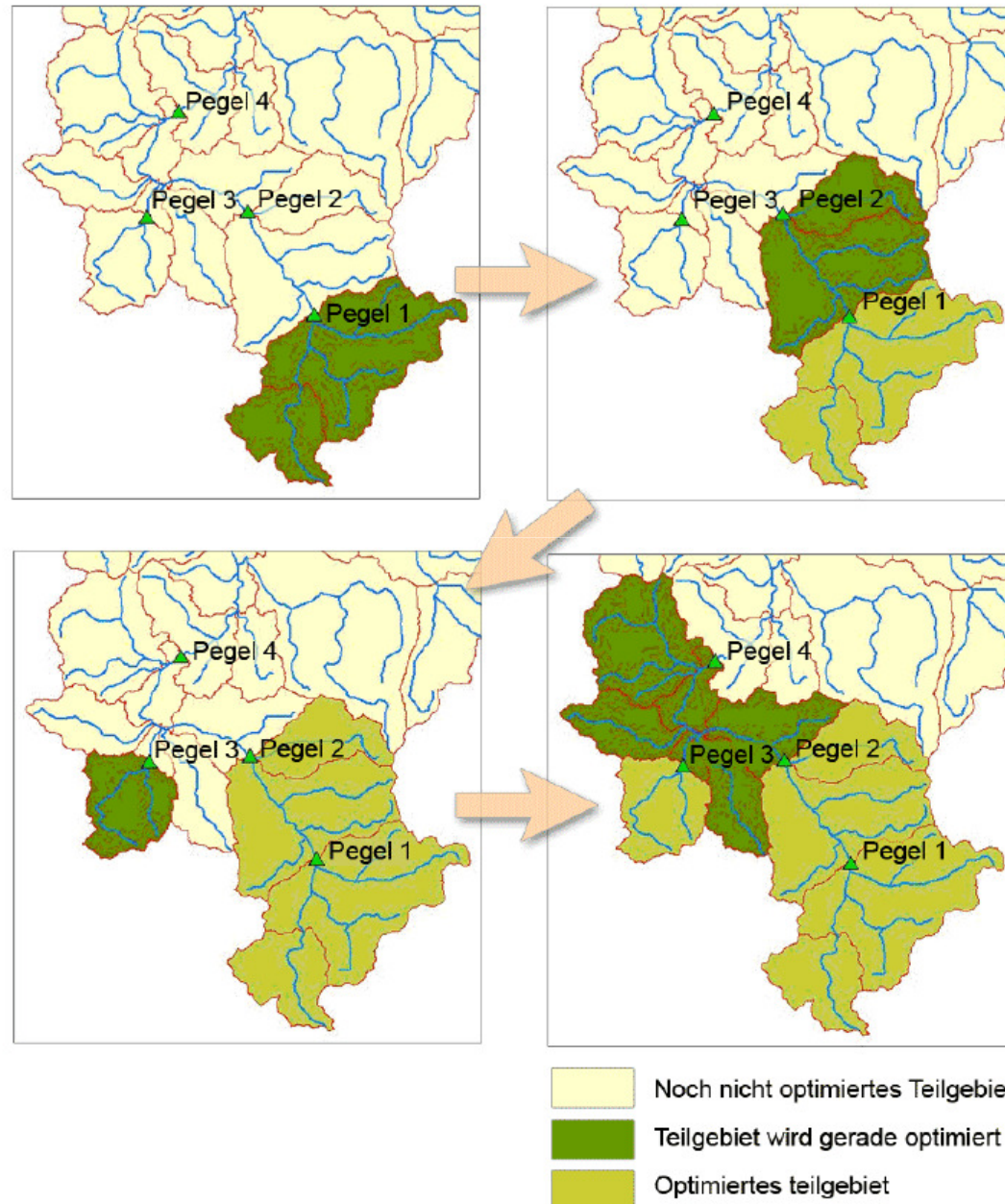
Modellnachführung

Grenzen der Nachführungsfaktoren:

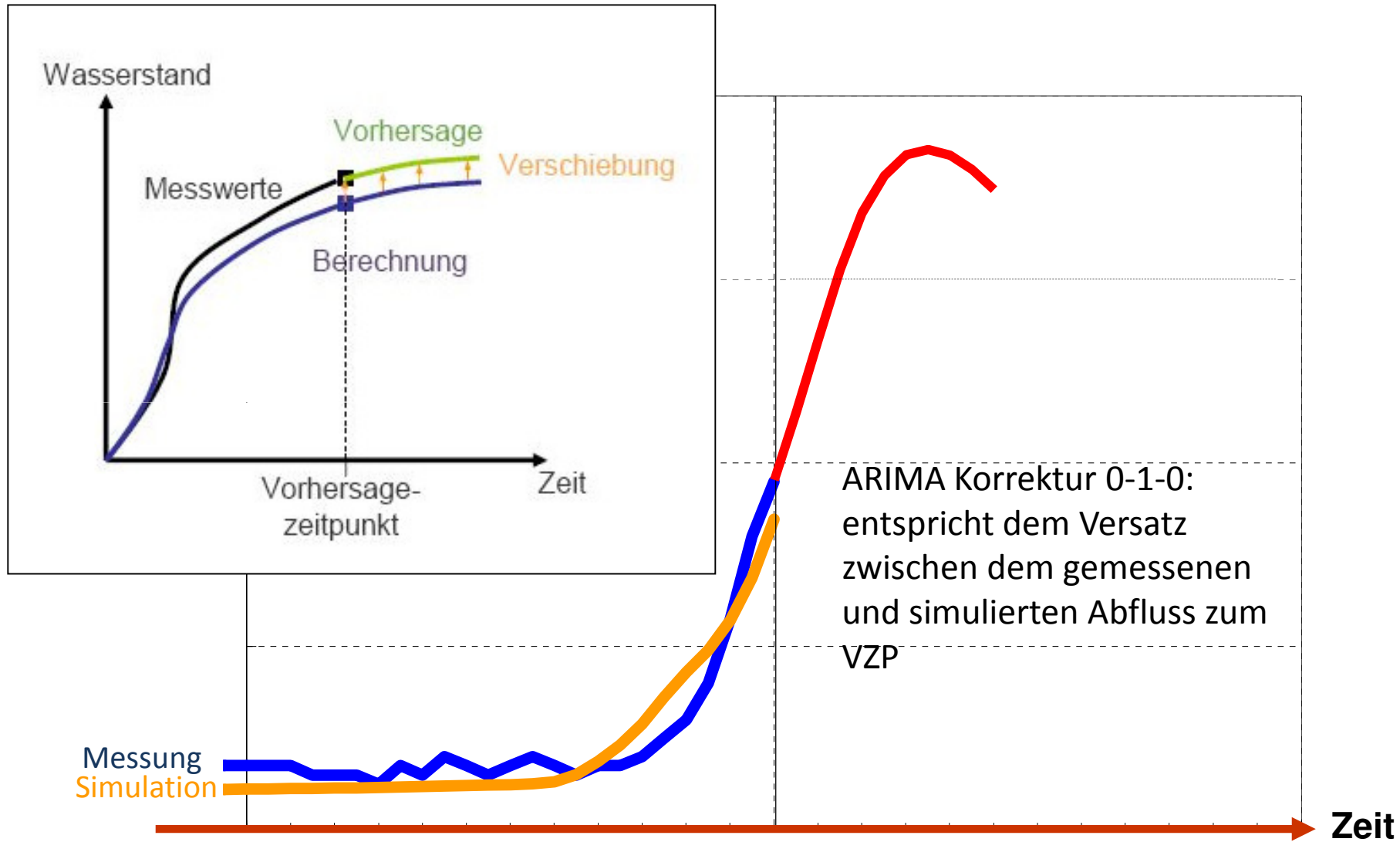
- Maximale Faktoren durch Benutzer im <tape10> definierbar
- Nachführungsfaktoren für die Überprüfung der Wirksamkeit der Wasserdargebotsnachführung: 0,001 und 10
- Nachführungsfaktoren Wasserdargebot: 0,5 bis 1,5
- Nachführungsfaktoren Speicher (V_I , V_D und V_O): 0,2 bis 5,0

Modellnachführung

- Optimierung pro Pegelkontrollbereich



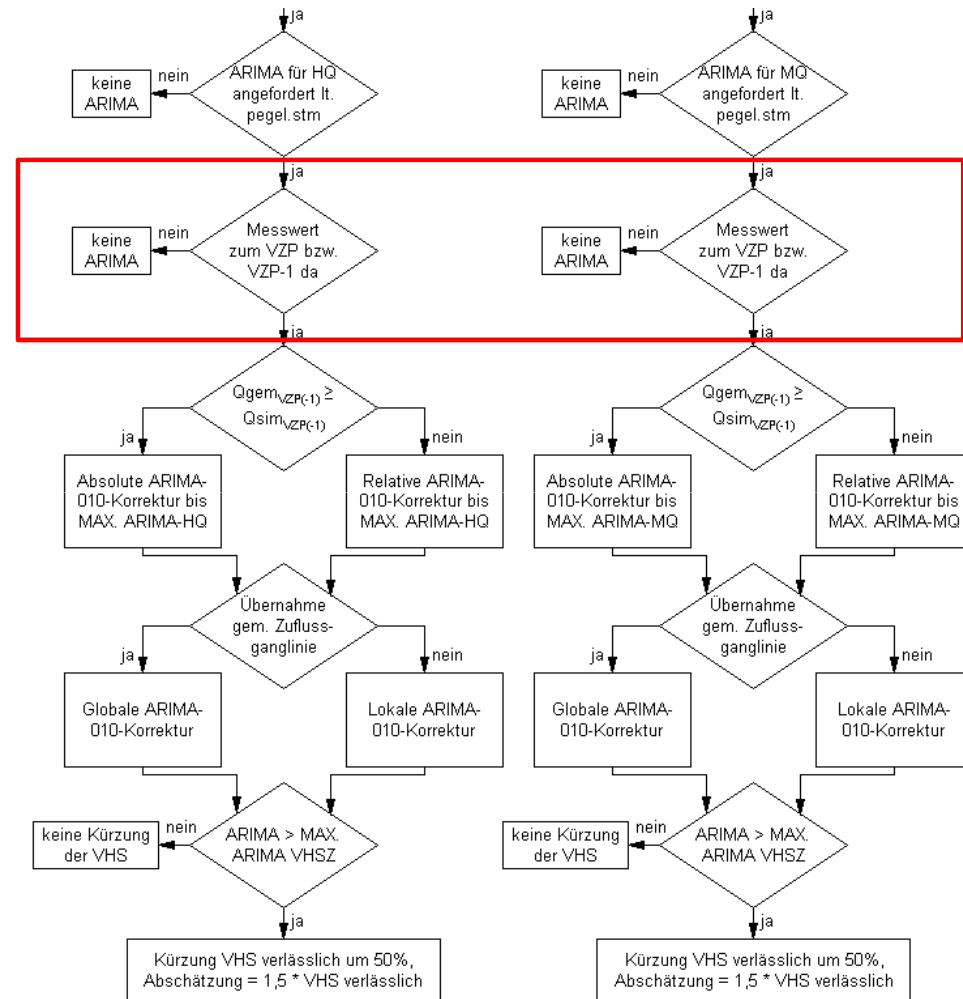
ARIMA Korrektur



ARIMA Korrektur

Mittel- und Hochwasserbereich

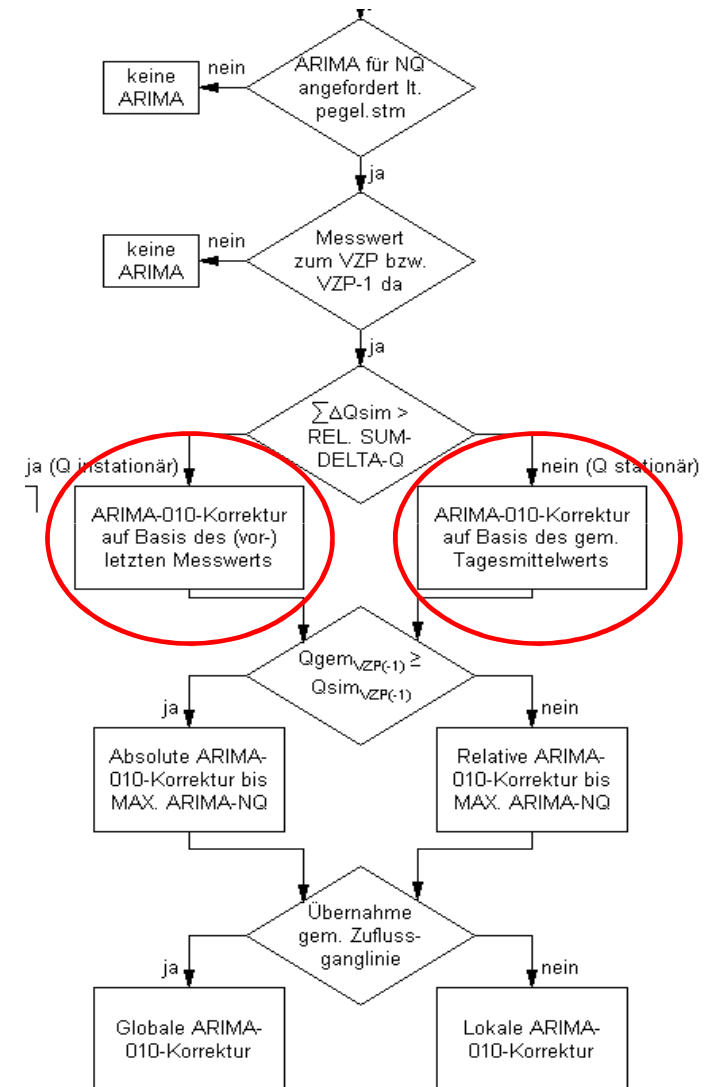
- Die ARIMA-Korrektur wird angewendet, wenn ein Abflusswert zu Beginn der Vorhersage vorhanden ist.
- Ist kein Wert für den aktuellen Abfluss vorhanden, wird der gemessene Wert des vorherigen Zeitschritts für die ARIMA 0-1-0 genutzt
- Sind auch für diesen Zeitschritt keine gemessenen Werte vorhanden, wird die ARIMA Korrektur für den jeweiligen Pegel nicht angewendet.



ARIMA Korrektur

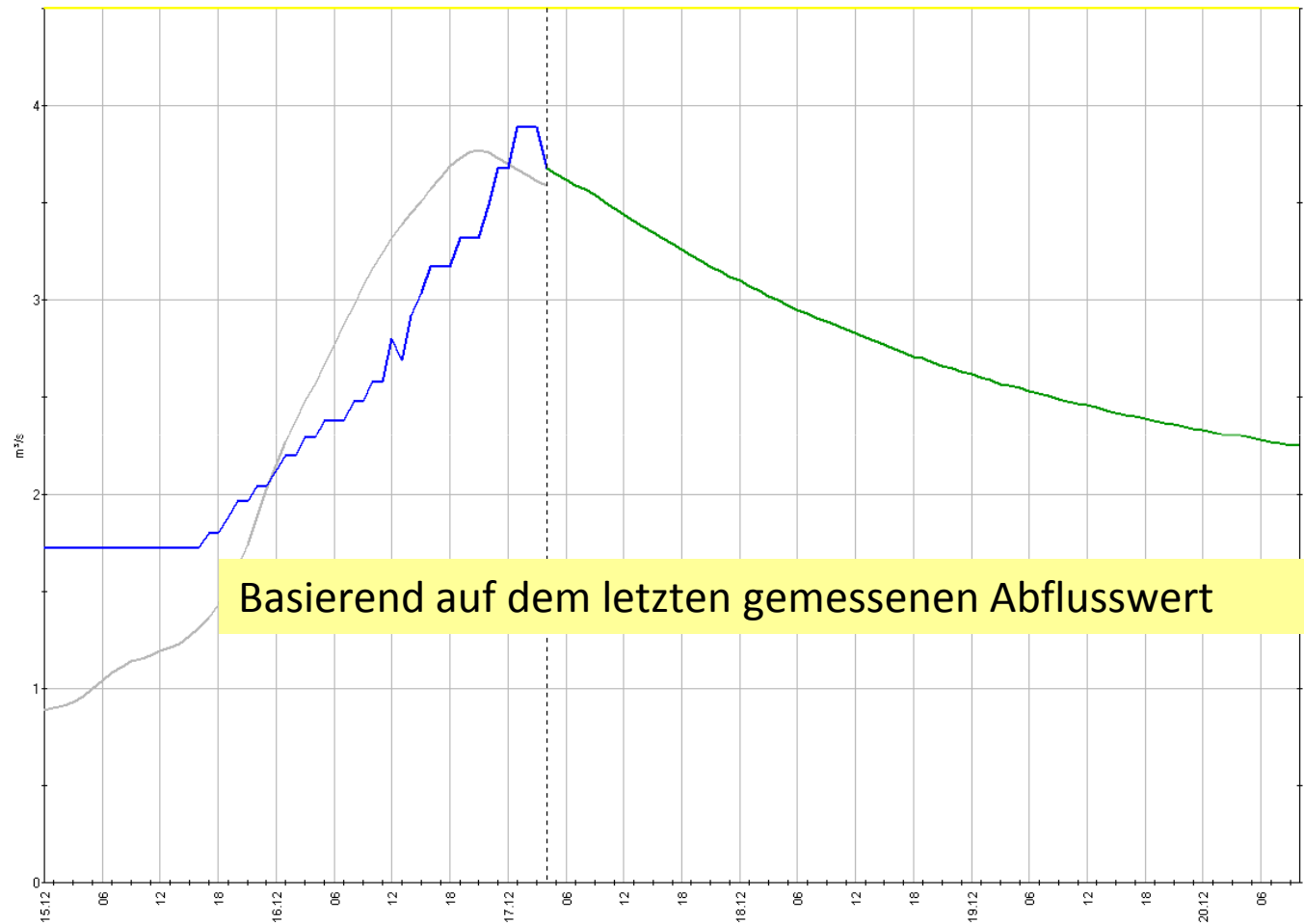
Niedrigwasser: - Spezialfall

- Prüfung ob die Abflussverhältnisse der letzten 24 Stunden vor dem Vorhersagezeitpunkt stationär oder instationär (z. Bsp. durch einen ansteigenden Abfluss zu Beginn des Niederschlagsereignisses) sind.
- Instationäre Niedrigwasser-Verhältnisse: die vorhergesagte Abflussganglinie wird zum Abflusswert zum VZP bzw. zu dem zuletzt gemessenen Wert verschoben.
- Stationäre Niedrigwasser-Verhältnisse: die vorhergesagte Abflussganglinie wird zum über die letzten 24 Stunden gemittelten Abflusswert verschoben. Dadurch werden kurzzeitige Abflussschwankungen (z.B. Staustufeneinfluss) nicht berücksichtigt und somit die Niedrigwasservorhersage verbessert



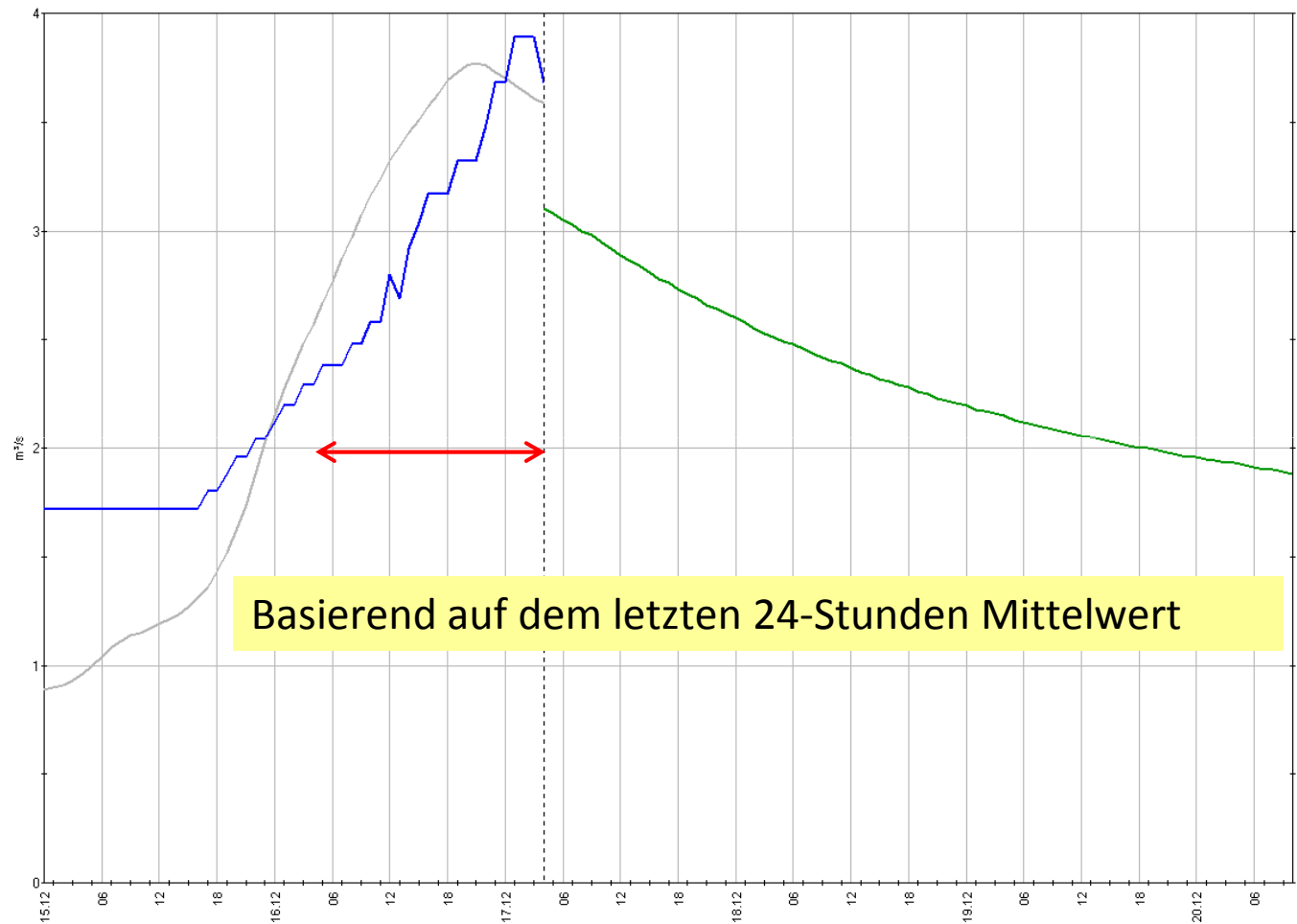
ARIMA Korrektur

Echtershausen / Prüm



ARIMA Korrektur

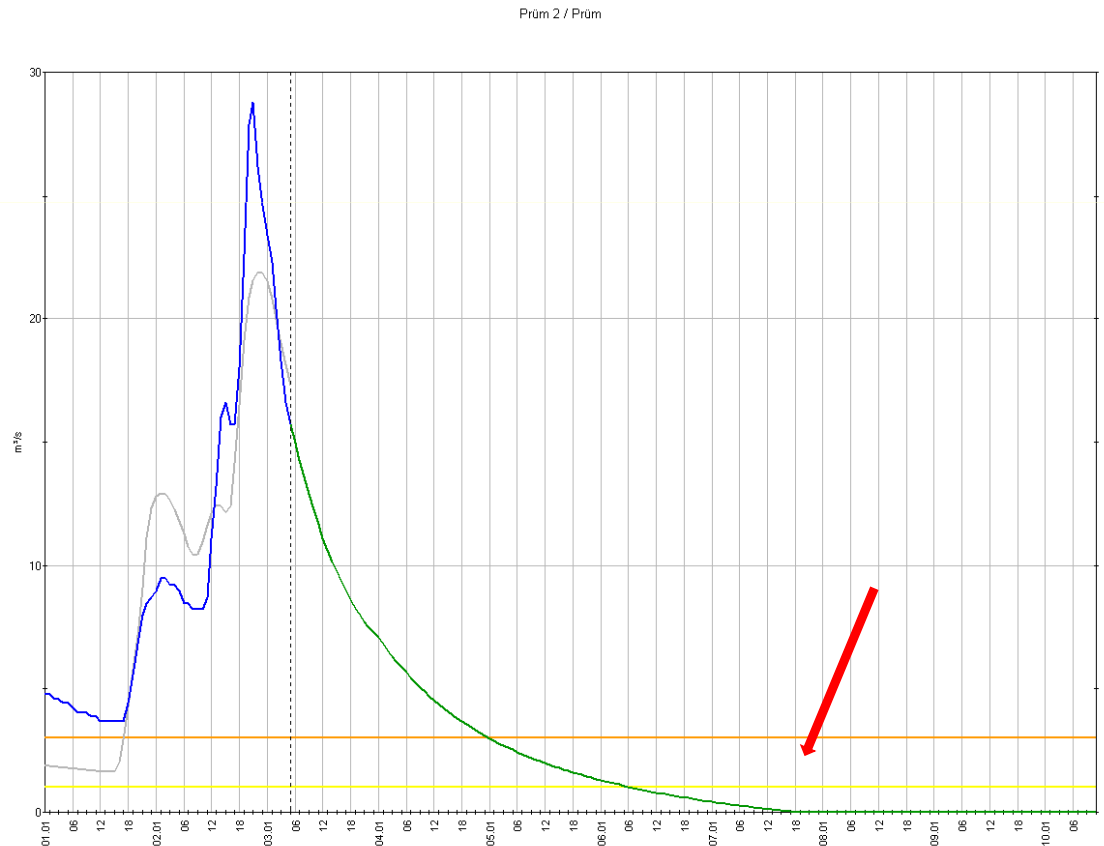
Echtershausen / Prüm



ARIMA Korrektur

Flexible Korrektur:

ARIMA-Korrekturen, bei denen die Abflusskurven um einen konstanten Wert für den Vorhersagezeitraum verschoben werden, können zu unrealistischen Abflusswerten führen, vor allem bei langfristigen Vorhersagen.



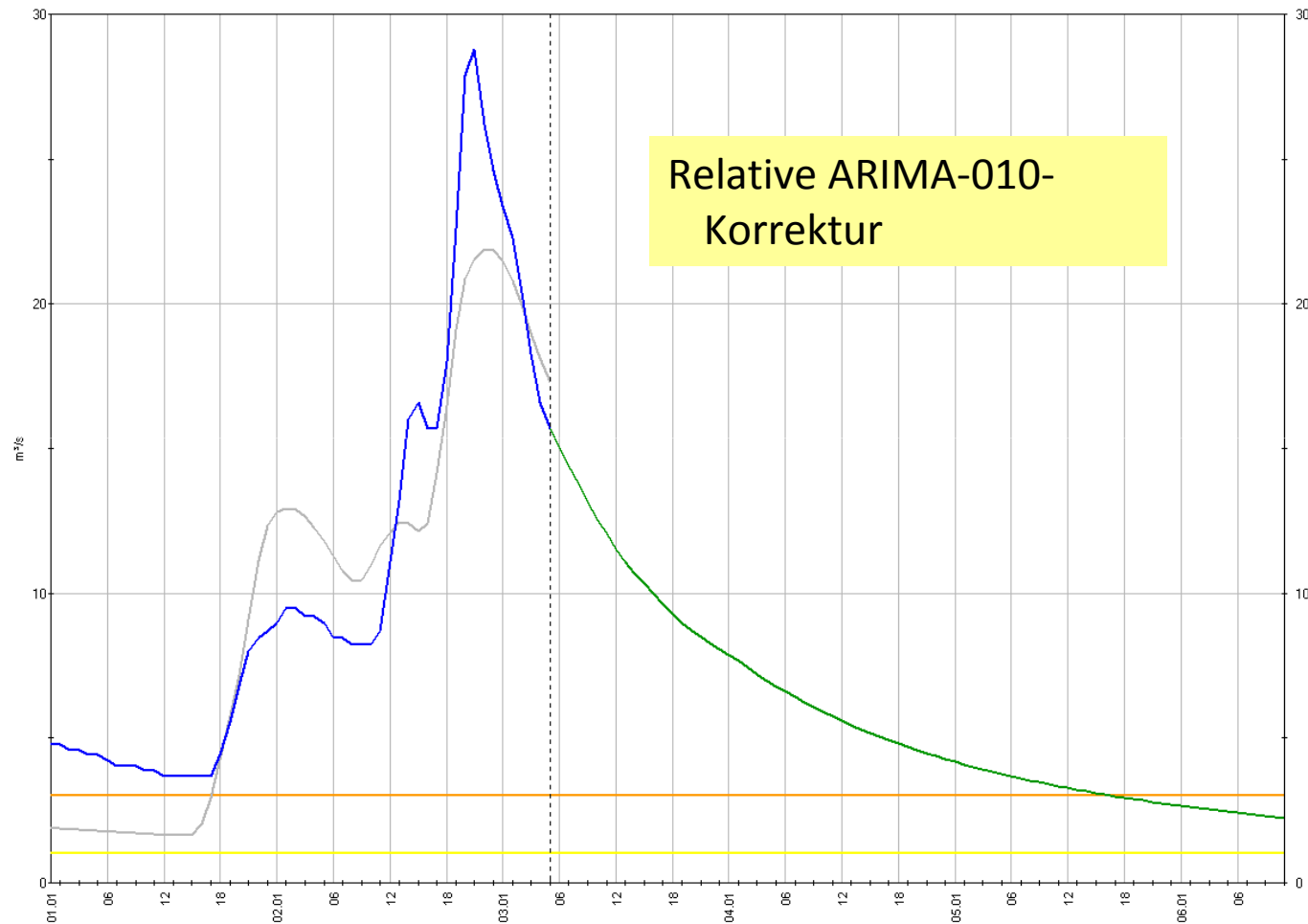
ARIMA Korrektur

Flexible Korrektur:

- Daher kann, je nach Abflussverhältnis, eine relative oder eine absolute Korrektur durchgeführt werden:
 - **Absolute Korrektur:** der zum VZP simulierte Abflusswert ist geringer als der gemessene Abflusswert: die Differenz ist positiv und der Korrekturfaktor berechnet sich aus der absoluten Differenz zwischen gemessenem und simuliertem Abfluss zum VZP
 - **Relative Korrektur:** der zum VZP simulierte Abflusswert ist größer als der vorhergesagte Abflusswert. Damit ist die Differenz negativ und eine relative Korrektur wird angewendet. Jeder Vorhersagewert wird um die relative prozentuale Differenz bezogen auf die ursprünglichen Werte verschoben.

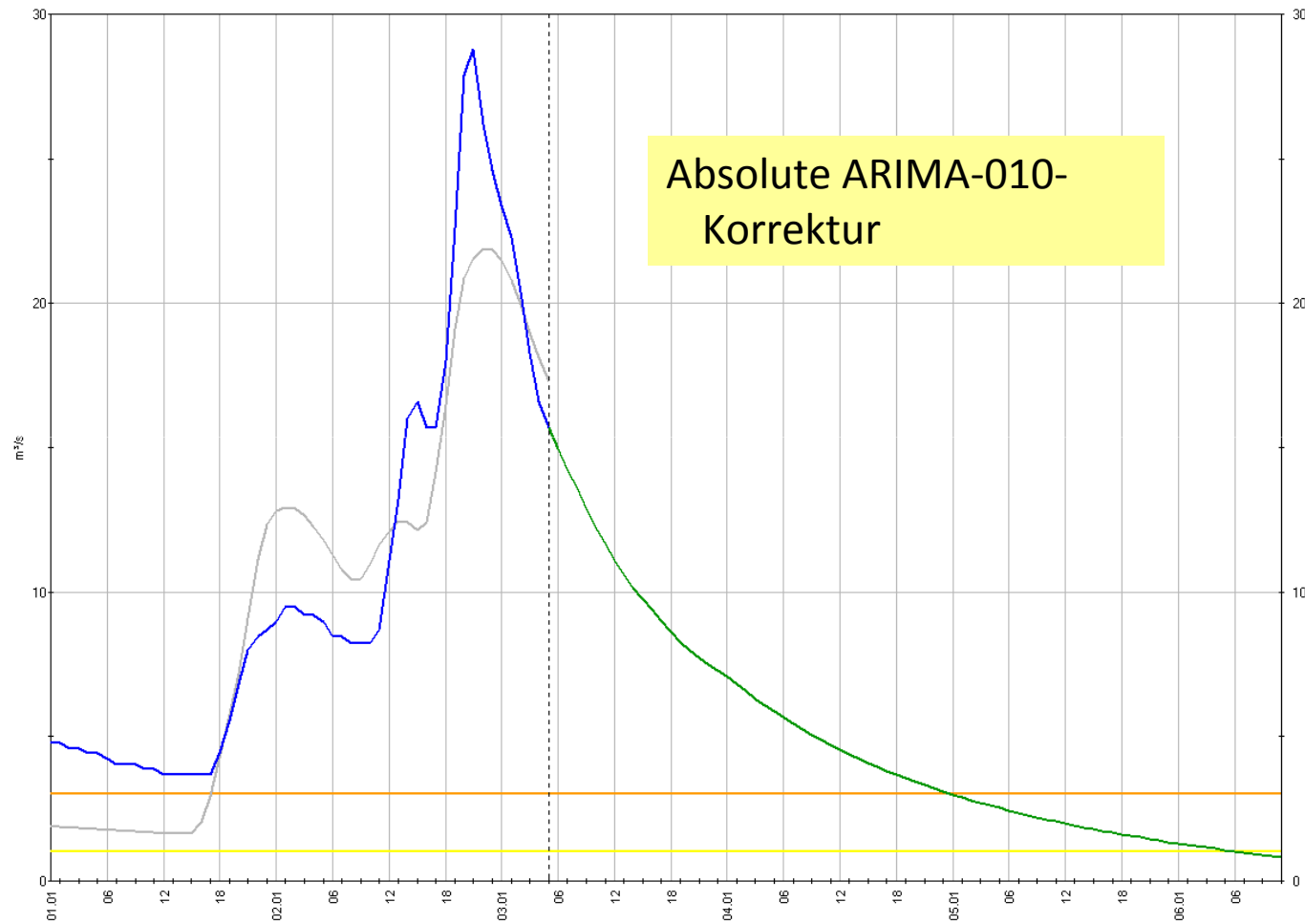
ARIMA Korrektur

Prüm 2 / Prüm



ARIMA Korrektur

Prüm 2 / Prüm



ARIMA Korrektur

Gültiger Abflussbereich:

- **Globale Korrektur:** gemessener Abfluss ist plausibel: wird eine ARIMA-Korrektur angewendet, wird die vorhergesagte, ARIMA-korrigierte Abflussganglinie für die Berechnung des stromabwärts gelegenen Pegelkontrollbereichs berücksichtigt.

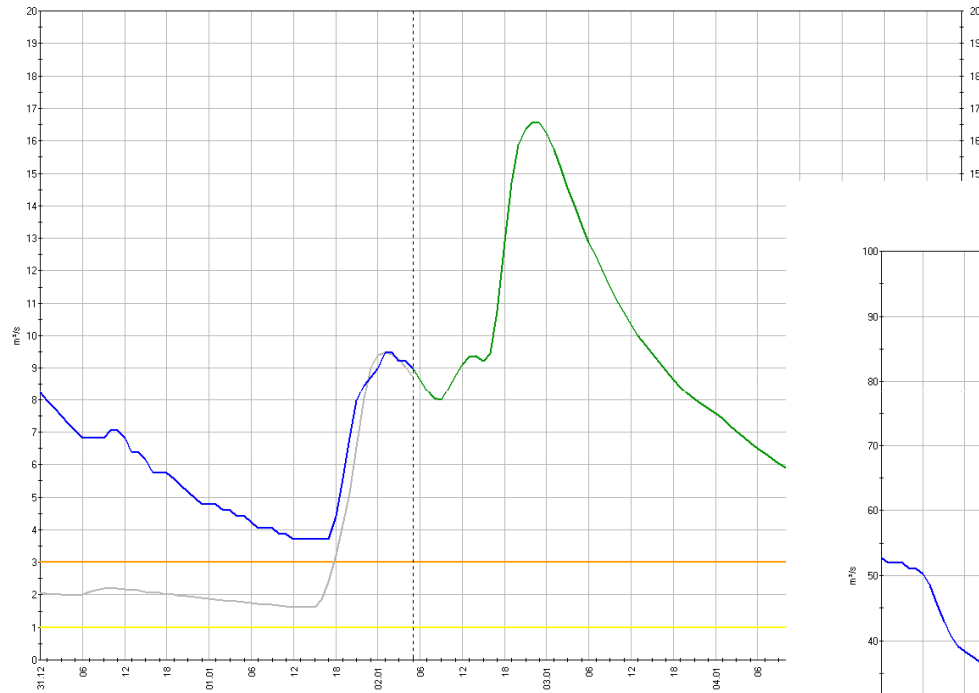
```
=====
Element  GMD  IPRIN  NQ-Bereich  NQM  MQ-Bereich  MQH  HQ-Bereich
          Gem Opt Ari          Gem Opt Ari          Gem Opt Ari
=====
-20006  'CONT'  ' ' ' ' 'J' 'N' 'J'  1  4.2  'J' 'N' 'J'  1  16.2  'J' 'N' 'J'  1
-20634  'ALTH'  ' ' ' ' 'J' 'J' 'J'  1  3.2  'J' 'J' 'J'  1  13.9  'J' 'J' 'J'  1
-20768  'EINO'  ' ' ' ' 'J' 'J' 'J'  1  3.2  'J' 'J' 'J'  1  13.9  'J' 'J' 'J'  1
-20945  'OTTW'  ' ' ' ' 'J' 'J' 'N'  1  1.3  'J' 'J' 'N'  1  6.8  'J' 'J' 'N'  1
```

pegel.stm

ARIMA Korrektur

Globale Korrektur

Prüm 2 / Prüm

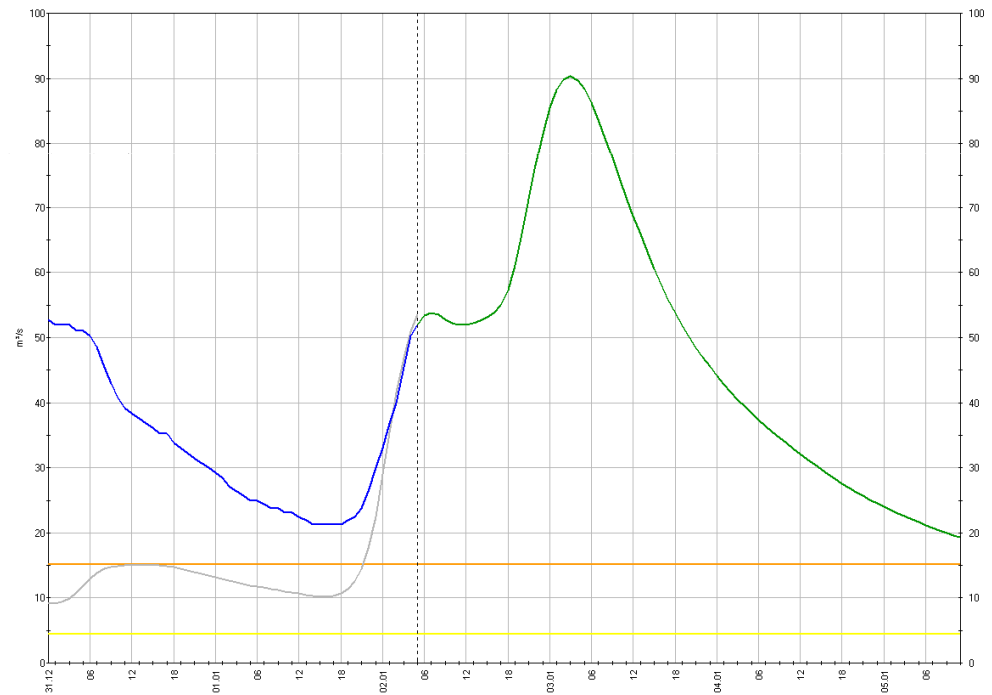


Oberliegerpegel

— Vorhersage — Messung — Simulation
— MQH — NQM

Untерliegerpegel

Echtershausen / Prüm



ARIMA Korrektur

Gültiger Abflussbereich:

- **Lokale Korrektur:** gemessener Abfluss ist nicht plausibel: eine lokale ARIMA-Korrektur wird durchgeführt, d.h. die nicht ARIMA-korrigierte simulierte Abflussganglinie dient als Zuflussganglinie zum nächsten Pegelkontrollbereich, obwohl die ARIMA-korrigierte Abflussganglinie angezeigt wird. Die lokale ARIMA-Korrektur beeinflusst somit nicht das Simulationsergebnis für den Unterliegerpegel.

```
=====
.GMD . . . IPRIN . . . NQ-Bereich . . . NQM . . . . . MQ-Bereich . . . MQH . . . . . HQ-Bereich
. . . . . Gem Opt Ari . . . . . Gem Opt Ari . . . . . Gem Opt Ari
=====

'CONT' . . . . . (N) 'N' 'J' . . 1 . . . 4.2 . . 'J' 'N' 'J' . . 1 . . 16.2 . . (N) 'N' 'J'
'ALTH' . . . . . 'J' 'J' 'J' . . 1 . . . 3.2 . . 'N' 'J' 'J' . . 1 . . 13.9 . . 'N' 'J' 'J'
'EINO' . . . . . 'J' 'J' 'J' . . 1 . . . 3.2 . . 'J' 'J' 'J' . . 1 . . 13.9 . . 'J' 'J' 'J'
'OTTW' . . . . . 'J' 'J' 'N' . . 1 . . . 1.3 . . 'J' 'J' 'N' . . 1 . . 6.8 . . 'J' 'J' 'N'
```

pegel.stm

ARIMA Korrektur

Lokale Korrektur

