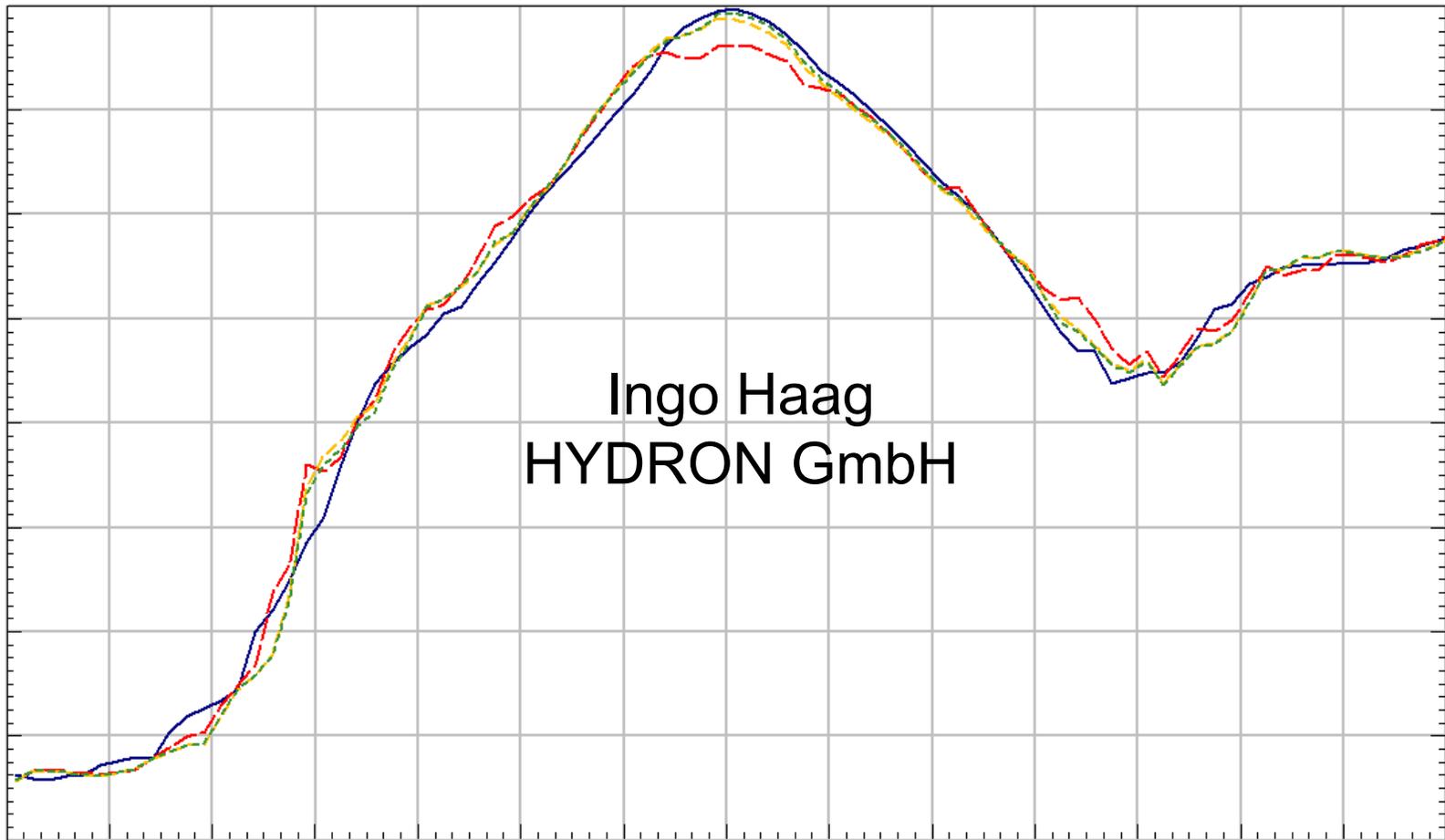


Vergleichende Hochwasser-Vorhersagetests für das Neckargebiet



Vergleichende Hochwasser-Vorhersagetests für das Neckargebiet

Inhalt:

- (1) Einführung: Ausgangslage und Ziele
- (2) Vorgehen und Methoden
- (3) Ergebnisse
- (4) Zusammenfassung und Folgerungen

Für die Hochwasser-Vorhersage im Neckargebiet sind drei Modelle verfügbar:

- FGMOD
- (altes) WHM 3 Q-Komponenten
- (neues) WHM 4 Q-Komponenten

→ Fragestellung:

Welches der drei verfügbaren Modelle liefert die besten Hochwasser-Vorhersagen?

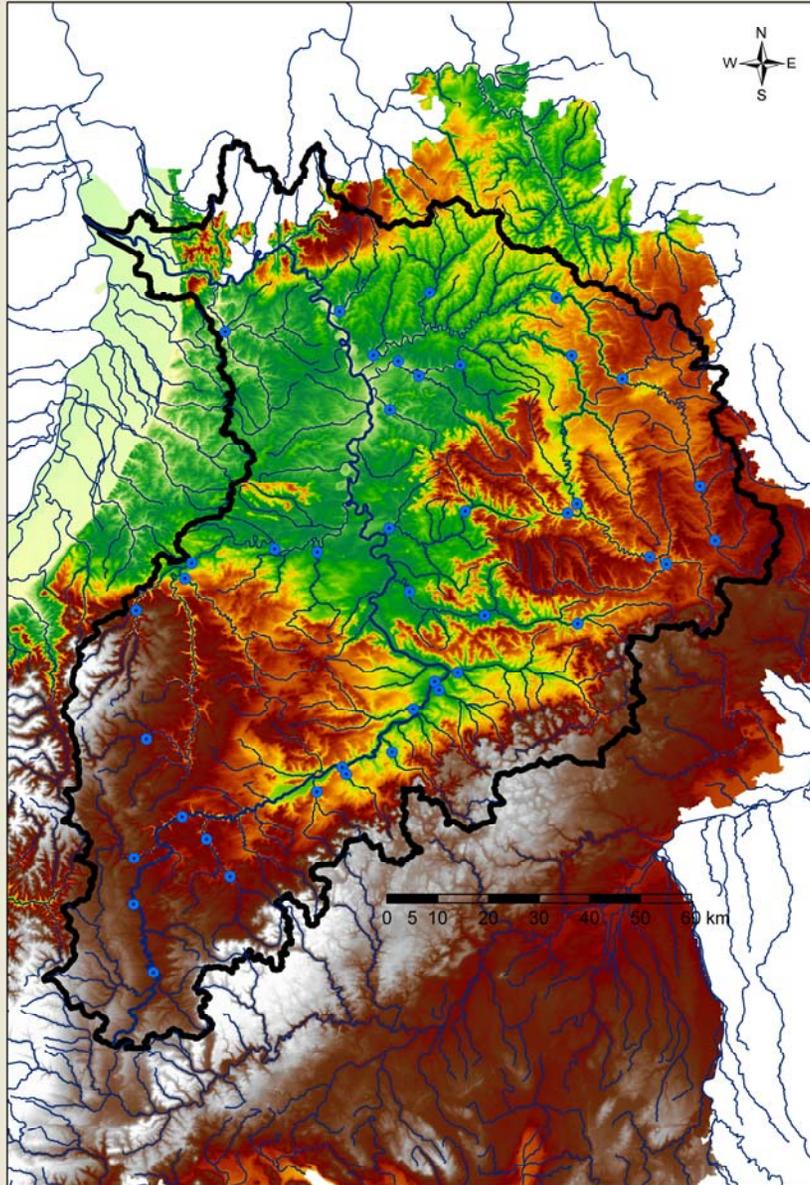
Grundsätzliche Ziele:

- Ableiten einer allgemeinen Methode zum quantitativen Vergleich von Vorhersagemodellen.
- Konnte mit den Modellweiterentwicklungen eine Verbesserung der Vorhersagequalität erzielt werden?
- Besteht weiterer modelltechnischer Verbesserungsbedarf beim aktuellsten Modell?

Fallspezifische Ziele:

- Prüfen des aktuellen Modells vor Übernahme in operationellen Betrieb.
- Identifikation von Pegeln mit Problemen.

Einführung: Neckargebiet



14 000 km²

über 5 Mio. Einwohner

➔ Wichtig für HW-Schutz

Typische
Mittelgebirgslandschaft

Unterschiedliche
Regionen

➔ Repräsentativ

48 HW-Pegel in Modellen

FGMOD: Ereignisbezogen, nur Hochwasser

WHM: Kontinuierlich Hoch- und Niedrigwasser

Veränderungen (neues) WHM 4 Q-Komp
gegenüber (altem) WHM 3 Q-Komp:

- Vier Abflusskomponenten
(Boden- + Gebietsspeicher)
- Weiterentwickeltes Schneemodell
- Vertikaler Durchlässigkeitsbeiwert
- Neuer „Gerinneschätzer“
- Externe dV/dQ -Beziehungen (Kocher, Jagst)
- Zusätzliche HRB

Vorgehen: Vorhersagetests

- Vorhersagetests unter quasi-operationellen Bedingungen, mit Messdaten für Niederschlag und Klima im VZR.
- Bei schneebeeinflussten Ereignissen: Für FGMOD Übernahme der Schneedaten aus WHM 4 Q-Komp.
- Vorhersagetests für 8 Hochwasser (1997 – 2008).
- Stündlich aktualisierte Vorhersagen über 24 Stunden
→ Σ 728 Vorhersagen für 48 Pegel.

Vorgehen: Übersichtsauswertung

- Für alle
- 48 Pegel
 - 3 Modelle
 - 7 VHS-Dauern

Mittlere prozentuale Abweichung der VHS-Werte von den Messwerten

$$\frac{100}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|Q_{gem_i} - Q_{vhs_i}|}{|Q_{vhs_i}|}$$

für $Q_{vhs_i} > 2/3 \text{ MHQ}$

- GMD_VHS_GUETE (angepasst).
- Vergleich der VHS-Werte mit Messwerten.
- Auswertung von 7 VHS-Dauern:
1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 Std.
- Statistische Auswertung nur für $Q_{vhs} > 2/3 \text{ MHQ}$
(Vergleichsauswertung mit $Q_{vhs} > \text{MHQ}$)

Vorgehen: Detailauswertung

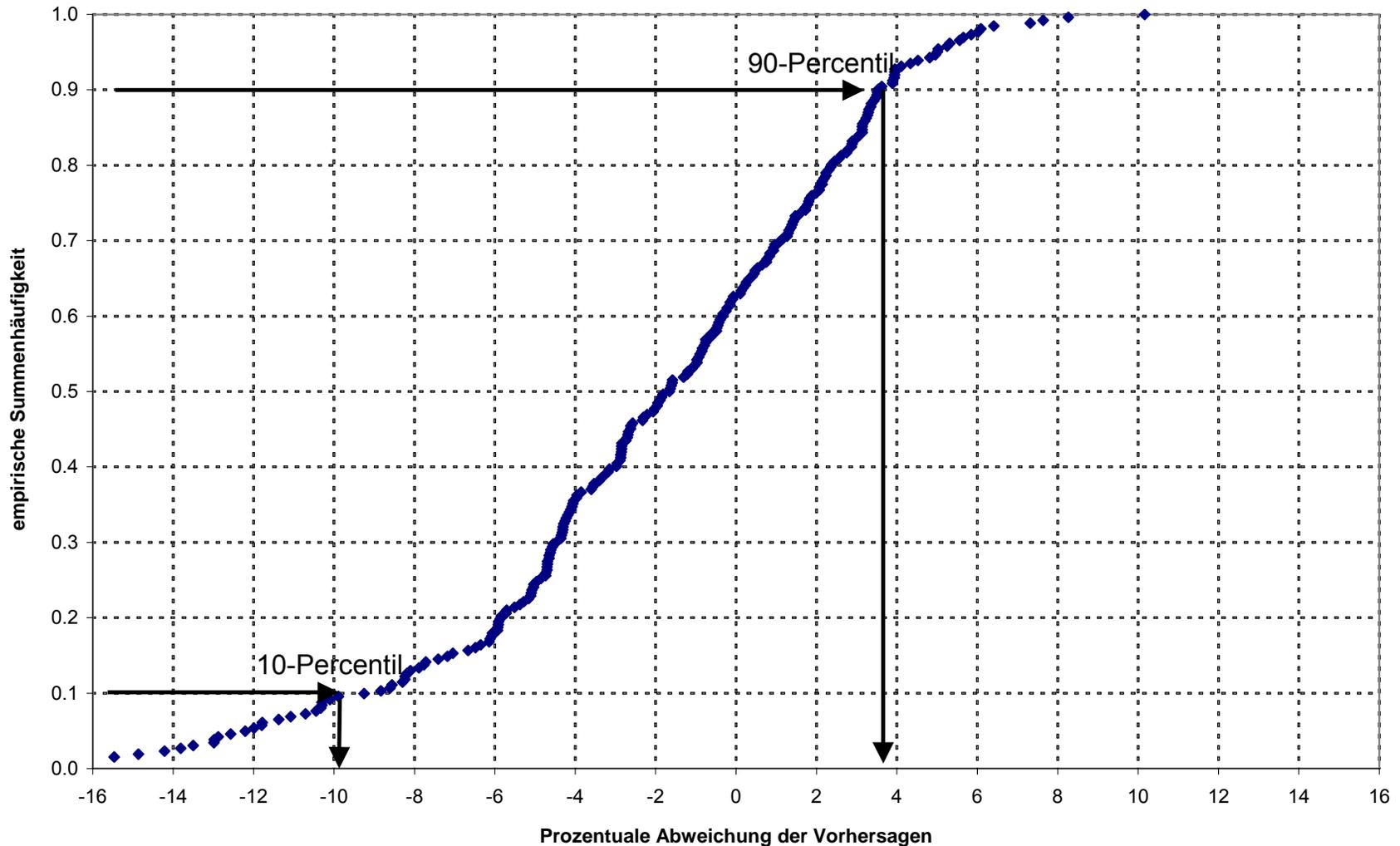
- Für
- 10 Pegel
 - 3 Modelle
 - 7 VHS-Dauern

Visueller Vergleich zwischen zusammengesetzten VHS-Ganglinien und gemessenen Ganglinien.

Darstellung des VHS-Unsicherheitsbereichs als Funktion der VHS-Dauer.

Vorgehen: Detailauswertung

Ermittlung des Unsicherheitsbereichs anhand der empirischen Fehlerverteilung:



Ergebnisse: Übersichtsauswertung

Bei 9 Pegeln weniger als 50 Wertepaare

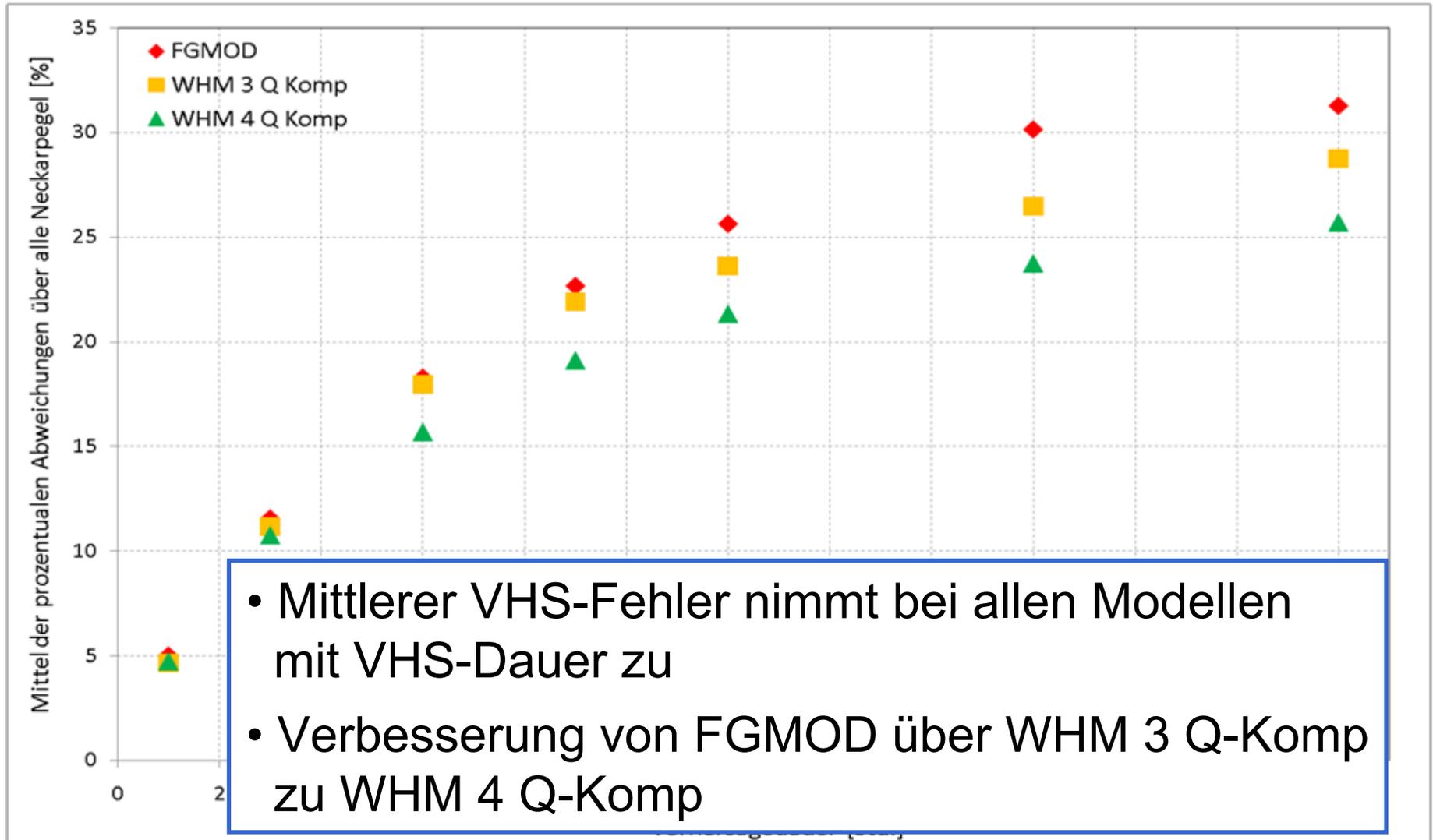
→ Statistische Auswertung von 39 Pegeln
mit n ca. 200 - 300

Mittel über alle 39 Pegel und 7 VHS-Dauern:

Modell	Mittlere Fehler über alle Pegel und VHS-Dauern	Anzahl Pegel, die im Mittel am besten abschneiden
FGMOD	15,8 %	6
WHM 3 Q-Komp	14,1 %	10
WHM 4 Q-Komp	13,0 %	23

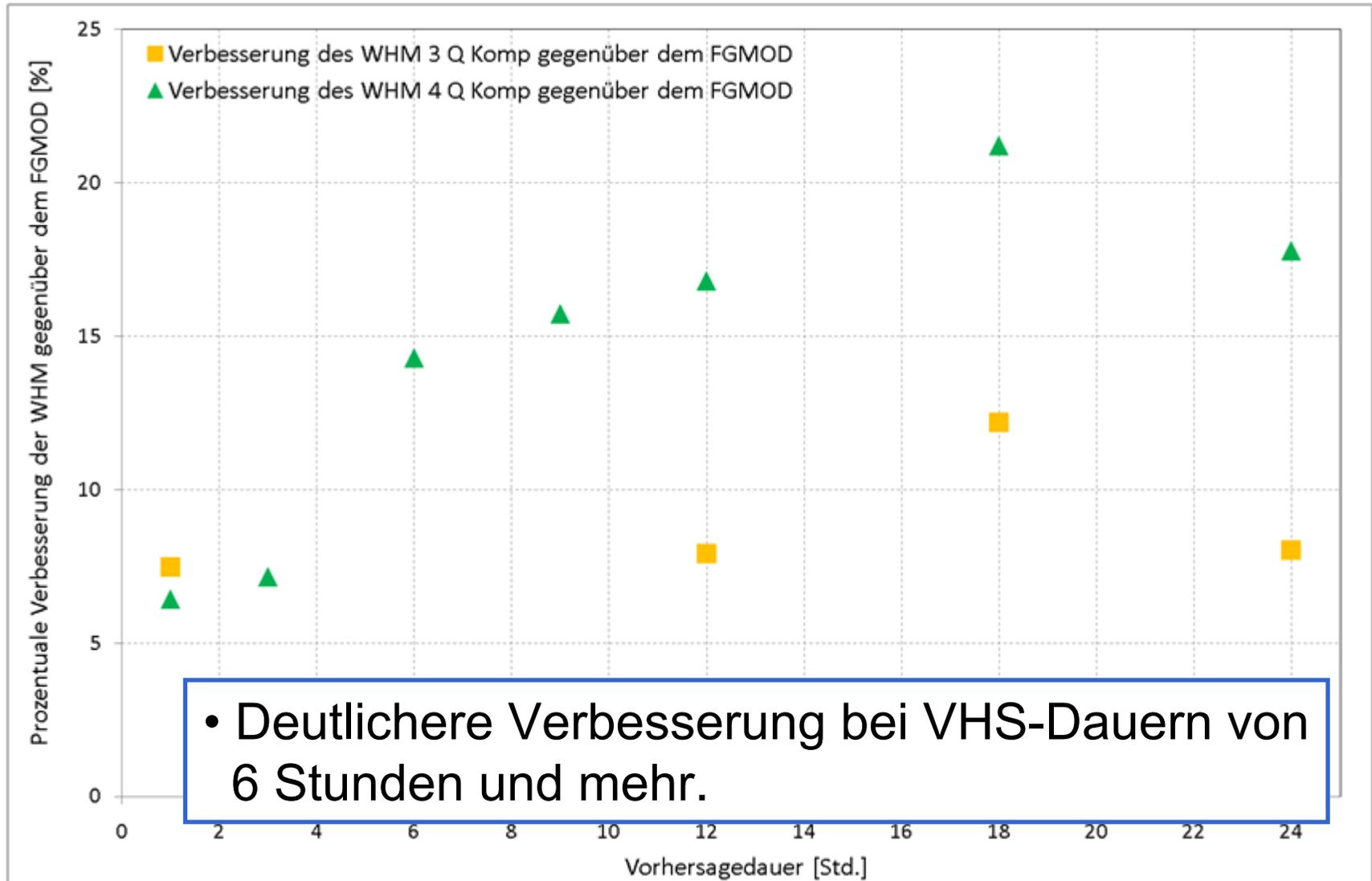
Ergebnisse: Übersichtsauswertung

Im Mittel über alle 39 Pegel als Funktion der VHS-Dauer:



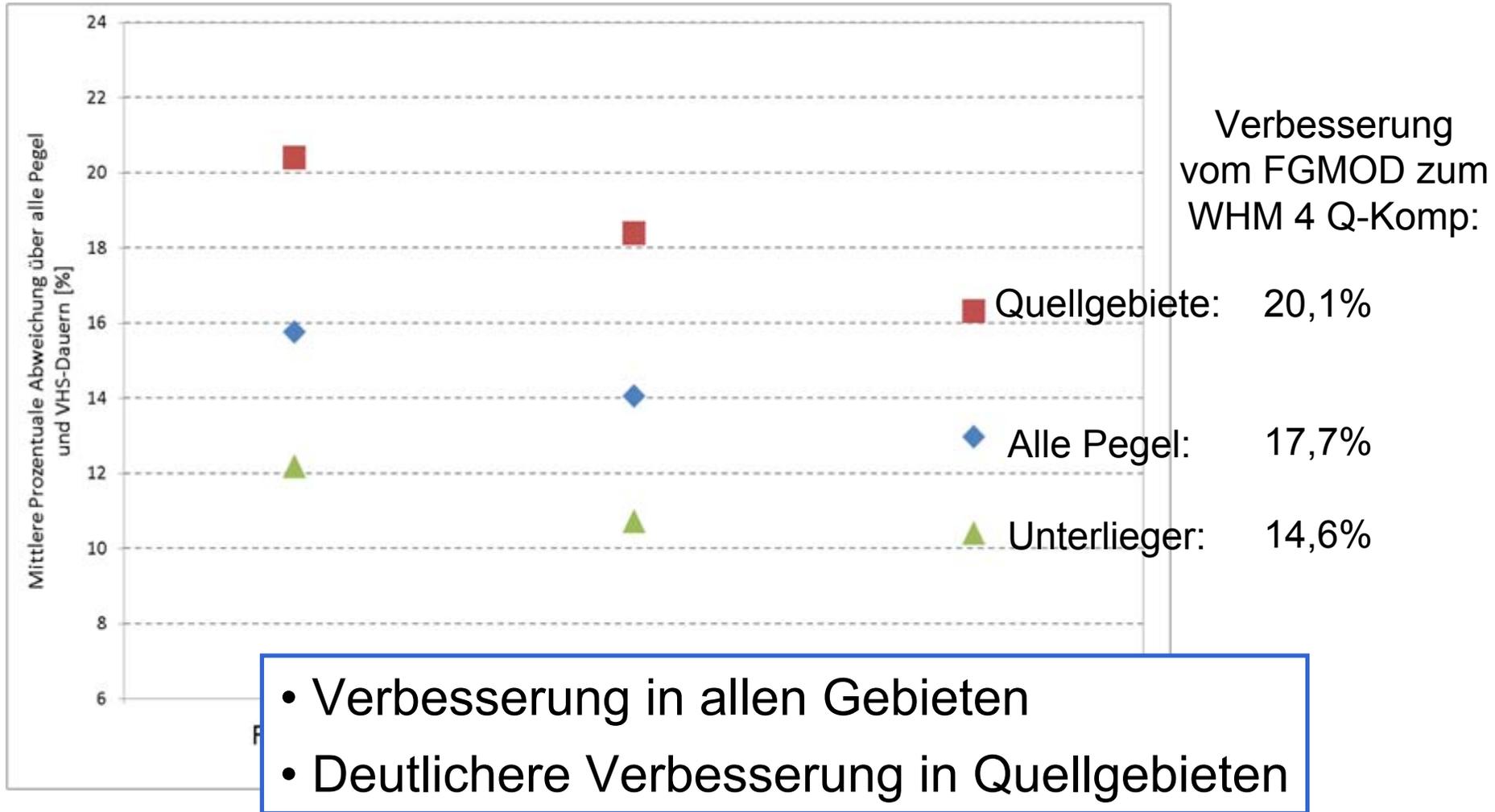
Ergebnisse: Übersichtsauswertung

Relative Verbesserung als Funktion der VHS-Dauer:



Ergebnisse: Übersichtsauswertung

Differenzierung nach Quell- und Unterliegergebieten:



Ergebnisse: Übersichtsauswertung

Pegel	Modell	Vorhersagedauer [Std.]							Mittel
		1	3	6	9	12	18	24	
Rottweil	FGMOD	5,7	14,8	27,4	31,8	35,6	36,5	36,9	23,7
	WHM 3 Q-Komp	2,6	8,0	12,5	16,7	18,6	21,4	24,2	12,5

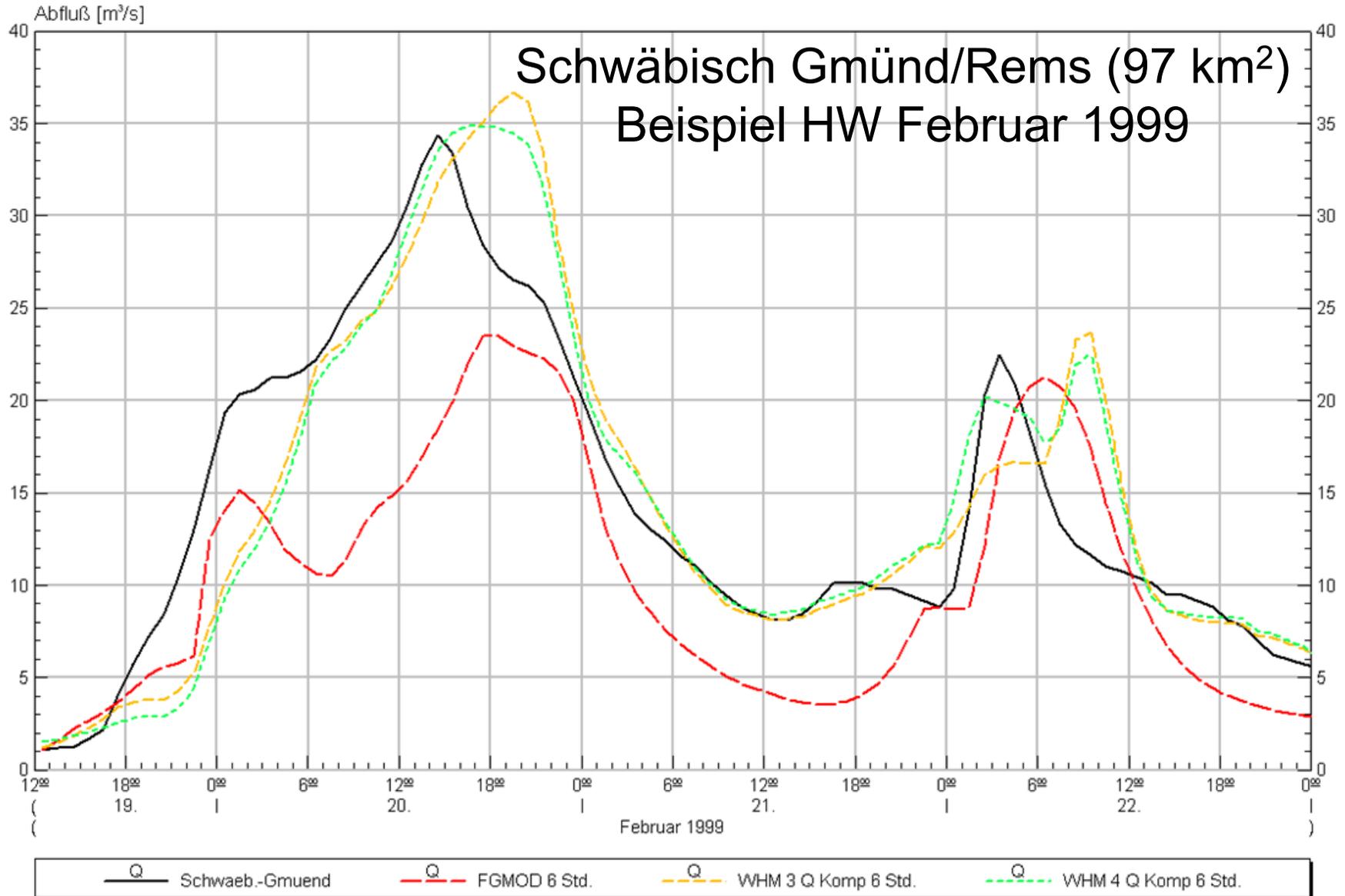
Auch bei separater Betrachtung einzelner Pegel und VHS-Dauern:

- Zumeist Verbesserung der Vorhersagequalität vom FGMOD über WHM 3 Q-Komp zum WHM 4 Q-Komp
- Aber Ausnahmen an einzelnen Pegeln bzw. Regionen
 - ➔ Gezielte Identifikation der Ursachen und Behebung an den betroffenen Pegeln

Ergebnisse durch Vergleichsauswertung mit $Q_{vhs} > MHQ$ bestätigt.

HD-Karlstor Neckar	FGMOD	1,0	2,2	3,4	4,7	6,1	14,0	17,2	6,5
	WHM 3 Q-Komp	1,1	2,1	2,9	3,9	4,9	8,4	10,3	4,3
	WHM 4 Q-Komp	1.1	2.3	3.2	4.1	4.9	7.5	9.4	4.2

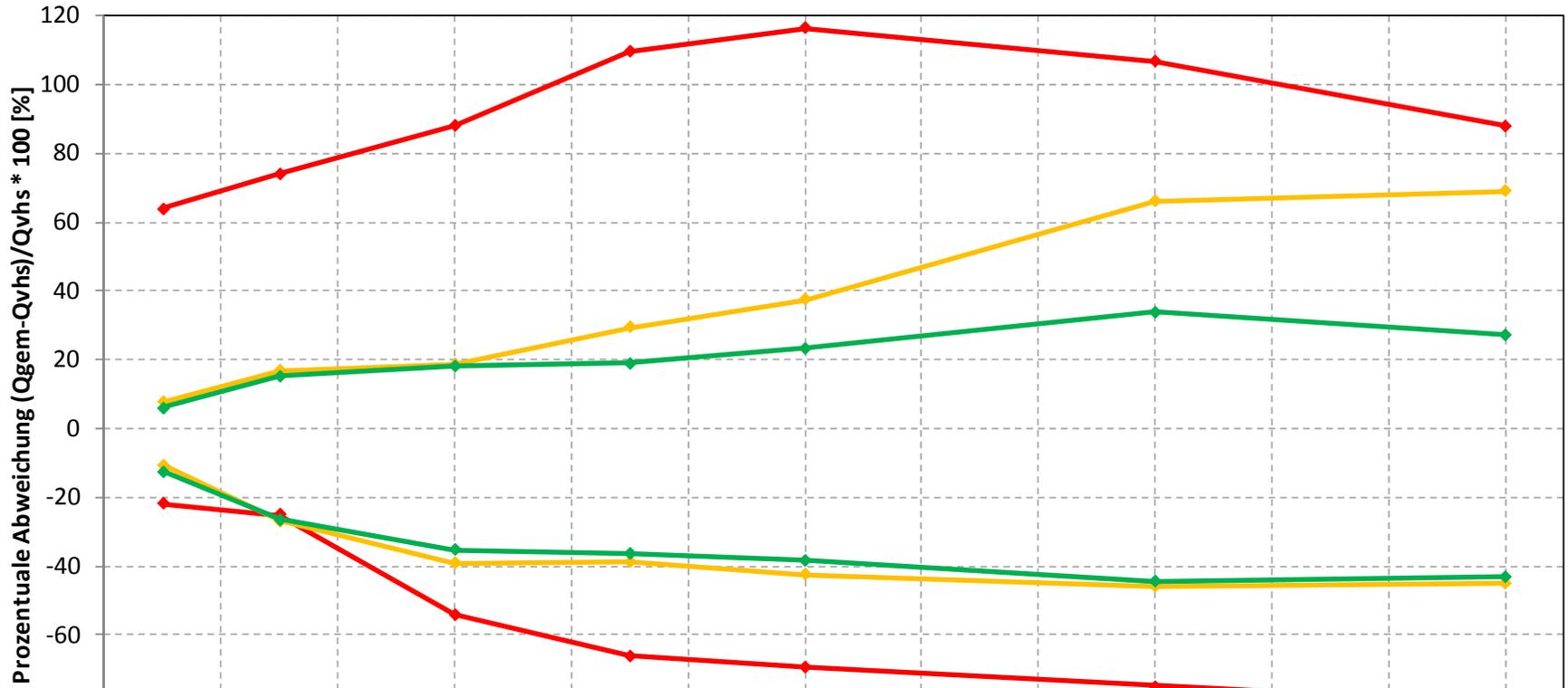
Ergebnisse: Detailauswertung



Ergebnisse: Detailauswertung

Schwäbisch Gmünd/Rems

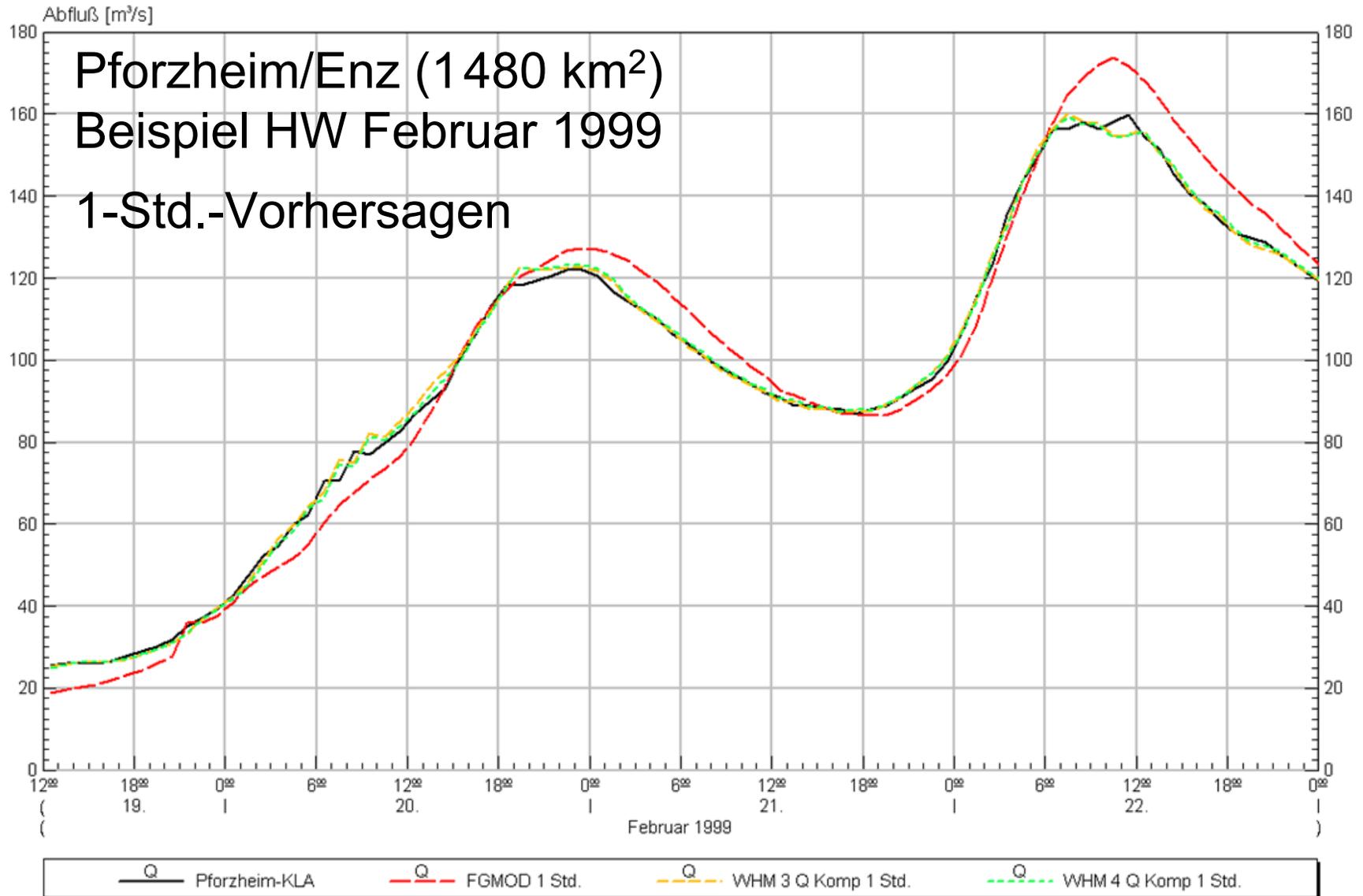
10- und 90-Perzentil der empirischen Fehlerverteilungen



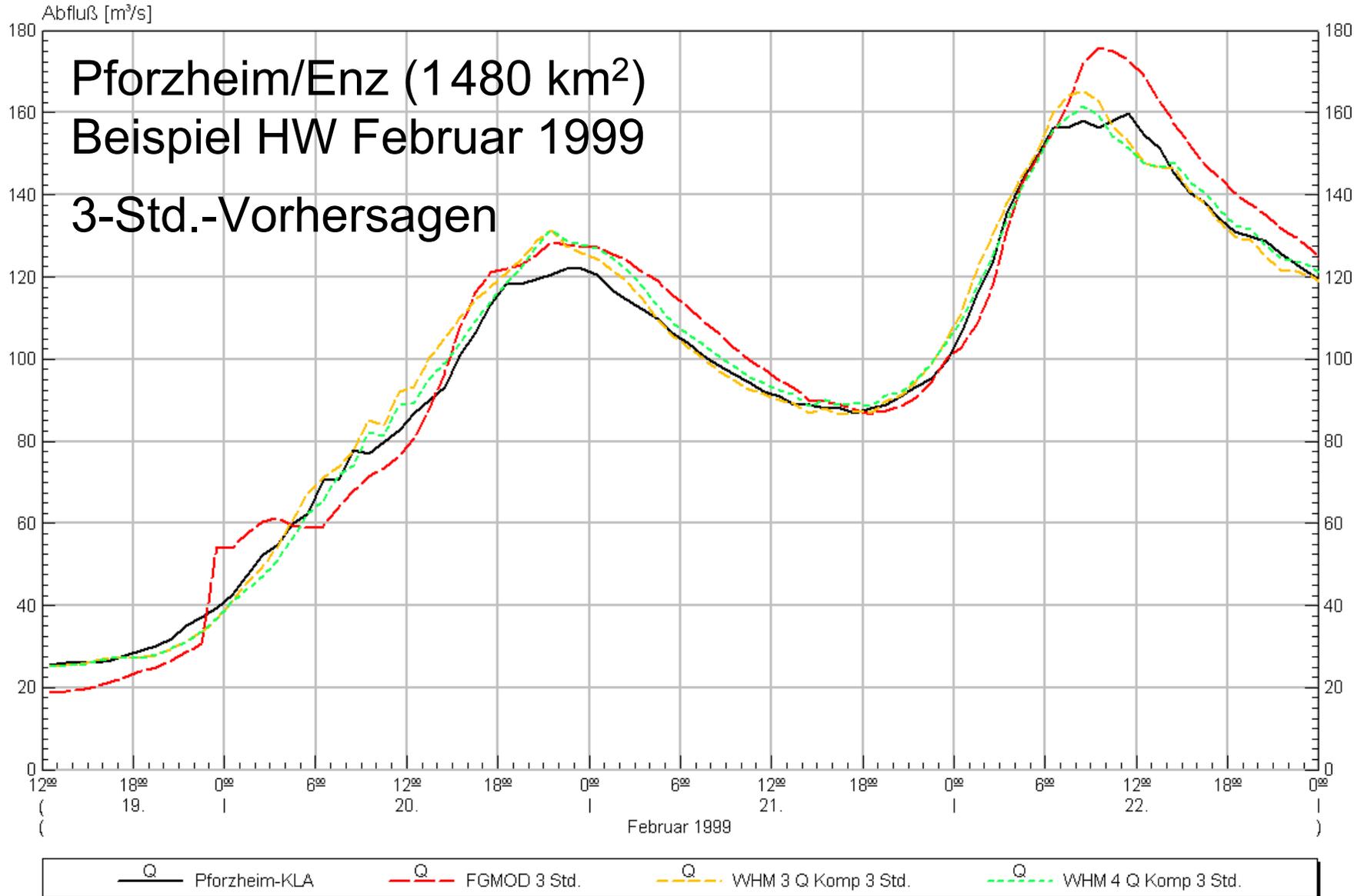
Bestätigt Übersichtsauswertung:

- Mit beiden WHM deutliche Verringerung der Unsicherheit für alle VHS-Dauern

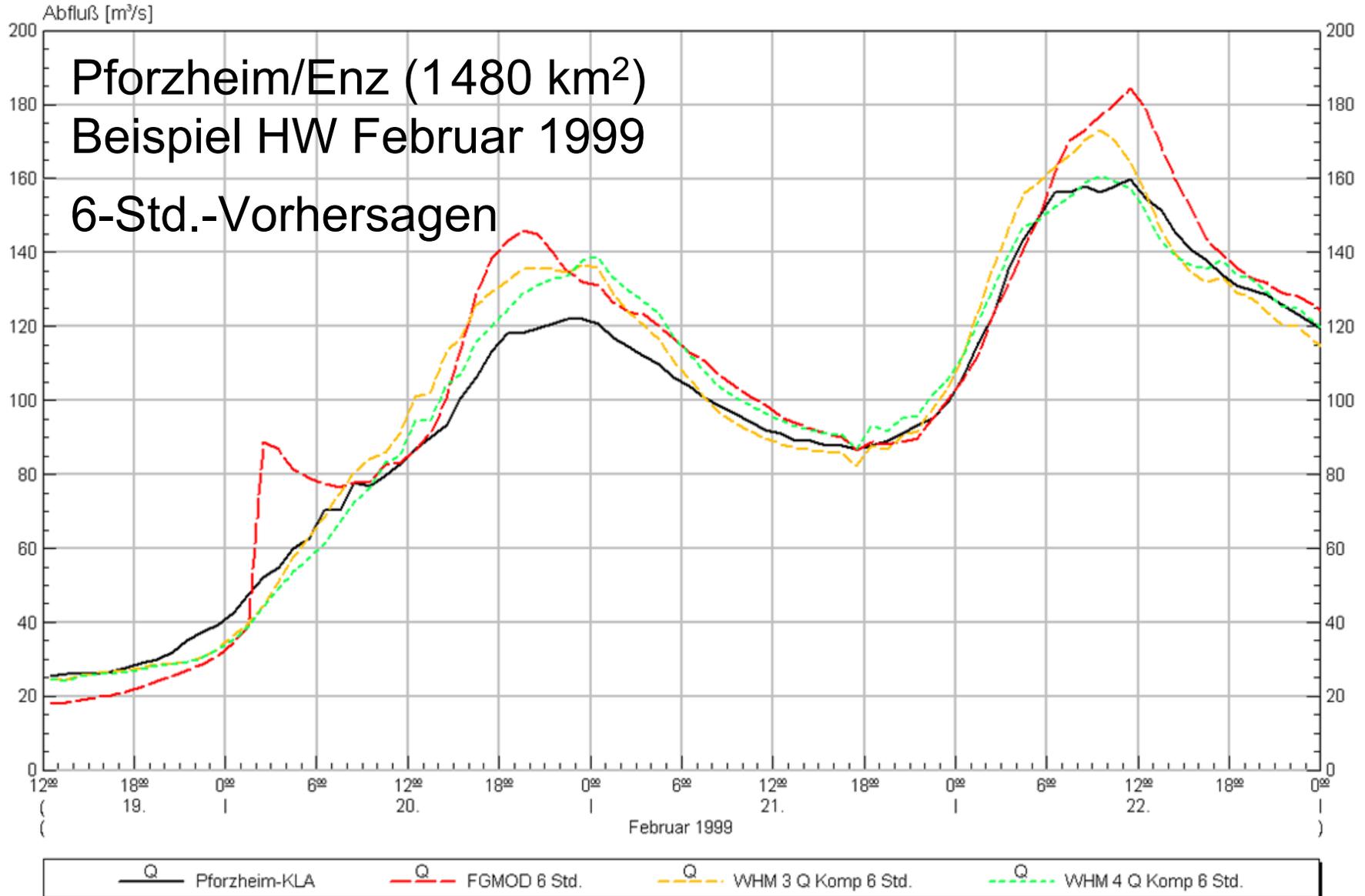
Ergebnisse: Detailauswertung



Ergebnisse: Detailauswertung



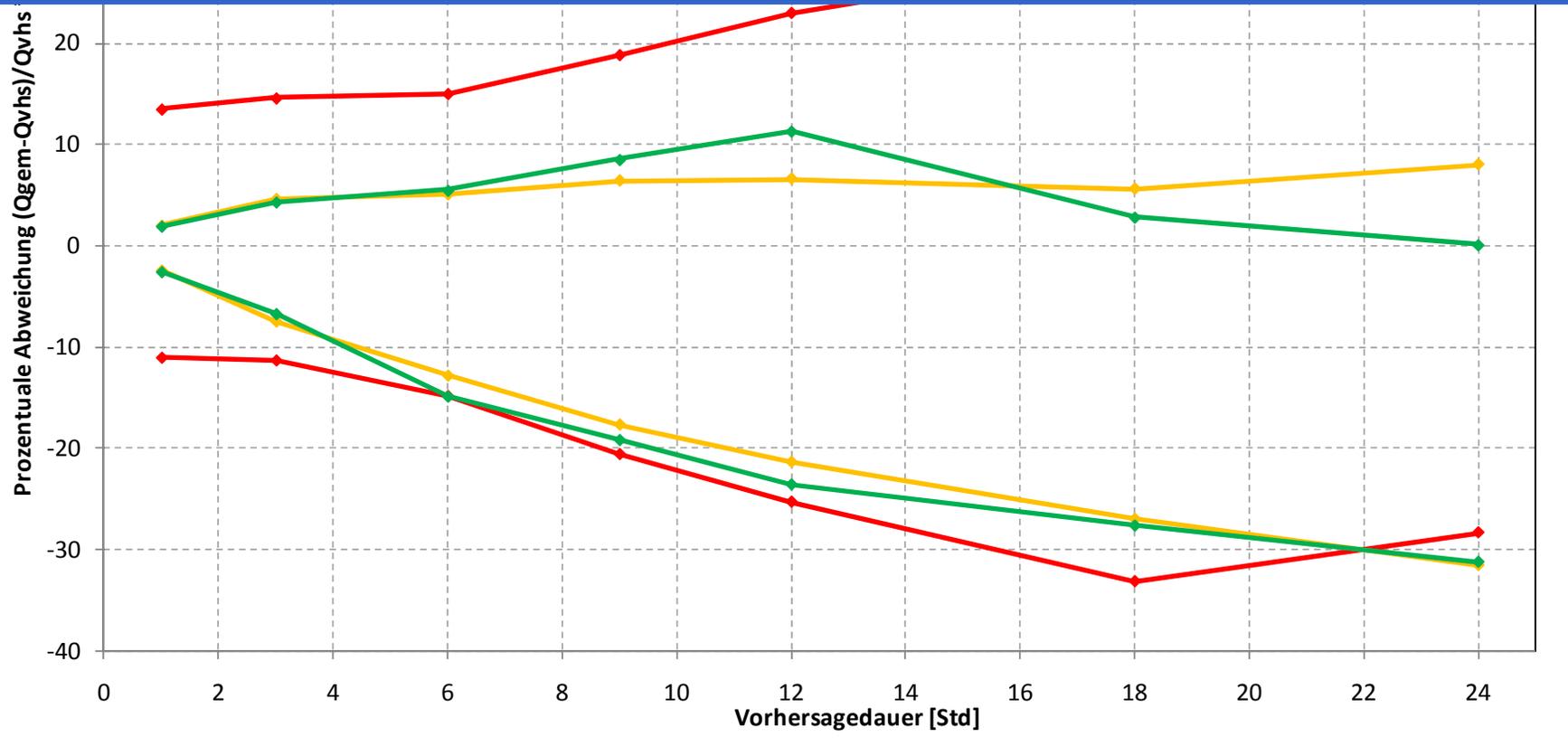
Ergebnisse: Detailauswertung



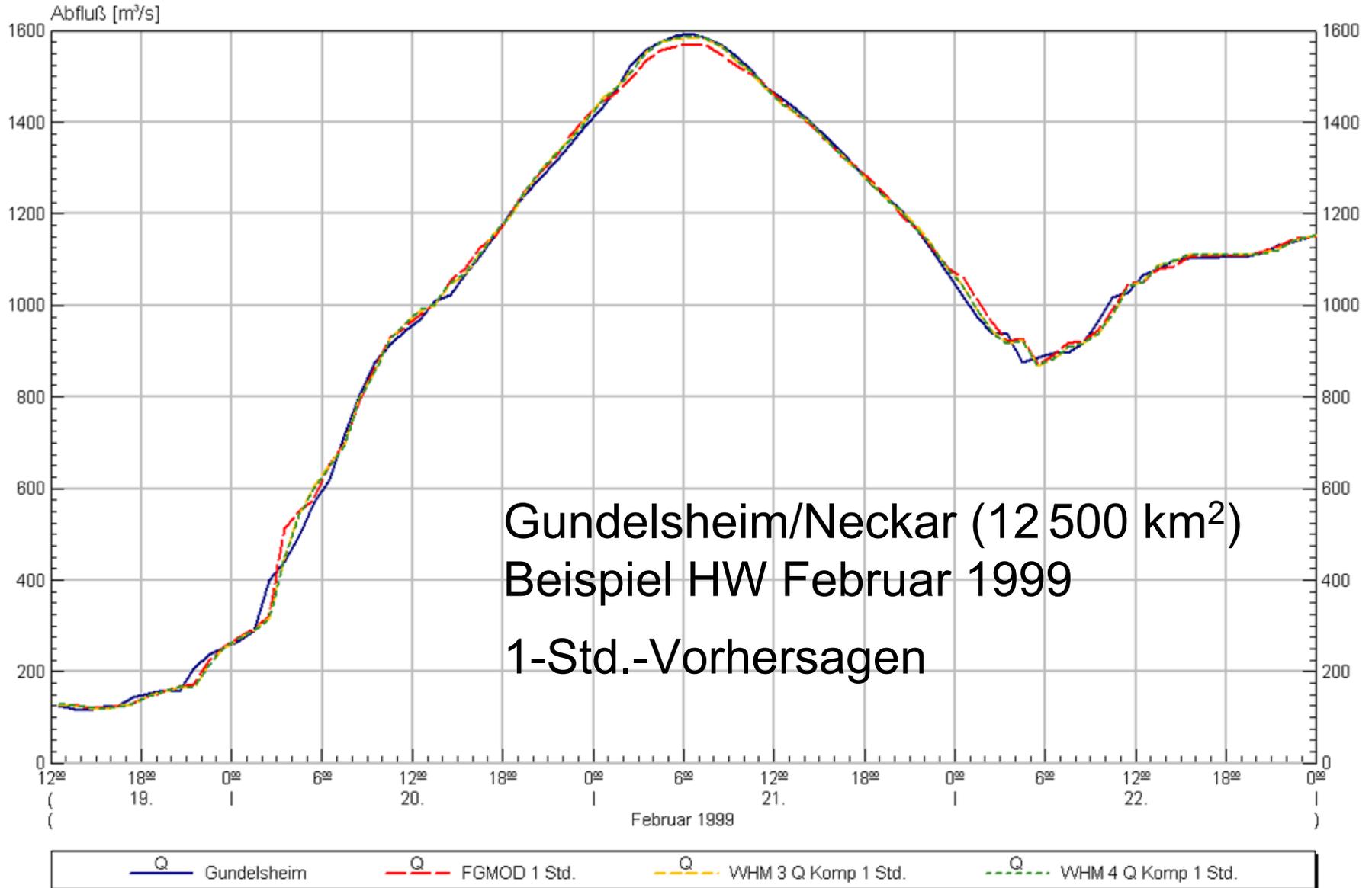
Ergebnisse: Detailauswertung

Bestätigt Übersichtsauswertung:

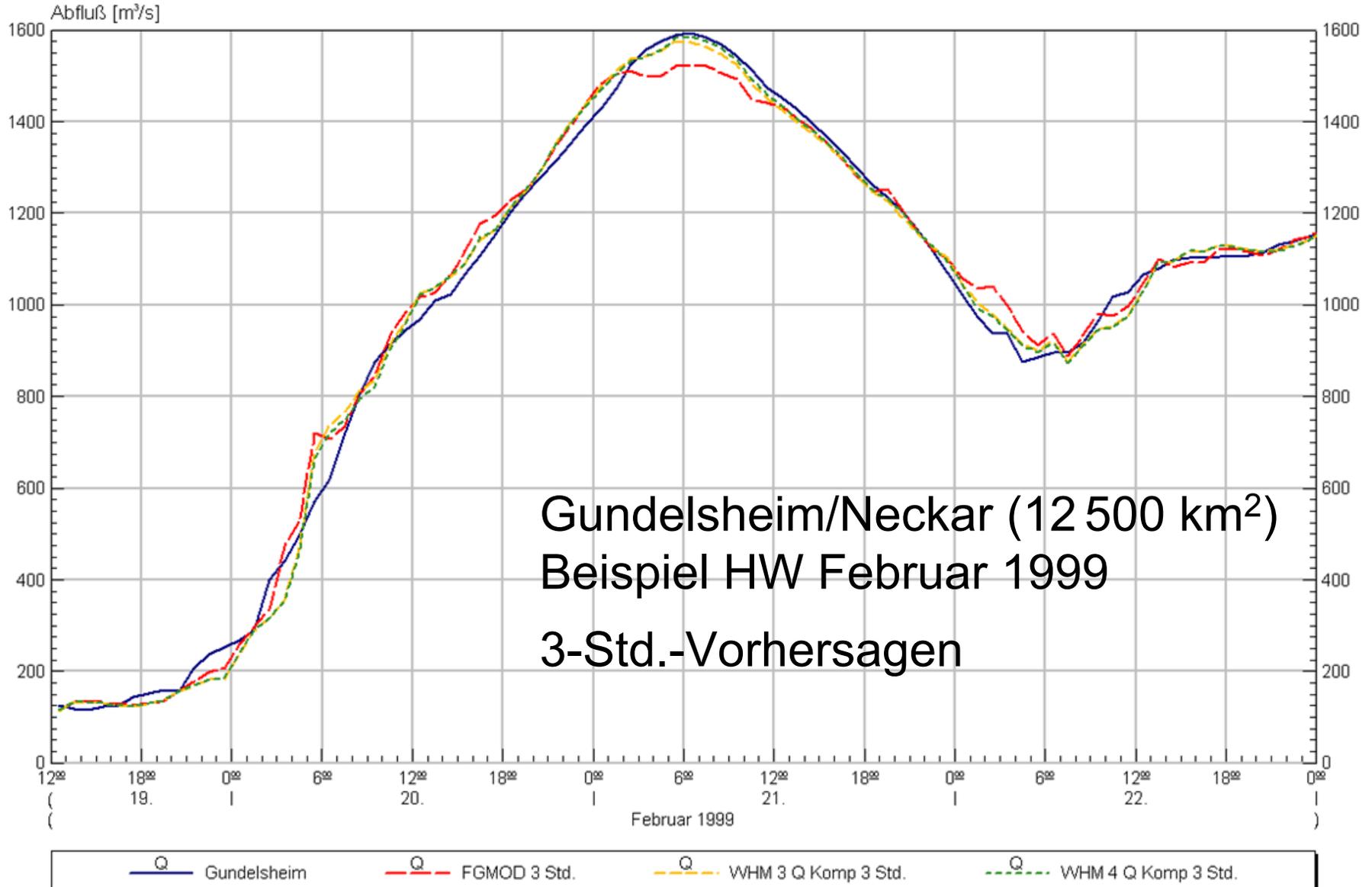
- Unsicherheitsbereich der WHM geringer als bei FGMOD
- Bei WHM systematische Überschätzung der Messungen



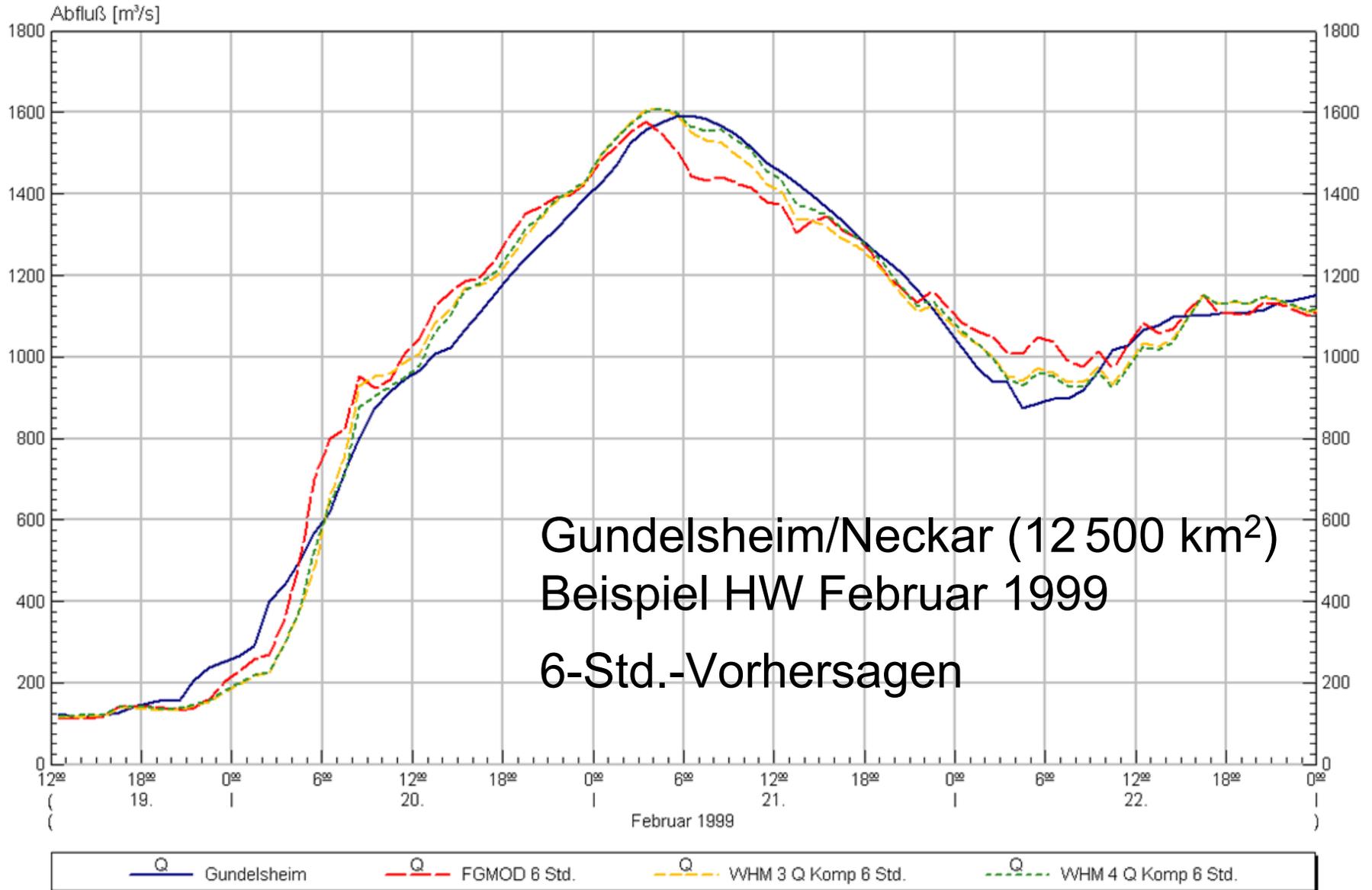
Ergebnisse: Detailauswertung



Ergebnisse: Detailauswertung



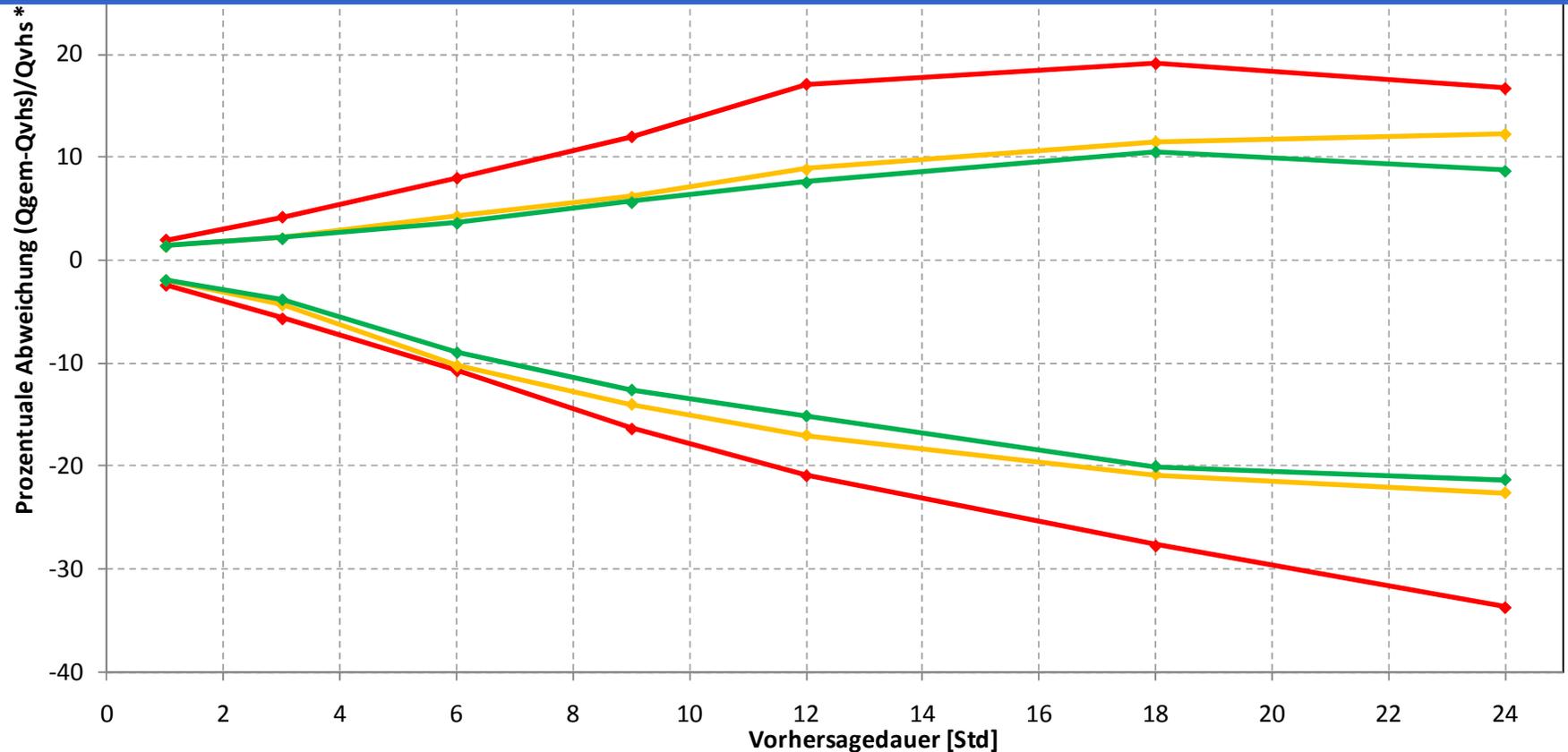
Ergebnisse: Detailauswertung



Ergebnisse: Detailauswertung

Bestätigt Übersichtsauswertung:

- Unsicherheitsbereich der WHM geringer als bei FGMOD
- Geringe Tendenz zur system. Überschätzung durch WHM



- Visuelle Vergleiche und Unsicherheitsbereiche bestätigen Ergebnisse der Übersichtsauswertung.
→ Übersichts-Methode geeignet
- Nachuntersuchung auffälliger Pegel.
- Hinweise auf Ursachen für Verschlechterungen.
- Identifikation systematischer Fehler.
- Identifikation problematischer Einzelereignisse oder Bereiche in der Abflusskurve.

Zusammenfassung: Fallspezifische Folgerungen

- An den meisten Pegeln führt das neueste Modell (WHM 4 Q-Komp) zur Verbesserung der Vorhersagegüte.
- Hauptursache für die Verbesserung ist die 4. Abflusskomponente.
- Das neuste Modell (WHM 4 Q-Komp) kann grundsätzlich in den operationellen Hochwasser-Vorhersagebetrieb übernommen werden.
- An einigen durch die Auswertung identifizierten Pegeln treten Verschlechterungen auf, deren Ursachen beseitigt werden müssen.

Zusammenfassung: Grundsätzliche Folgerungen

- Die verwendete Vorgehensweise ist zum quantitativen Vergleich von Vorhersagemodellen geeignet.
- Die Weiterentwicklung der Modelle vom FGMOD über das WHM 3 Q-Komp zum WHM 4 Q-Komp geht mit einer Verbesserung der HW-Vorhersagegüte einher.
- Die Verbesserung ist bei (kleinen) Quellgebieten besonders ausgeprägt.
 - ➔ Beitrag zur HW-VHS und -Warnung in Quellgebieten.
- Die Verbesserung ist bei größeren VHS-Dauern meist ausgeprägter.
 - ➔ Beitrag zur Verlängerung der Vorwarnzeiten.
- Aus dem Vergleich mit den Vorläufermodellen konnte kein weiterer grundsätzlicher Modellverbesserungsbedarf für das WHM 4 Q-Komp abgeleitet werden.

Ende

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.