

Operationeller WHM-Betrieb in der LUBW sowie Modellneuerungen

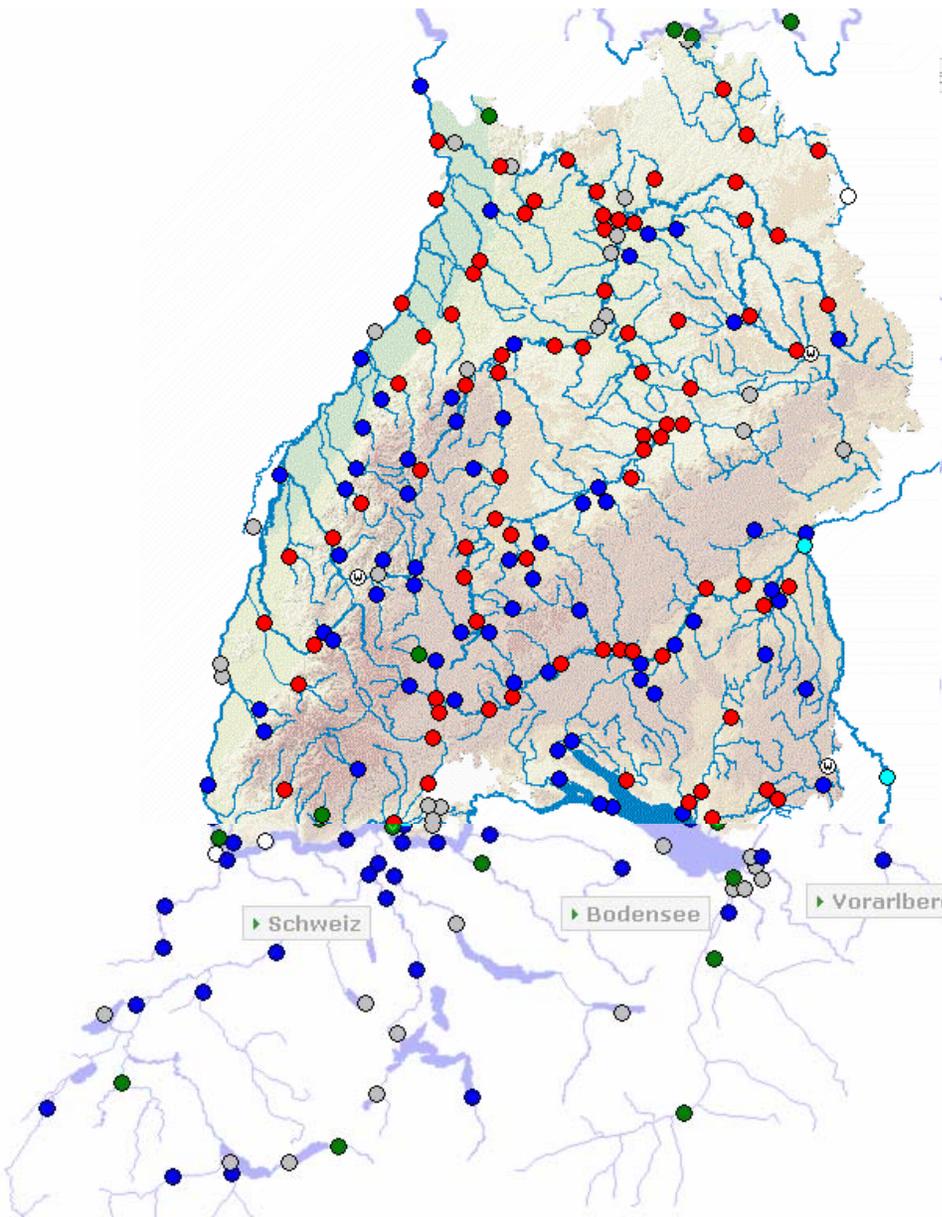


Dr. Manfred Bremicker

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
76185 Karlsruhe, Griesbachstr. 1

- **Operationeller Modellbetrieb in BW**
- **LARSIM-Neuerungen:**
 - Meteorologisches Interpolationsverfahren
 - Berücksichtigung hydrogeologischer Information

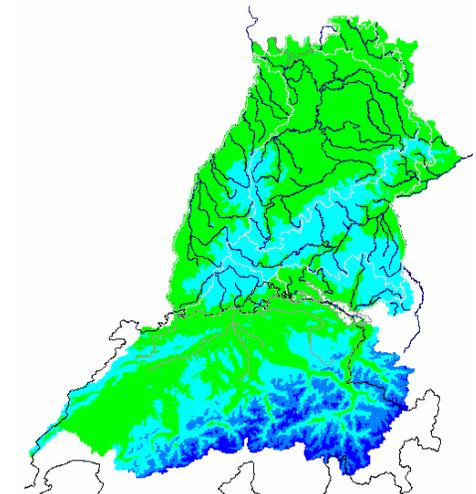
Übersicht der op. WHM-Modelle, derzeitige Nutzung



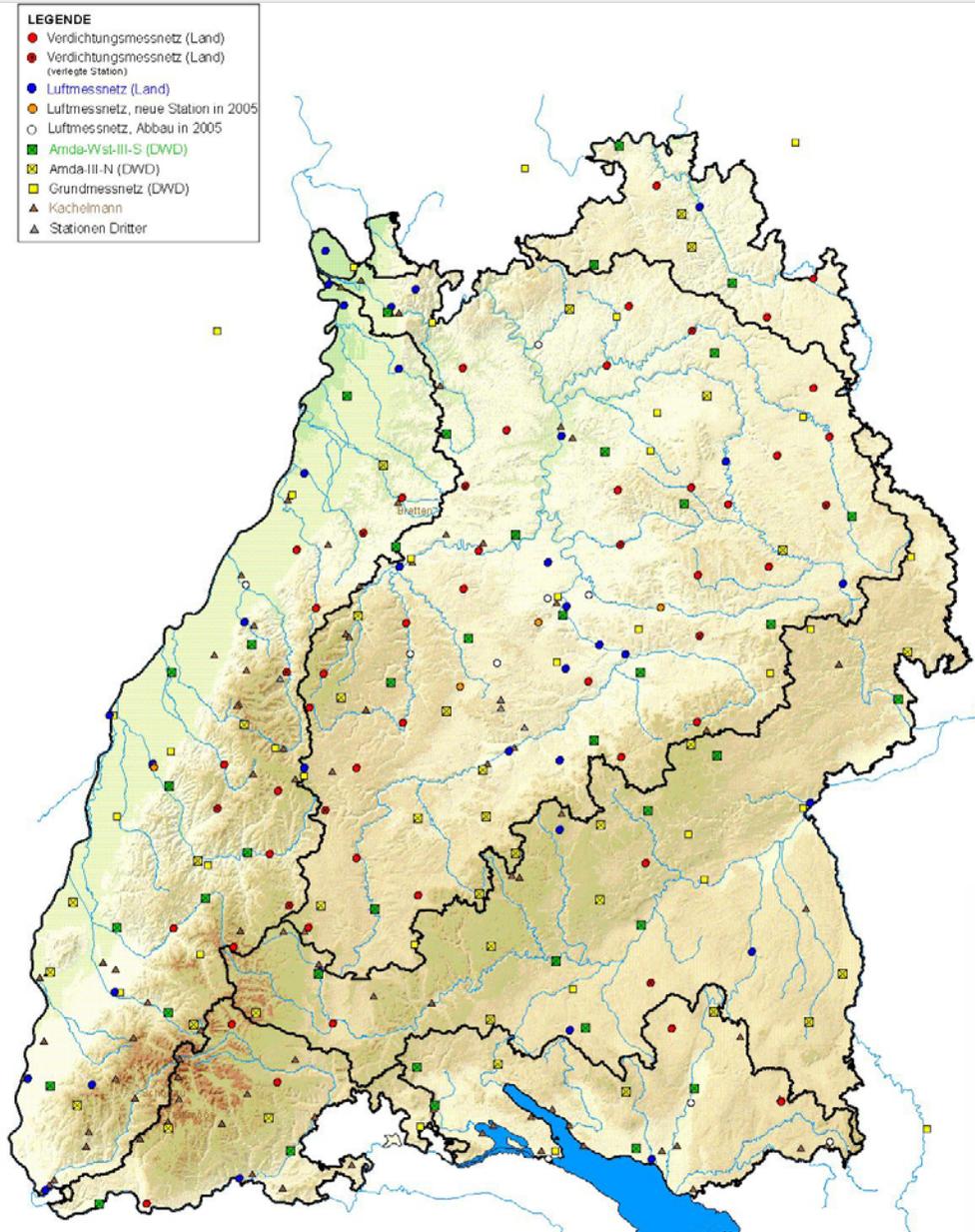
gesamte Landesfläche plus HR über Wasserhaushaltsmodelle abgedeckt

Täglicher Routinebetrieb:

- ✓ Vorhersage für rund 90 Pegel (mit EZG ab 150 qkm)
- ✓ Simulation und Vorhersage der Schneedecke
- ✓ Vorhersage der Wassertemperaturen im Neckar



Wasserhaushaltsmodelle: Dateninput



**Anbindung an Online-Messnetze
(DWD, Land, Meteomedia,
MeteoSwiss, AVLAR):**

Niederschlag (~ 320 Stationen)

Lufttemperatur (~ 210)

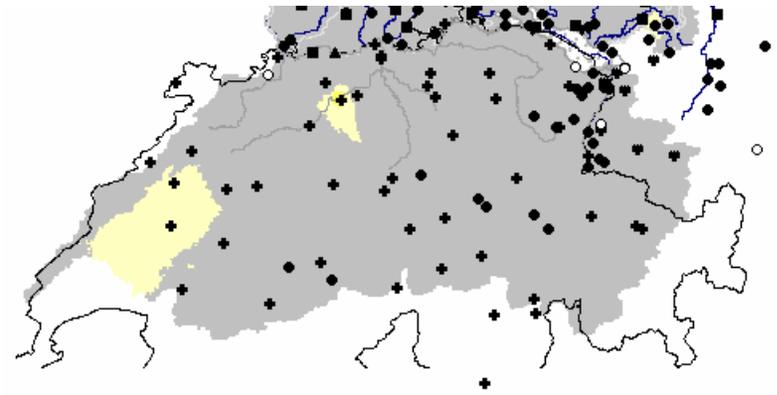
Windgeschwindigkeit (~130)

Globalstrahlung (~90)

Luftfeuchte (~170)

Luftdruck (~60)

**Daten von insgesamt ca. 1.000
Wettersensoren**



Log-Dateien zur Datenlage

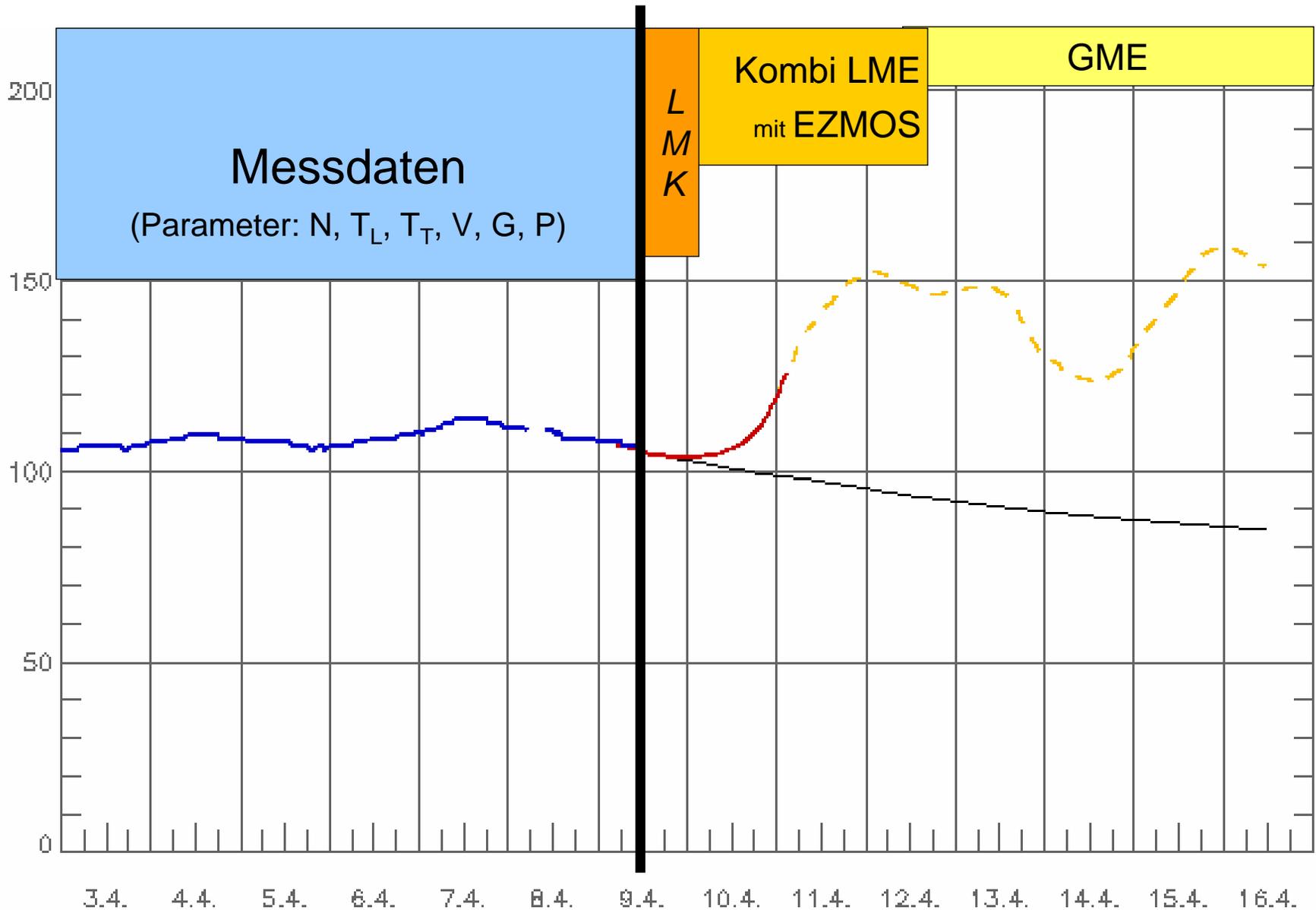
Neckar 30.KOM m04/h03/54
EZ-02/LM-05/HM-05/GM-05
Qv= 137 (4d) HD-Karlstor
dQ= 10 (005) Kirchent
N=00mm Buehl/Baden
T=-14/+10GRD Taub/Todt
v=15m/s Hornisgrin

LARSIM-SMS pro Vorhersagegebiet:

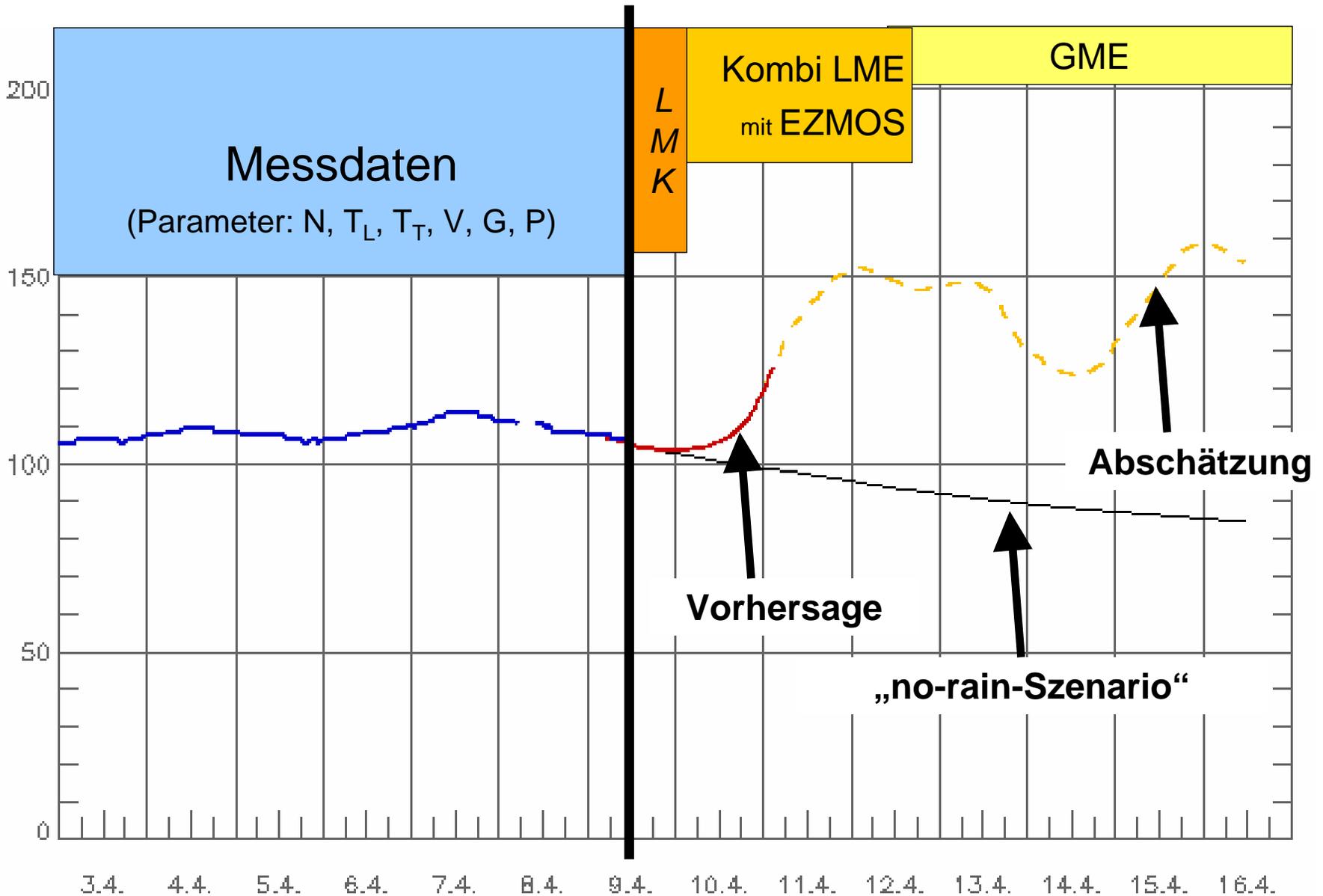
- mittl. Anzahl Datenlücken pro MeteoStat / Pegel
- Info zur Aktualität von LME, GME, EZMOS
- max. vorhergesagter Abfluss an einem Pegel
- max. gemessene Q-Änderung pro Stunde
- max. gemessener Niederschlag
- min. / max. gemessene Lufttemperatur
- max. gemessene Windgeschwindigkeit

Information zu aktueller Datenlage u. Abflussvorhersage, auch am Wochenende und unterwegs

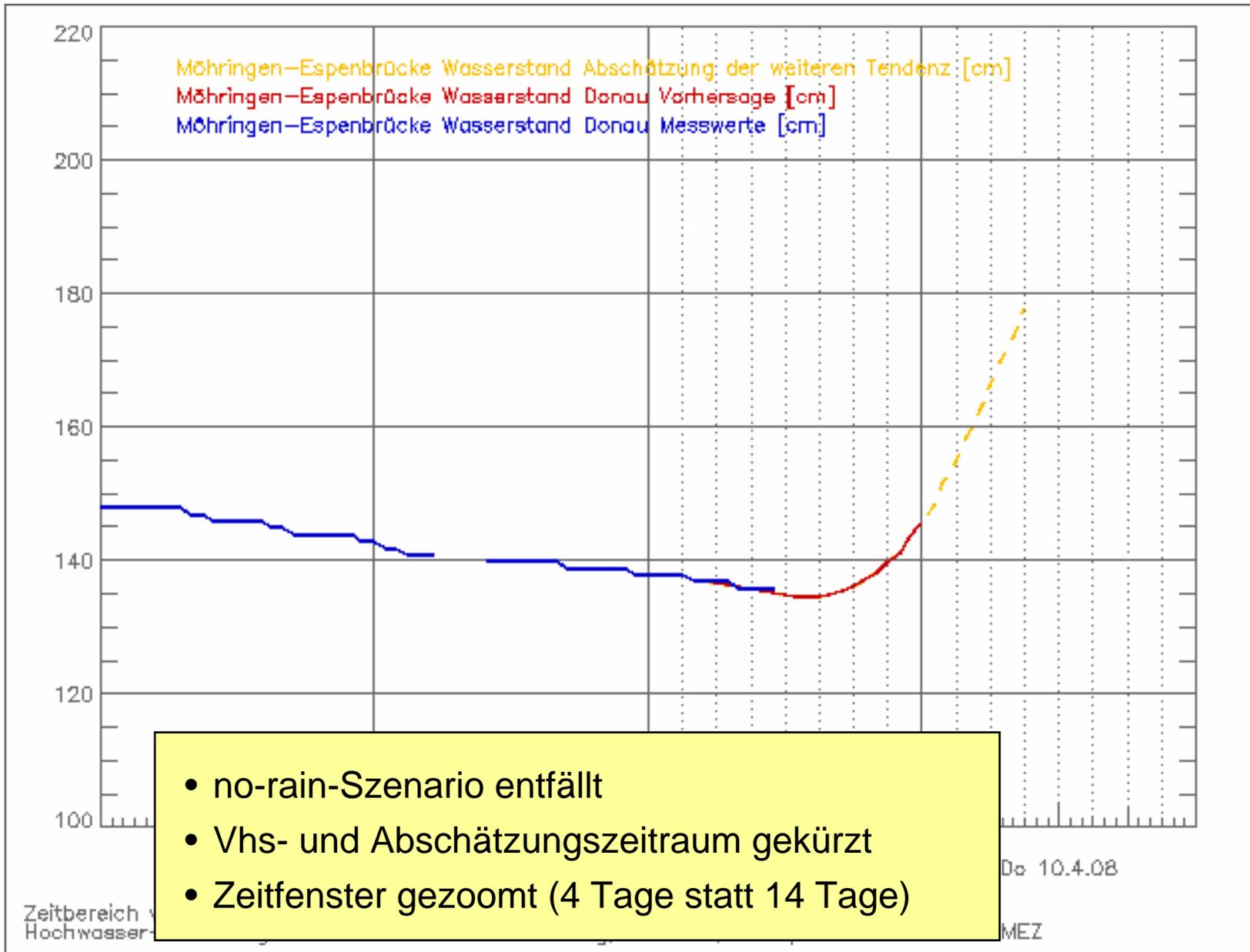
Einbeziehung meteorologischer Daten



Einbeziehung meteorologischer Daten / HW-Frühwarnung



Automatisierte Änderung der Visualisierung bei HW

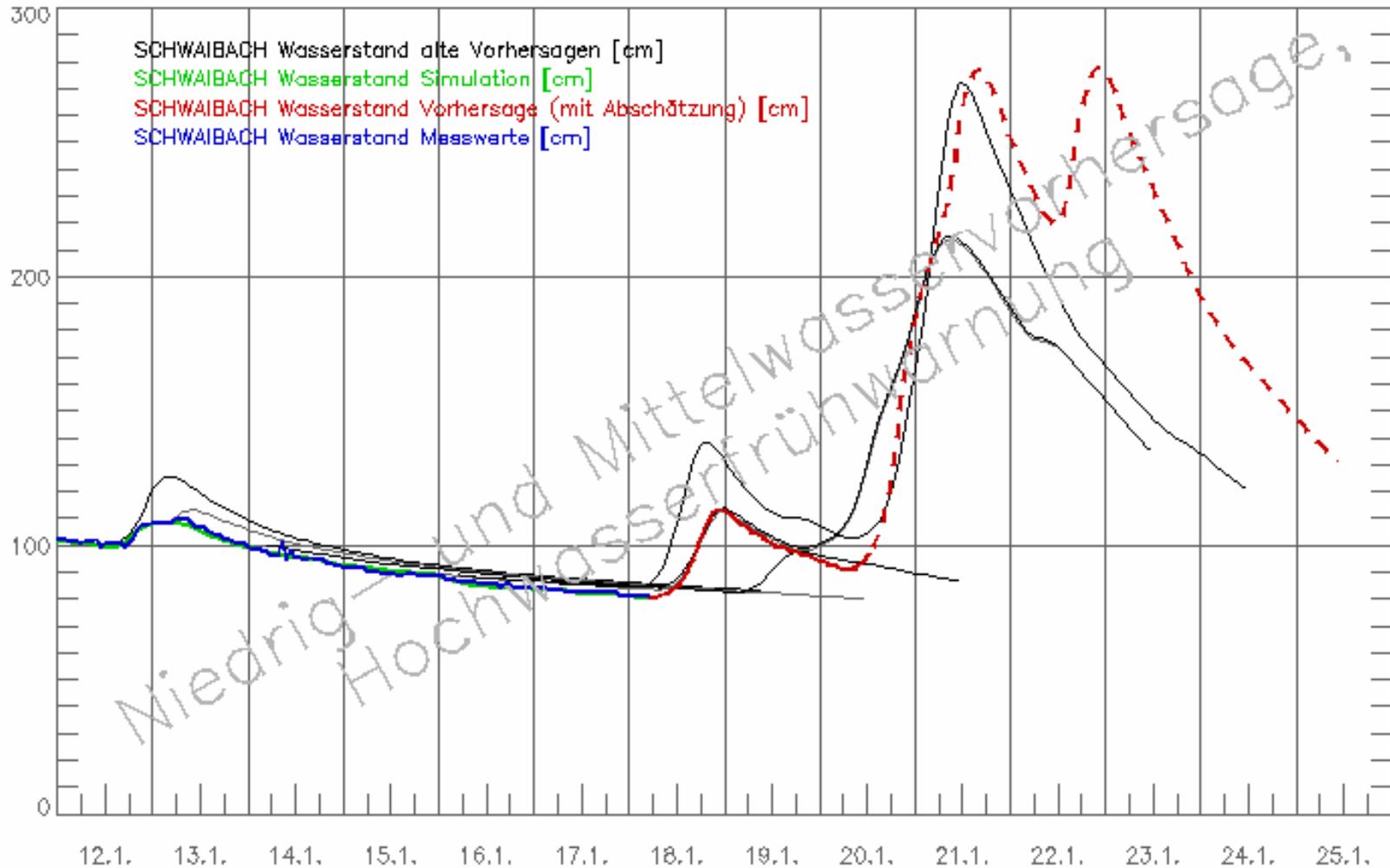


Zusammenfassung operationeller Merkmale:

automatisierte, situationsbezogene Festlegung der:

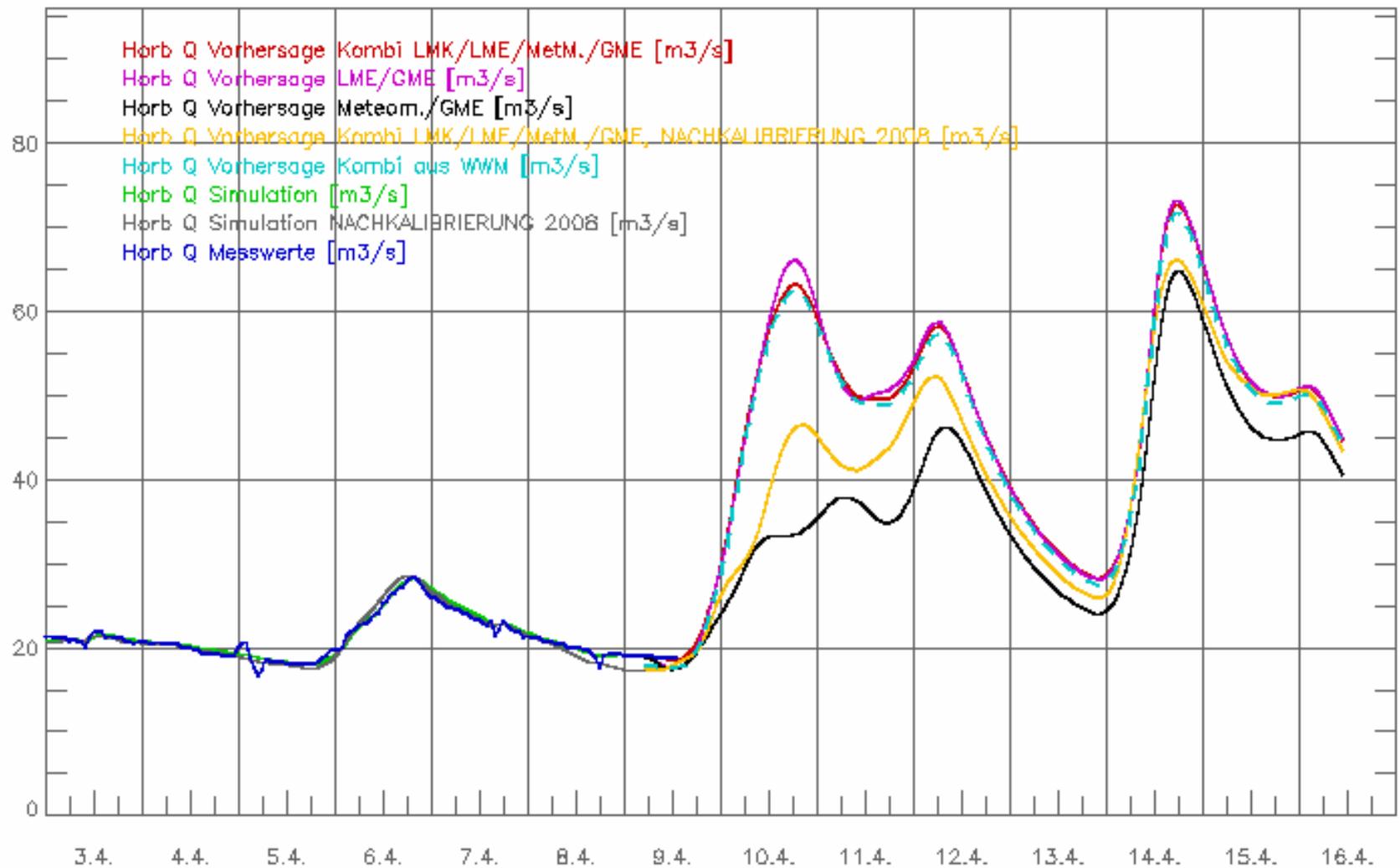
- einzubeziehenden Pegel (Unterscheidung NQ- / HW-Pegel)
- nachzuführenden Modellparameter (GW-Speicher, Interflow-Speicher, ...)
- Länge des Vorhersagezeitraums (bei HW: 2 bis 24 Stunden je nach Pegel)
- Länge des Abschätzungszeitraums (bei NW / MW: 7 Tage)

Visualisierungen im HVZnet



Überlagerung der Vorhersagen für sieben Vortage ☒ ist der VH-Trend stabil?

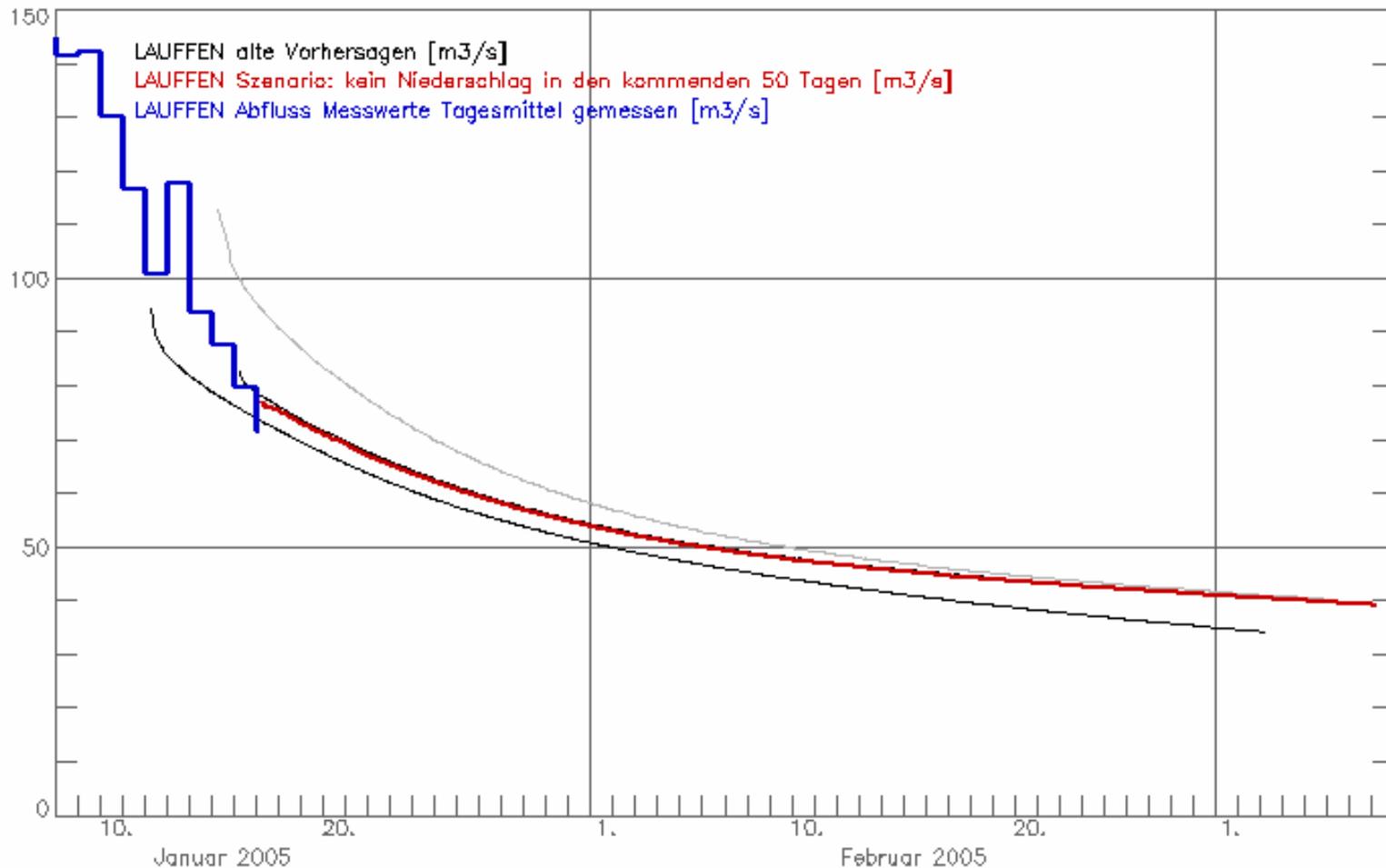
Visualisierungen im HVZnet



Zeitbereich vom 3.4.2008 bis 16.4.2008 R O H D A T E N (MEZ) ohne Gewähr
Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg, Mittwoch, 09. April 2008 15:07:09 MEZ

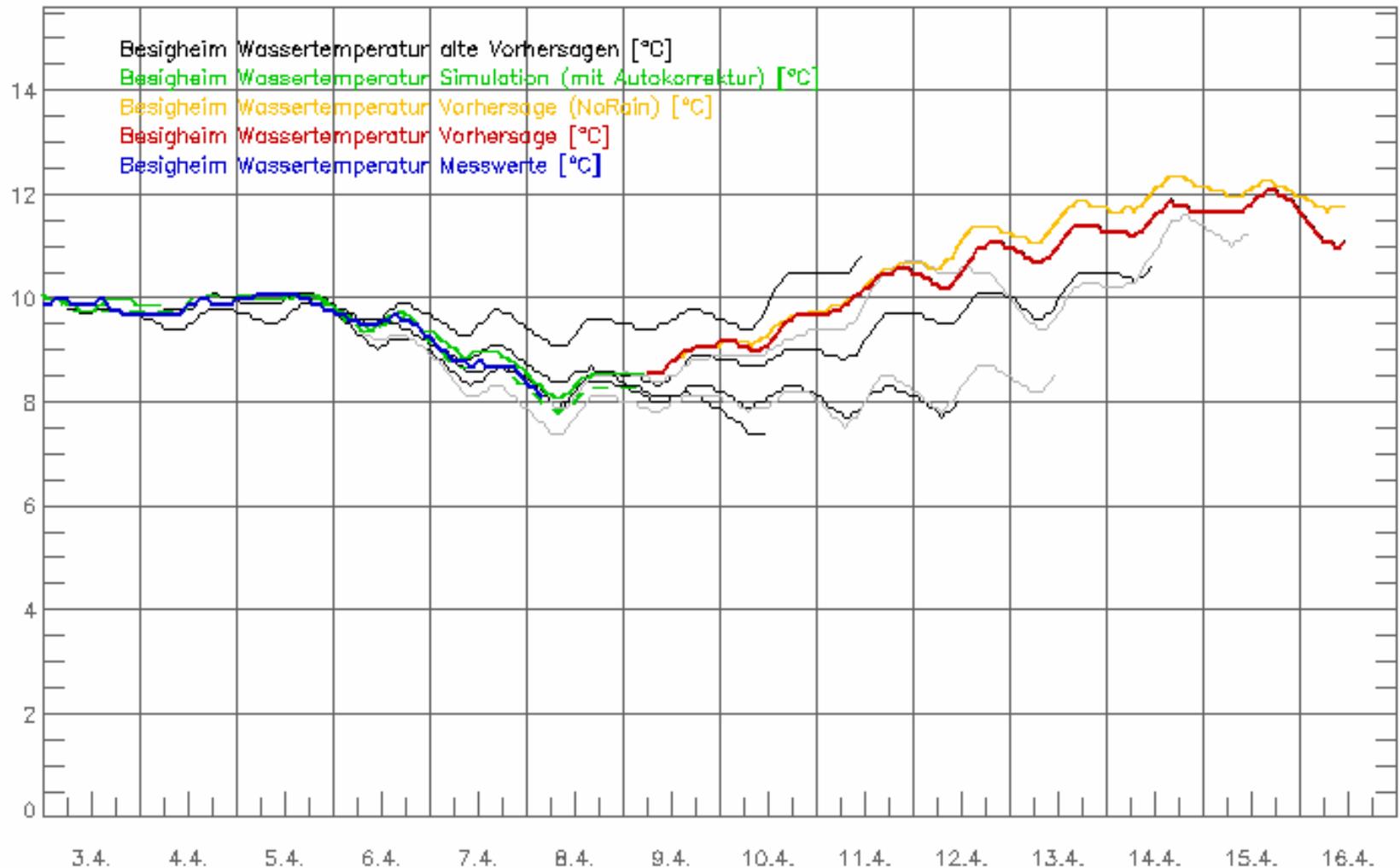
Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg, Mittwoch, 09. April 2008 15:07:09 MEZ

Visualisierungen im HVZnet



worst-case-Vorhersage für 50 Tage ☒ könnten sich extreme NQ einstellen ?

Visualisierungen im HVZnet



Zeitbereich vom 3.4.2008 bis 16.4.2008 R O D D A T E N (MEZ) ohne Gewähr
Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg, Mittwoch, 09. April 2008 12:12:04 MEZ

Visualisierungen im HVZnet

LARSIM-Interpolation meteorolog. Messwerte ☒ Lagebeurteilung, Plausibilitätskontrolle



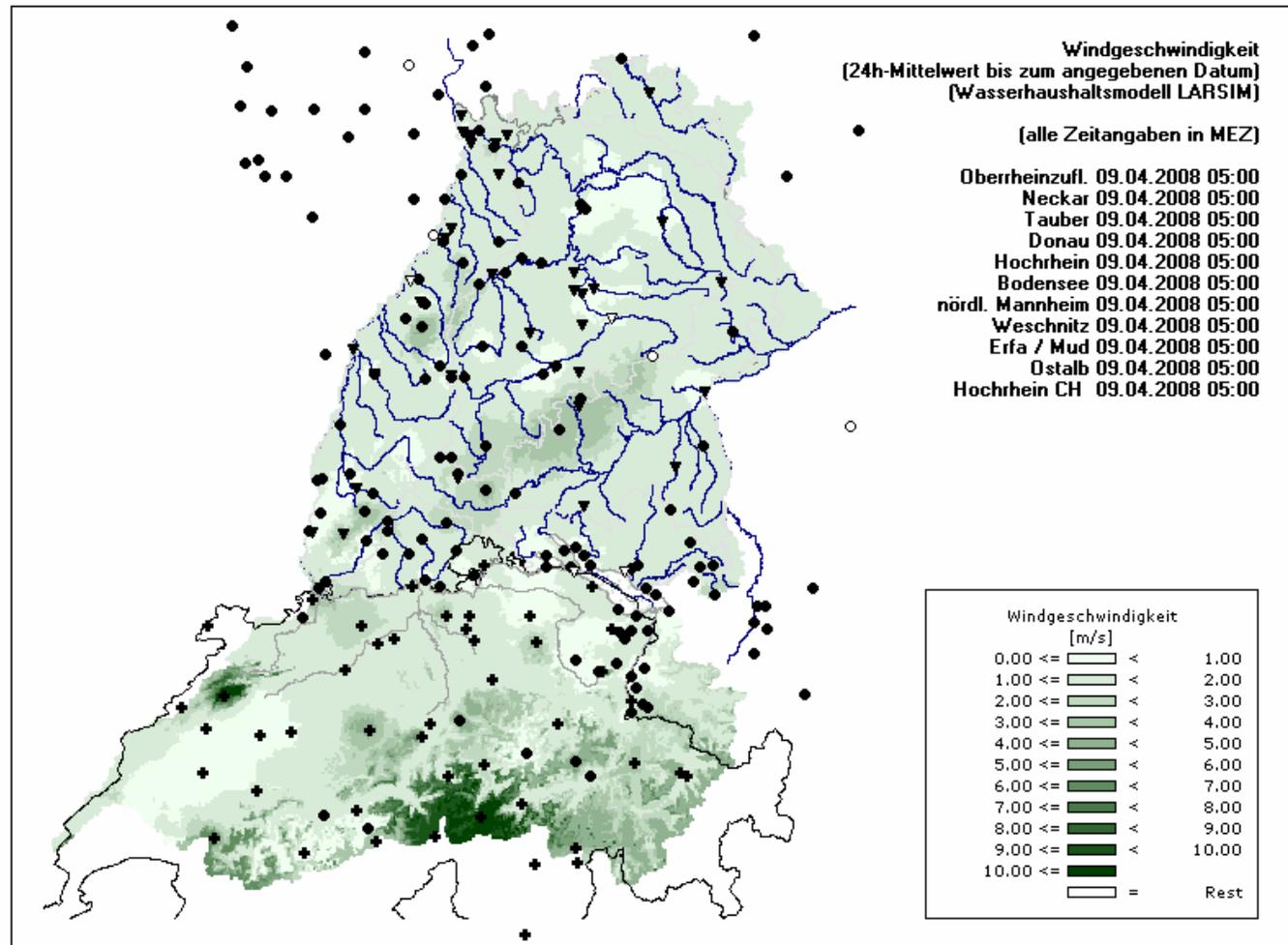
Flächendarstellung

- ☐ LMK-Vorhersagen
- ☐ LME-Vorhersagen
- ☐ GME-Vorhersagen
- ☐ EZMOS-Vorhersagen
- ☐ LARSIM-Vorhersagen
- ☐ WARNSIM-Frühwarnung
- ☐ LARSIM-Simulationen
- ☐ **Meteo-Messungen**
 - ▶ Niederschlagssumme (NSI)
 - ▶ Lufttemperatur (TSIM)
 - ▶ Windgeschwindigkeit (WIS)
 - ▶ Globalstrahlung (GSIM)
 - ▶ relative Luftfeuchte (FSIM)
 - ▶ Luftdruck (PSIM)
- ☐ SNOW3-Schneedaten
- ☐ Inferno

Windgeschwindigkeit

☒ ▾ LUBW (Luft.) ☒ • Meteomedia ☒ + MeteoSwiss

(○=Ausfall bzw. Messwert zu alt, ■=Messwert ist aktuell, Messwert-Info=Mauszeiger über Station)



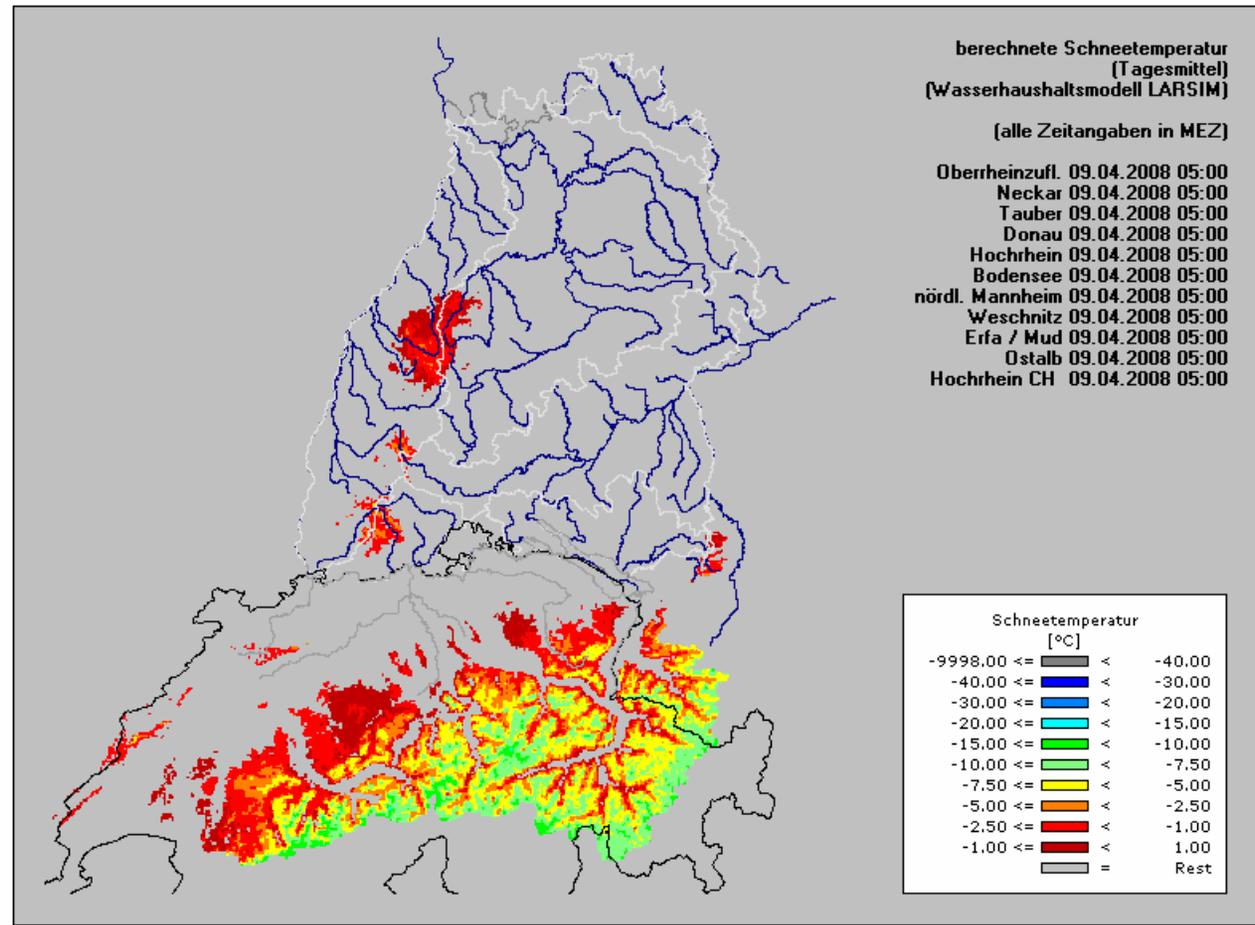
Visualisierungen im HVZnet

LARSIM-Simulationen ☒ Lagebeurteilung, Plausibilitätskontrolle



Flächendarstellung

- ☒ LMK-Vorhersagen
- ☒ LME-Vorhersagen
- ☒ GME-Vorhersagen
- ☒ EZMOS-Vorhersagen
- ☒ LARSIM-Vorhersagen
- ☒ WARNSIM-Frühwarnung
- ☒ **LARSIM-Simulationen**
 - ber. Schneehöhe (SHSIM)
 - **Schneetemperatur (STSIM)**
 - ber. Wasseräquivalent (Sv)
 - Wasserdargebot (WDSIM)
 - Basisabflussspende (QBISI)
 - Interflowsspende (QISIM)
 - aktuelle Verdunstung (EVS)
 - relative Bodenfeuchte (BP)
 - Grundwasserneubildung (F)
- ☒ Meteo-Messungen
- ☒ SNOW3-Schneedaten
- ☒ Inferno



hier: berechnete Temperatur der Schneedecke

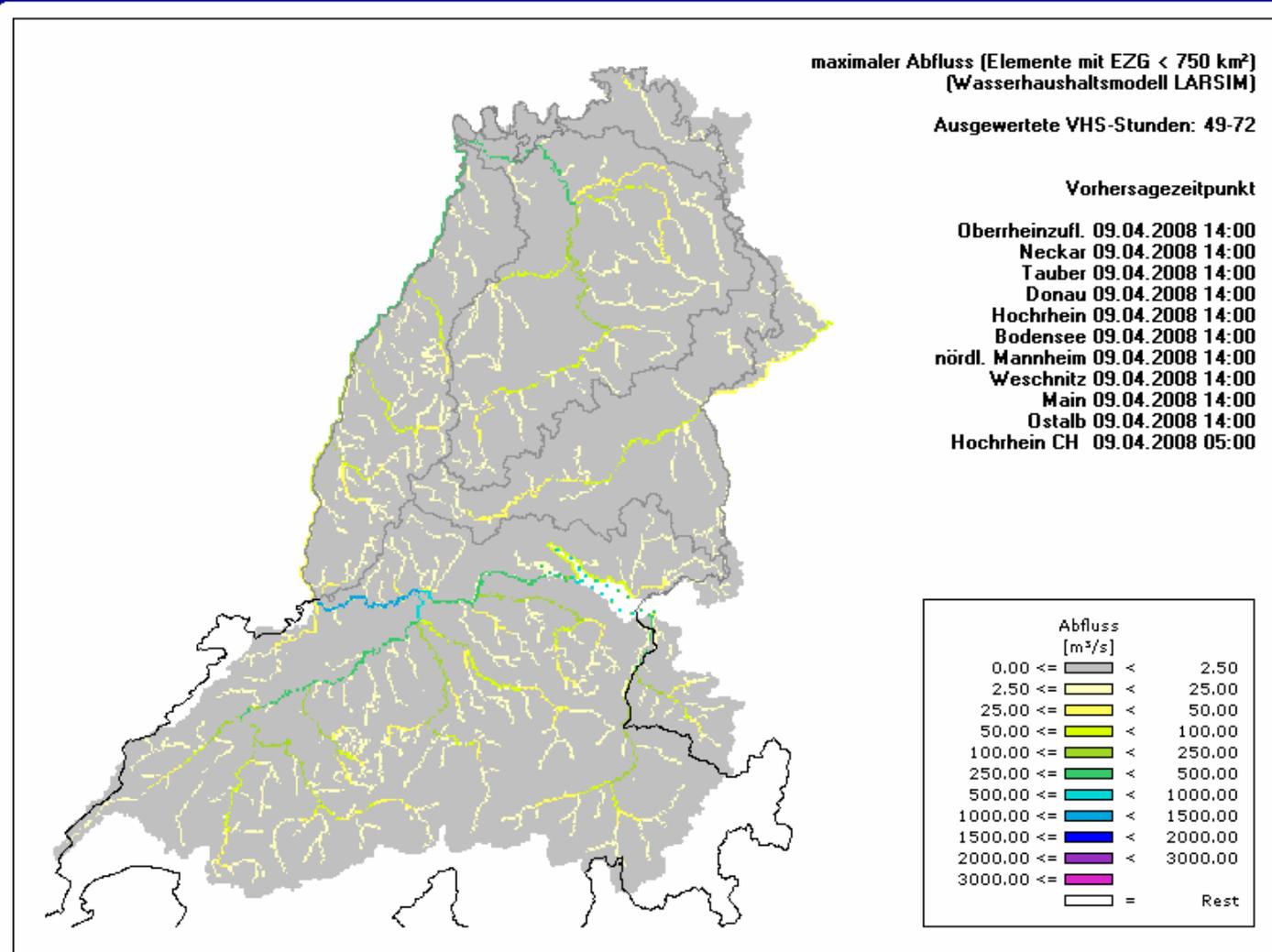
Visualisierungen im HVZnet

LARSIM-Vorhersagen (hier: Q max. pro Rasterzelle für den 3. VH-Tag)



Flächendarstellung

- LMK-Vorhersagen
- LME-Vorhersagen
- GME-Vorhersagen
- EZMOS-Vorhersagen
- LARSIM-Vorhersagen**
 - T-Tag: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - W-DVH 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - HQ-TIM 1. 2.
 - HQ-LAR 1. 2.
 - Q-LAR: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - SH-Tag 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - SW-Tag 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
- WARNSIM-Frühwarnung
- LARSIM-Simulationen
- Meteo-Messungen
- SNOW3-Schneedaten
- Inferno



Visualisierungen im HVZnet

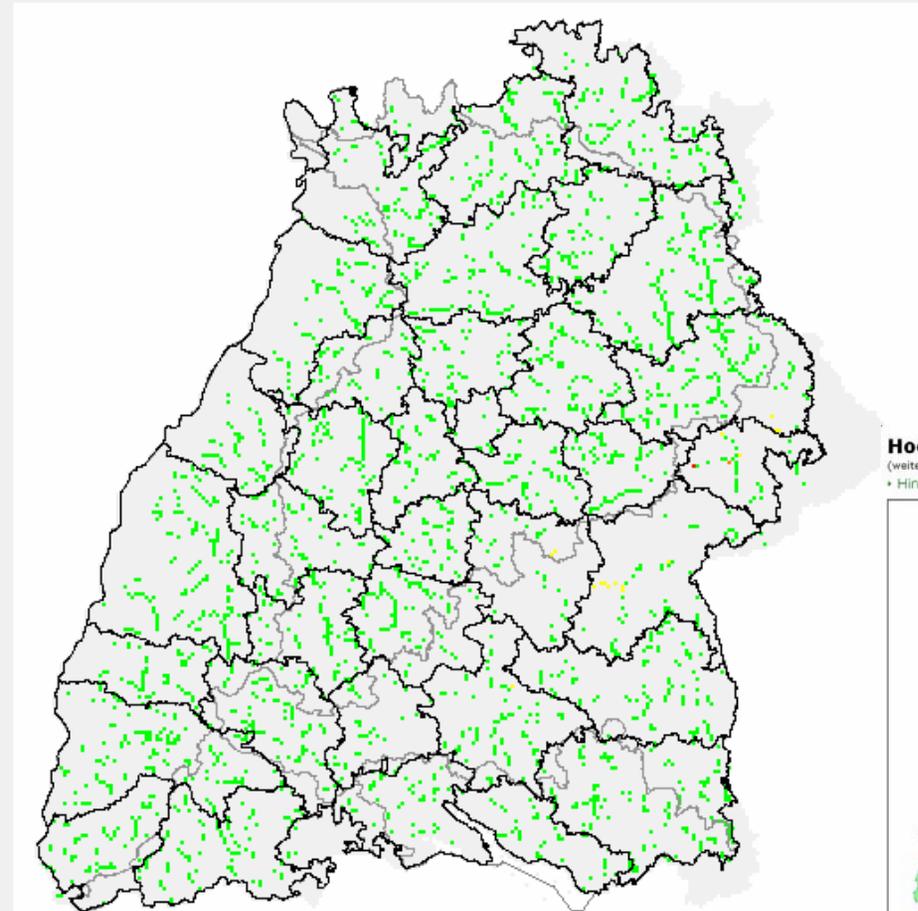
LARSIM-Vorhersagen (hier: HQ_T max. pro TIMIS- Knoten für den 1. VH-Tag)



Flächendarstellung

- LMK-Vorhersagen
- LME-Vorhersagen
- GME-Vorhersagen
- EZMOS-Vorhersagen
- LARSIM-Vorhersagen
 - T-Tag: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - W-DVH 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - HQ-TIM 1. 2.
 - HQ-LAR 1. 2.
 - Q-LAR: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - SH-Tag 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - SW-Tag 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
- WARNSIM-Frühwarnung
- LARSIM-Simulationen
- Meteo-Messungen
- SNOW3-Schneedaten
- Inferno

Jährlichkeit des maximal vorhergesagten Abflusses (Elemente mit EZG < 750 km²)

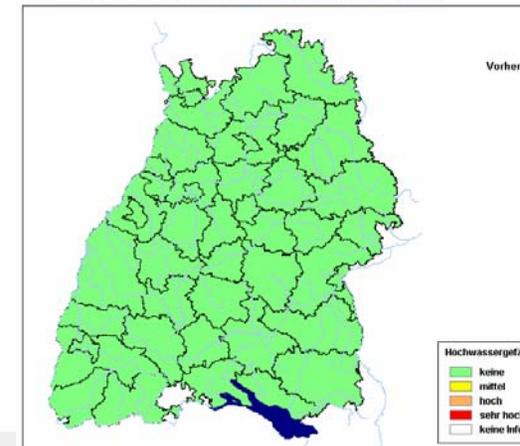


Ausgewertete VHS-Stunden: 25-48

Vorhersagezeitpunkt

Oberheinzfl. 09.04.2008 14:00
Neckar 09.04.2008 14:00
Tauber 09.04.2008 14:00
Donau 09.04.2008 14:00
Hochrhein 09.04.2008 14:00
Bodensee 09.04.2008 14:00
nördl. Mannheim 09.04.2008 14:00
Weschnitz 09.04.2008 14:00
Main 09.04.2008 14:00
Ostalb 09.04.2008 14:00

Hochwasserfrühwarnung für Einzugsgebiete <
(weitere Informationen durch Klick auf den entsprechenden Land- oder Stadtkreis)
• Hinweise zur regionsbezogenen Hochwasserfrühwarnung (PDF)



Visualisierungen im HVZnet

LARSIM-Vorhersagen (Vorhersage der Schneehöhe)



Flächendarstellung

- LMK-Vorhersagen
- LME-Vorhersagen
- GME-Vorhersagen
- EZMOS-Vorhersagen
- LARSIM-Vorhersagen
 - T-Tag: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - W-DVH 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - HQ-TIM 1. 2.
 - HQ-LAR 1. 2.
 - Q-LAR: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - SH-Tag 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - SW-Tag 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
- WARNSIM-Frühwarnung
- LARSIM-Simulationen
- Meteo-Messungen
- SNOW3-Schneedaten
- Inferno

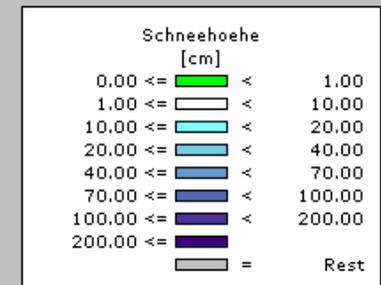
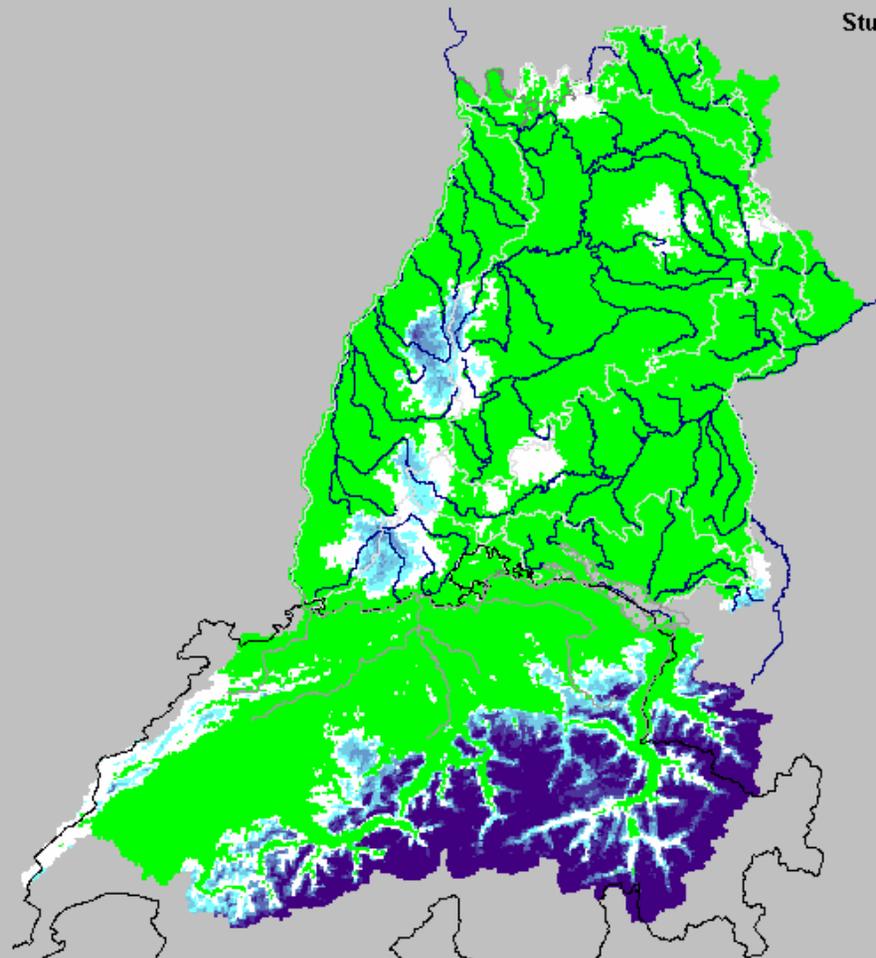
Vorhersage der Schneehöhe
(Wasserhaushaltsmodell LARSIM auf Basis der COSMO-DE-, COSMO-EU-, EZMOS- und GME-Vorhersagen)

Stundenmittel zum angegebenen Zeitpunkt

vom 27.03.2008 22:00

für den :

Oberrheinzufl. 28.03.2008 21:00
Neckar 28.03.2008 21:00
Tauber 28.03.2008 21:00
Donau 28.03.2008 21:00
Hochrhein 28.03.2008 21:00
Bodensee 28.03.2008 21:00
nördl. Mannheim 28.03.2008 21:00
Weschnitz 28.03.2008 21:00
Erfa / Mud 28.03.2008 21:00
Ostalb 28.03.2008 21:00
Hochrhein CH 28.03.2008 21:00



Visualisierungen im HVZnet

LARSIM-Vorhersagen (Vorhersage des Wasserdargebotes)



Flächendarstellung

- LMK-Vorhersagen
- LME-Vorhersagen
- GME-Vorhersagen
- EZMOS-Vorhersagen
- LARSIM-Vorhersagen
 - T-Tag: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - W-DVH 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - HQ-TIM 1. 2.
 - HQ-LAR 1. 2.
 - Q-LAR: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - SH-Tag 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
 - SW-Tag 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.
- WARNSIM-Frühwarnung
- LARSIM-Simulationen
- Meteo-Messungen
- SNOW3-Schneedaten
- Inferno

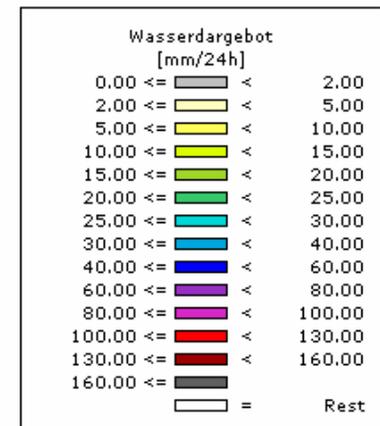
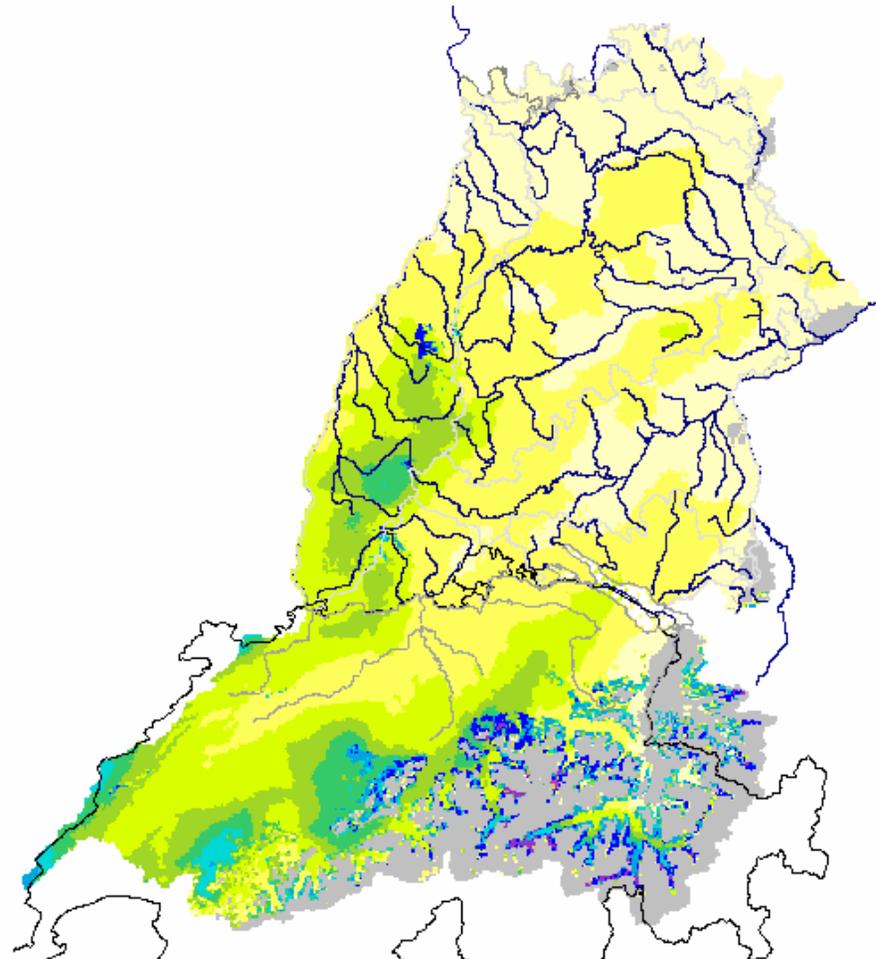
Vorhersage des Wasserdargebots aus Regen und ggf. Schneeschmelze
(Wasserhaushaltsmodell LARSIM auf Basis der COSMO-DE-, COSMO-EU-, EZMOS- und GME-Vorhersagen)

(Summe von 0 bis 23 Uhr MEZ)

vom 09.04.2008 08:00

für den :

- Oberrheinzufl. 11.04.2008
- Neckar 11.04.2008
- Tauber 11.04.2008
- Donau 11.04.2008
- Hochrhein 11.04.2008
- Bodensee 11.04.2008
- nördl. Mannheim 11.04.2008
- Weschnitz 11.04.2008
- Erfa / Mud 11.04.2008
- Ostalb 11.04.2008
- Hochrhein CH 11.04.2008



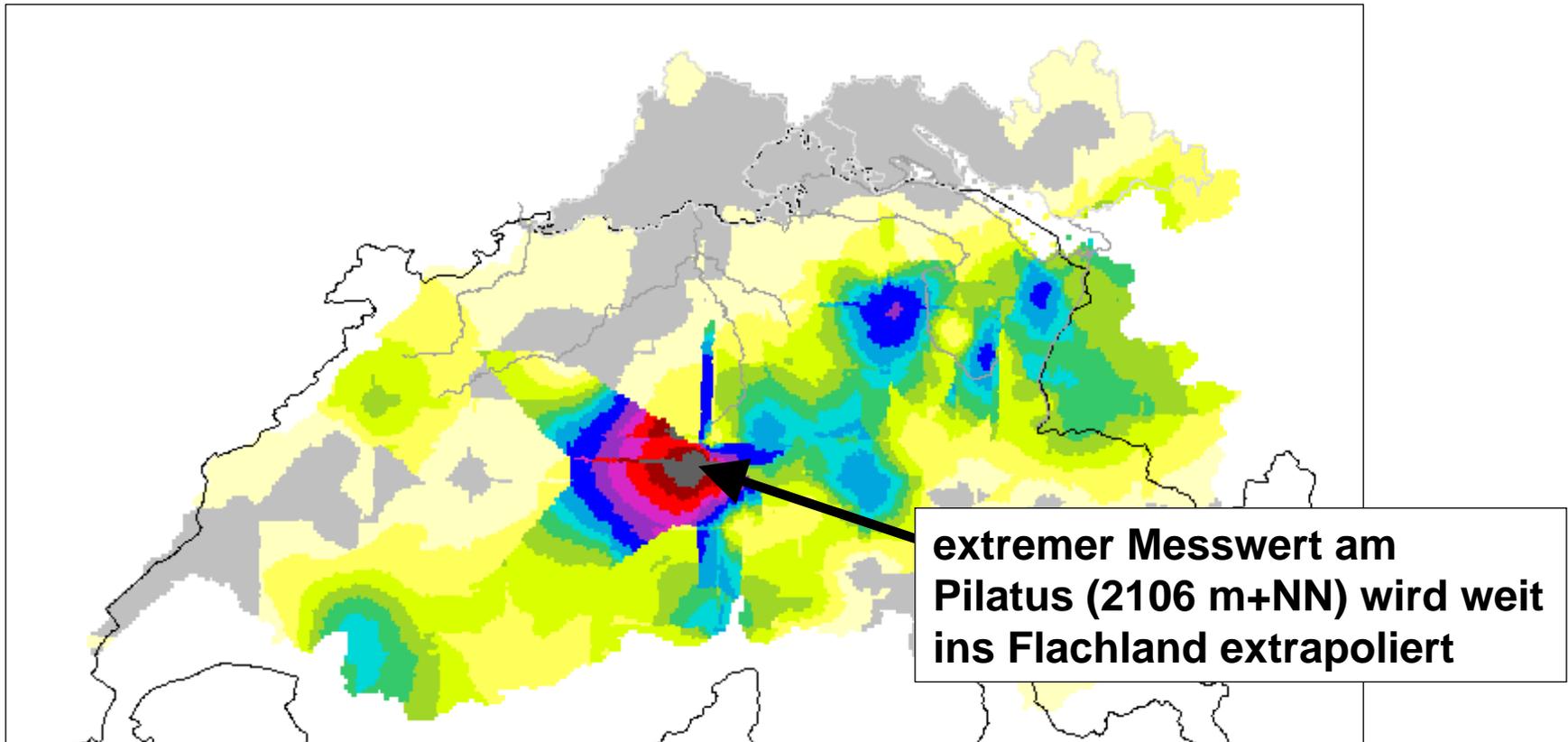
- **Teil 2, ausgewählte LARSIM-Neuerungen:**

- LARSIM*64 bit
- Meteorologisches Interpolationsverfahren
- Berücksichtigung hydrogeologischer Information

Interpolationsverfahren für meteorologische Eingangsdaten

Problem:

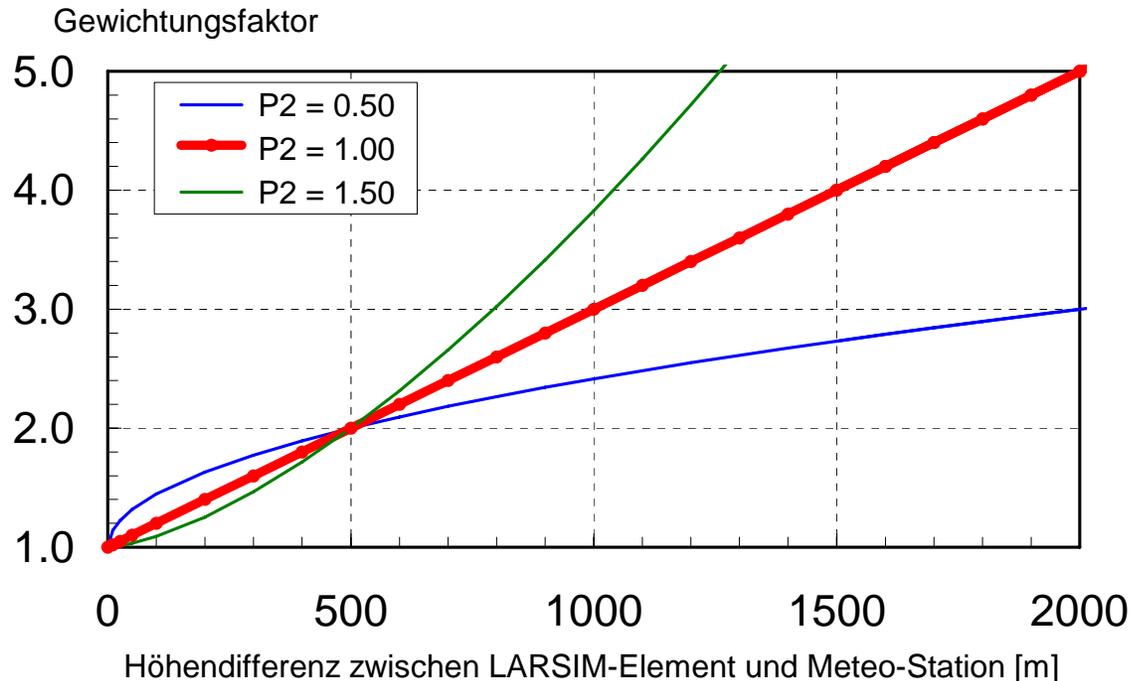
- bei orographiebedingt großen Niederschlagsgradienten und relativ „dünnen“ Messnetzen führt das Rasterpunktverfahren z.T. zu unrealistischen Interpolationen



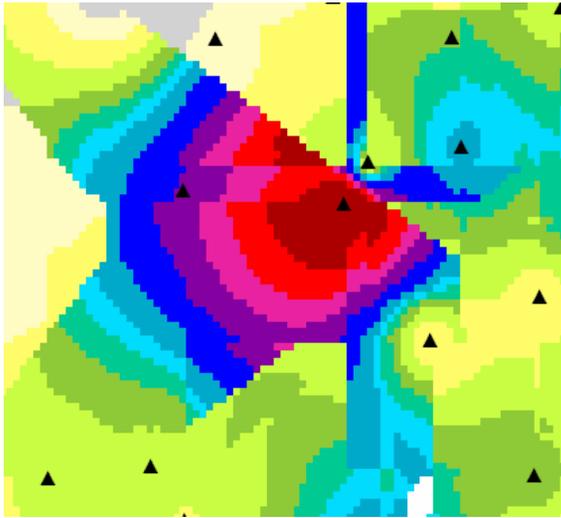
Interpolationsverfahren für meteorologische Eingangsdaten

Lösung:

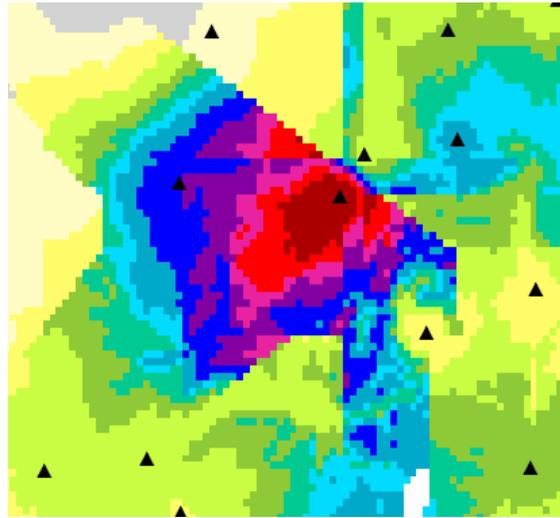
- Weiterentwicklung des Inverse-Distanz-Verfahren:
- Zur Berechnung der Stationsgewichtung im IDW wird anstelle der horizontalen Entfernung eine höhengewichtete Entfernung verwendet:
- $L_{\text{horizontal}} * (1 + \text{ABS}(\text{delta Höhe} / \text{Parameter 1})) ** \text{Parameter 2}$



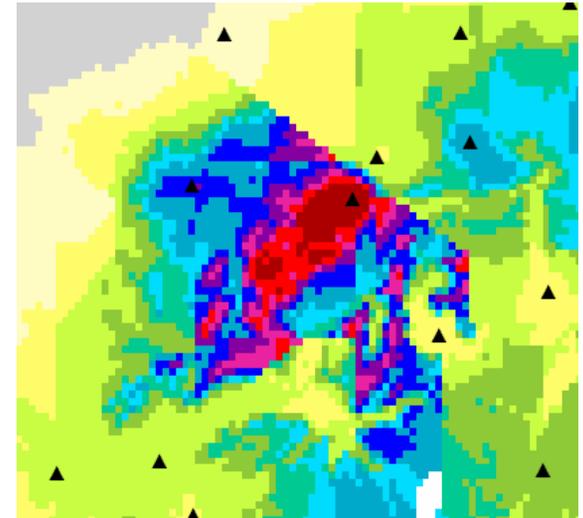
Interpolationsverfahren für meteorologische Eingangsdaten



bisheriges Interpol.verfahren



neues Verfahren, $P1=1000$, $P2=0,5$



neues Verfahren, $P1=500$, $P2=1,0$

Wirkung:

- Interpolationsverfahren berücksichtigt den Reliefunterschied zwischen dem LARSIM-Element und den umliegenden Messstationen
- hier: extreme Niederschläge im Hochgebirge werden nicht mehr so weit in die Ebene extrapoliert
- Vorteile v.a. bei der Interpolation von Niederschlag, Globalstrahlung (Inversionslagen!) und Windgeschwindigkeit

Interpolationsverfahren für meteorologische Eingangsdaten

Wirkung 500 / 1 - Parametrisierung:

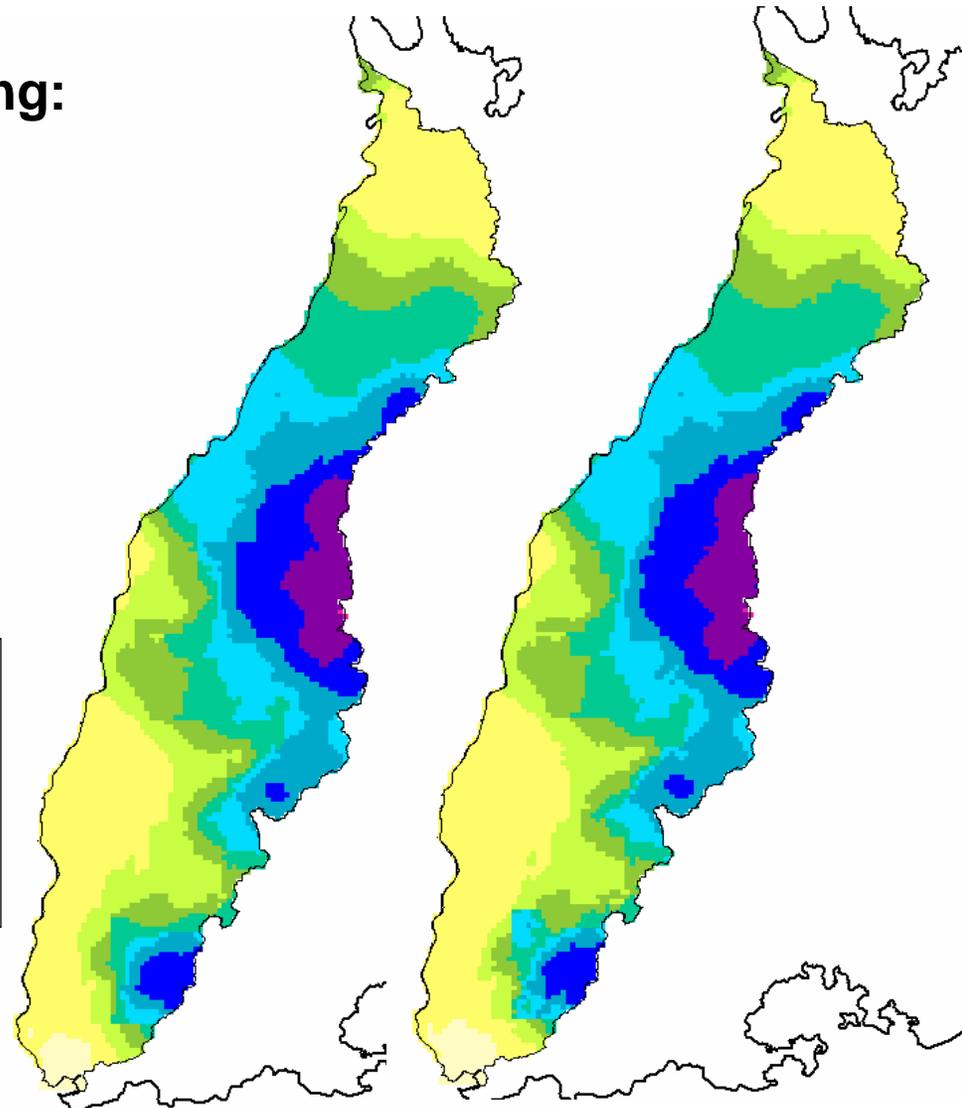
- N: bei dichten Messnetzen und Mittelgebirge nur geringfügig
- V: generelle Verbesserung
- G, T: Verbesserung, v.a. bei Inversionslagen

Option:

HOEHENGEWICHTUNG_RASTERPUNKT

Einzelparameter:

HOEHENGEW RAST 500. 1.0

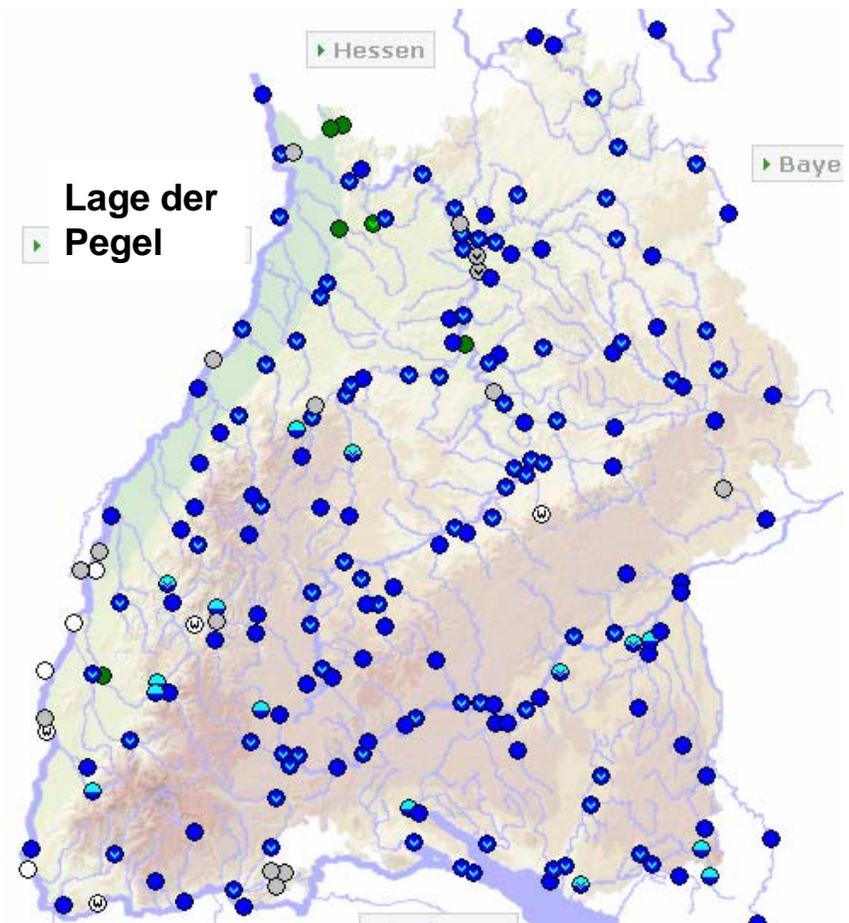
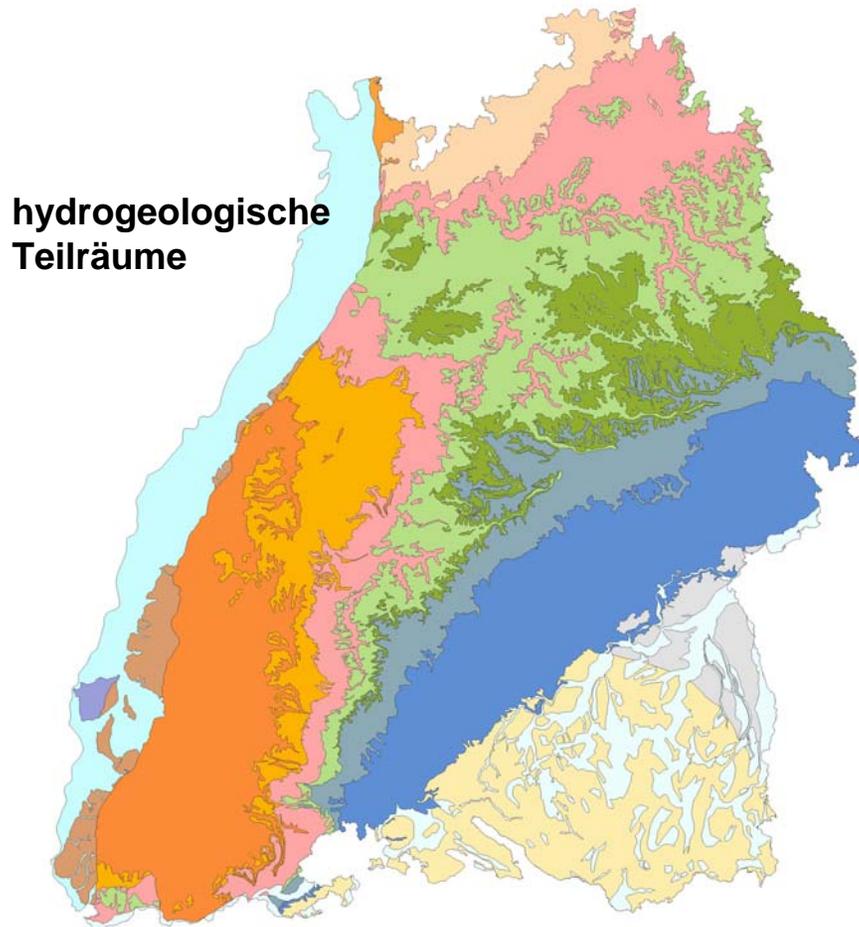


bisherige Interpolation

neues Verfahren, P1 = 500, P2 = 1,0

räumliche Abbildung hydrogeologischer Strukturen

bisher nur indirekt über Kalibrierung,
räumliche Auflösung gemäß Pegel-Einzugsgebiete



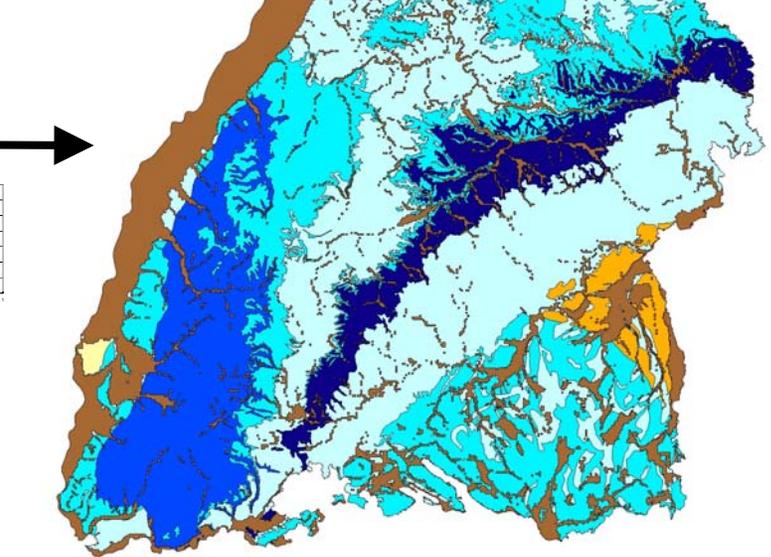
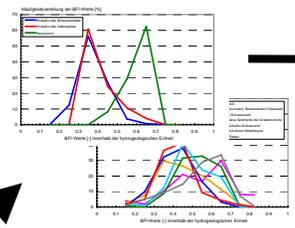
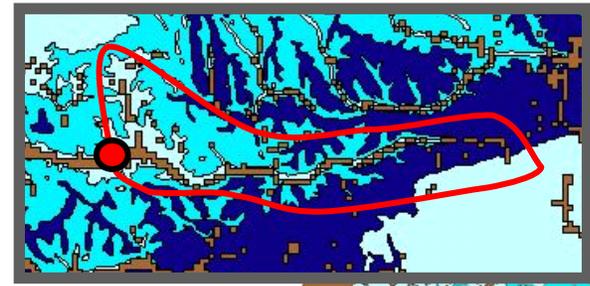
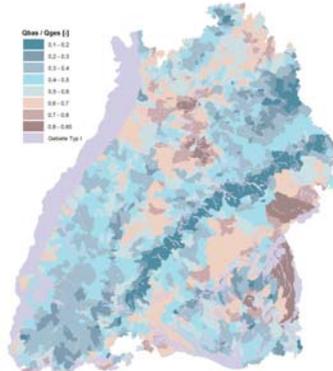
räumliche Abbildung hydrogeologischer Strukturen

Einarbeitung eines hydrogeologischen Hintergrundfeldes in das Wasserhaushaltsmodell:

hydrogeologische
Teilräume
(15 Klassen)

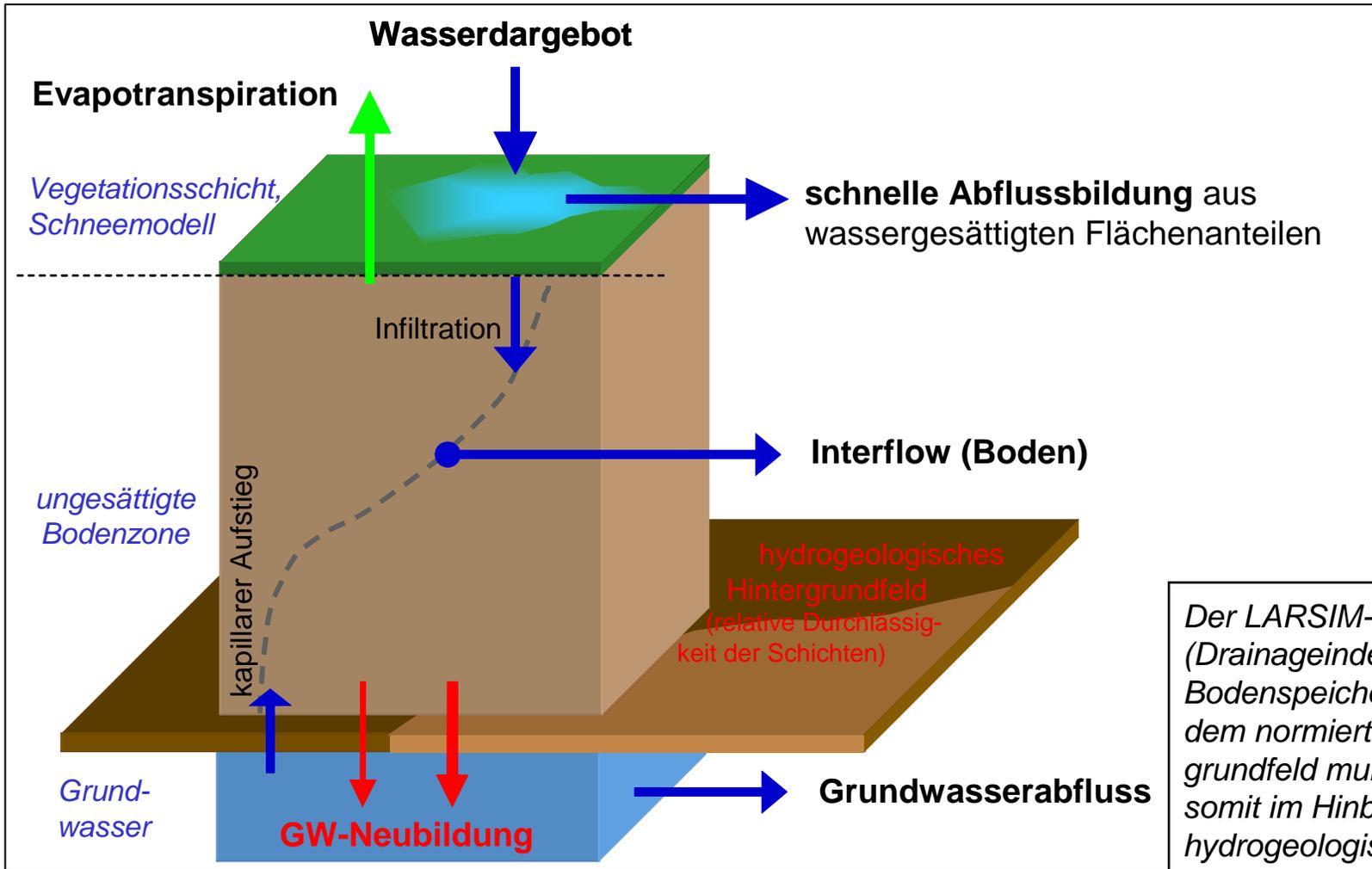


BFI-Werte
Anteil Basis-
abfluss / Qges.



vertikaler Durchlässigkeits-Beiwert VDB

Umsetzung im LARSIM-Bodenmodul



Der LARSIM-Parameter β (Drainageindex tiefer Bodenspeicher) wird mit dem normierten Hintergrundfeld multipliziert und somit im Hinblick auf hydrogeologische Eigenschaften innerhalb der Pegelkontrollbereiche regionalisiert.

räumliche Abbildung hydrogeologischer Strukturen

Wirkung:

- v.a. Auswirkung auf die kleinräumige Verteilung von Grundwasserneubildung und Bodenfeuchte
- geringere Schwankungsbandsbreite bei Kalibrierung der beta-Werte ?
- Wirkung auf Abflüsse am Pegel i.d.R. eher zu vernachlässigen
- Option: PERKOLATION MIT VDB-WERTEN

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit**