

räumlich hochaufgelöste LARSIM-Modelle (inkl. Schneemodell)



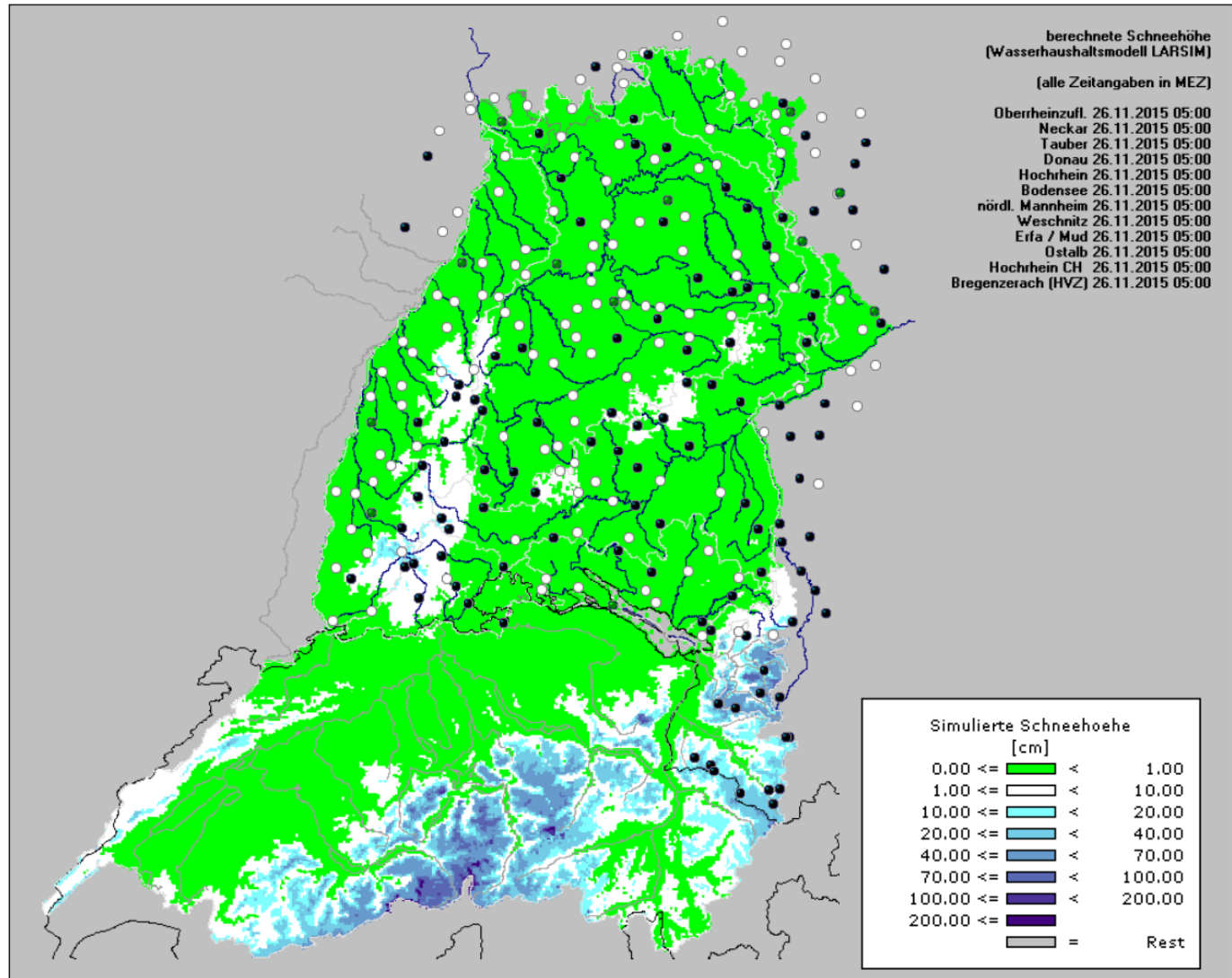
Flächendarstellung

- COSMO-DE Vorhersagen
- COSMO-EU Vorhersagen
- GME-ICON-Vorhersagen
- EZMOS-Vorhersagen
- Meteo-France
- LARSIM-Vorhersagen
- HVZ-Vorhersagen
- NIED-1h-Summen (SIM + VHS)
- WARNSIM-Frühwarnung
- LARSIM-Simulationen
 - ber. Schneehöhe (SHSIM)
 - ber. Schneehöhe am Simulationsbeginn (SHSIM1)
 - Schneetemperatur (STSIM)
 - Schneedichte (SDSIM)
 - ber. Wasseräquivalent (SWSIM)
 - ber. Wasseräquivalent am Simulationsbeginn (SWSIM1)
 - Wasserdargebot (WDSIM)
 - Wasserdargebot 48 Stunden (WDSIM48)
 - Basisabflussspende (QBSIM)
 - Interflussspende (QISIM)
 - Q-Sp. langs. Direktabfl. (QDSIM)
 - Q-Sp. schn. Direktabfl. (QD2SIM)
 - Gesamt-Abflussspende (QGSIM)
 - aktuelle Verdunstung (EVSIM)
 - relative Bodenfeuchte (BPSIM)
 - Grundwasserneubildung (RBSIM)
 - Nachführung Wasserdargebot (FAK_WD)
 - Nachführung Speicher B/I/D (FAK_BID)
 - Nachführung Speicher I/D (FAK_ID)
- Meteo-Messungen
- Schneedaten

WHM-Modell (LUBW)

Stationen anzeigen

(○=Ausfall bzw. Messwert zu alt, ● = Messwert ist 0, ●=Messwert ist aktuell, Messwert-Info=Mauszeiger über Station)



Modellierung der Schneedecke in den operationellen LARSIM-Modellen

Schneeakkumulation

- kontinuierlicher Regen- / Schnee-
übergang (Schneereggen)
- ab 2016: Schnee-Interzeption auf
Kronenschicht bei Wald

Energiebilanz Schneedecke

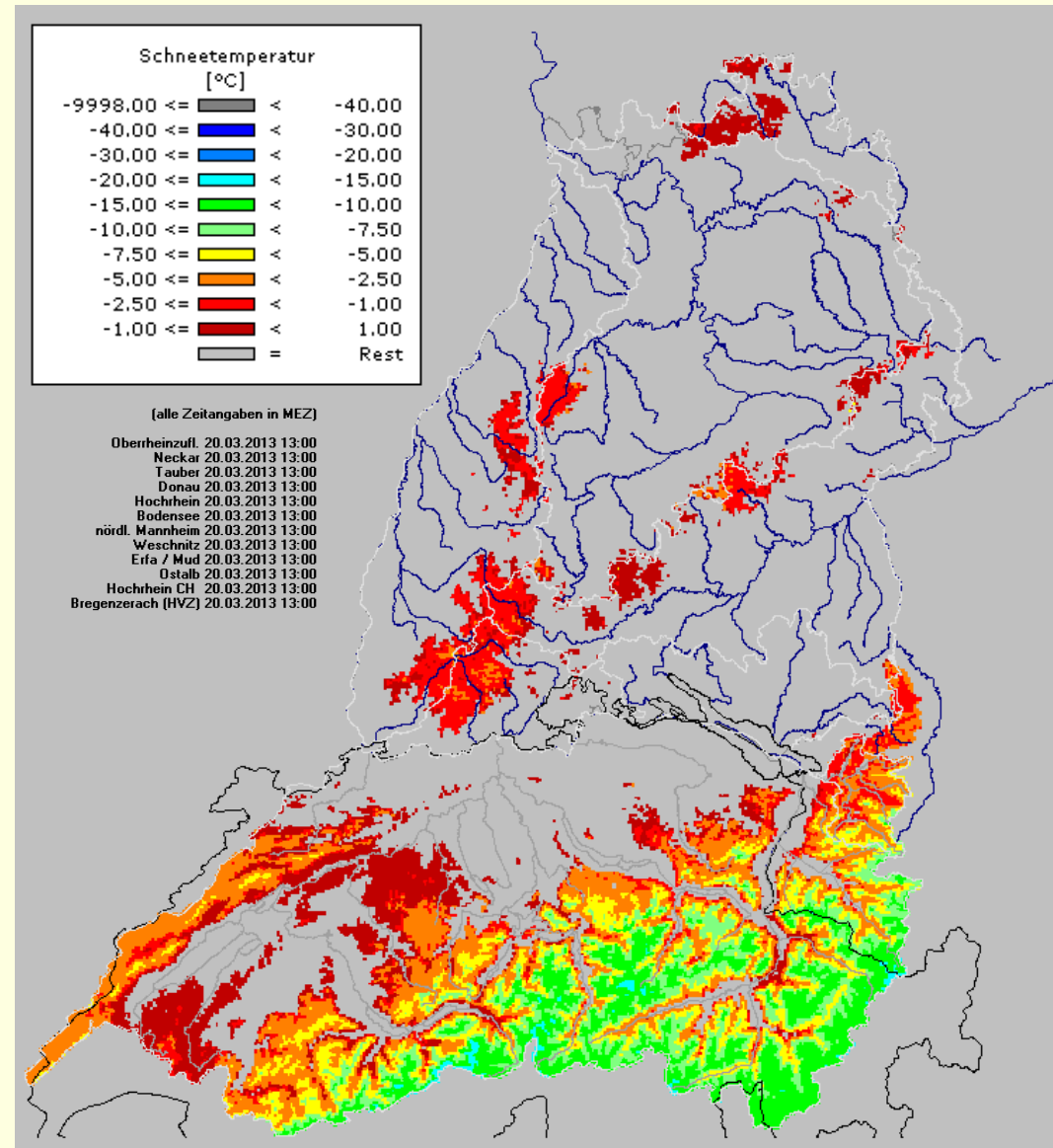
- vollständiges Energiebilanzverfahren
- dyn. Albedo, dyn. Bodenwärmestrom,
Strom fühlbarer und latenter Wärme,
kurz- und langwellige Strahlungsbilanz,
Kälteinhalt Schnee

Setzung und Wasserabgabe

- Lagerungsdichte, Anteile flüssiges /
gefrorenes Wasser, Berechnung von
Retention und Wasserabgabe: snow
compaction (Bertle)

weitere Prozesse

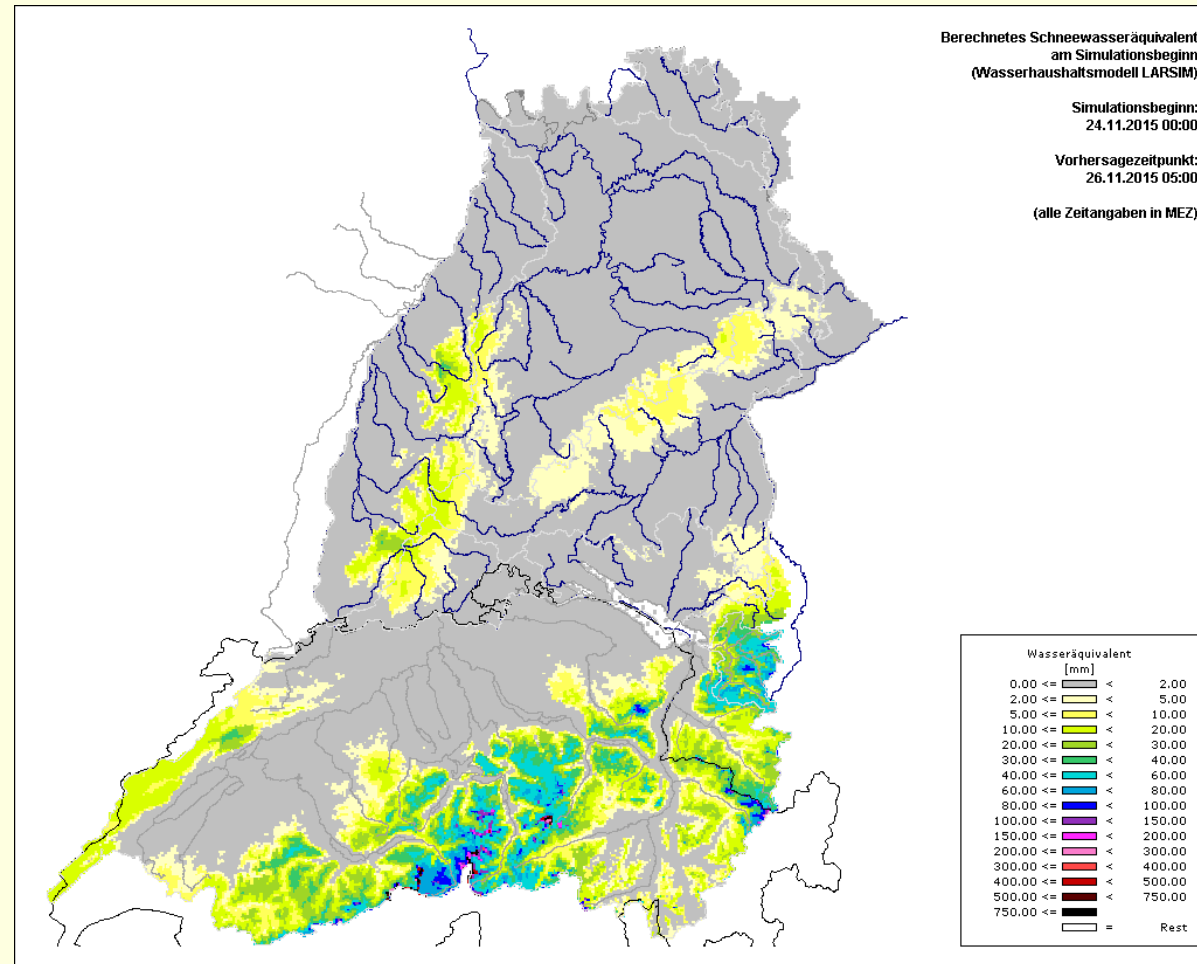
- Massentransport vereinfacht nach
Geländeneigung der EZG
- Höhenzonierung nicht aktiviert, gefr.
Boden nicht akt. / ?noch? keine
Berücksichtigung von Exposition u.
Hangneigung / kein Gletscher



Validierung der LARSIM-Schneedecke im operationellen Betrieb

zum Abgleich berechneter Zustandsgrößen mit vorhandenen Messdaten

- Vorteil berechneter Schneedecke: basiert auf rund 400 N-Stationen
- Nachteil: kann im Winterverlauf von tatsächlichen Verhältnissen abdriften
- Validierung anhand verschiedener Informationsquellen
- 1x wöchentlich, im Vorfeld eines Hochwassers ggf. häufiger



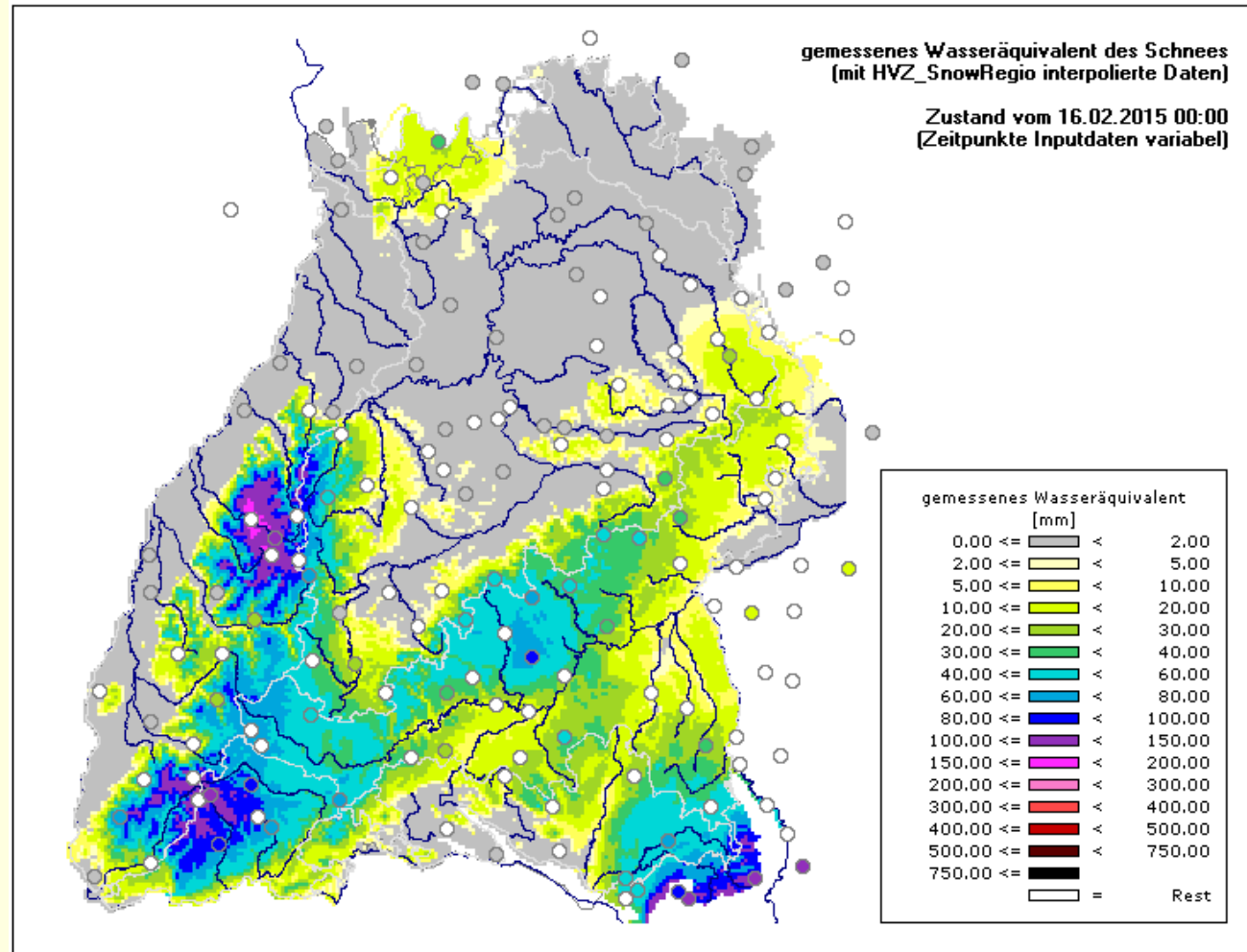
Informationsquellen: Stationsmessdaten und Interpolation

ca. 100 Stationen mit Wasseräquivalent und S-Höhe sowie ggf. Grad der Schneebedeckung

Interpolation Schneewasseräquivalent:

1x täglich (Programm Snow_Regio)

Problem sind u.a. nicht repräsentative „Insel“-Stationen

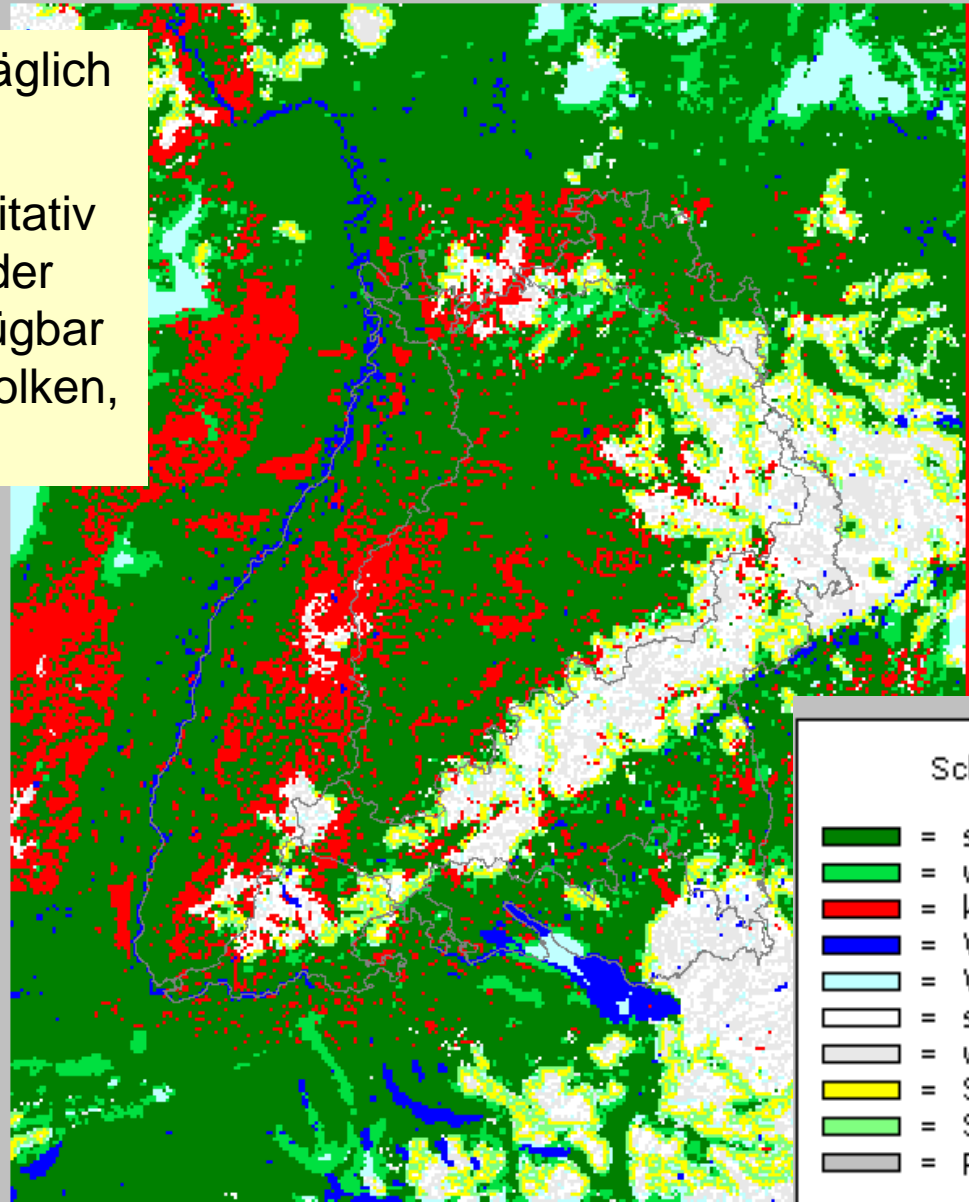


Informationsquelle : Schnee-Wolken-Klassifikation (opt. Satellitenbild)











- Aktualisierung täglich
- **aber:**
flächenhaft qualitativ hochwertige Bilder sind selten verfügbar (Einfluss von Wolken, Wald)

Schnee - Wolken - Klassifikation
aus optischen Satellitenbildern

05.01.2015 11:55



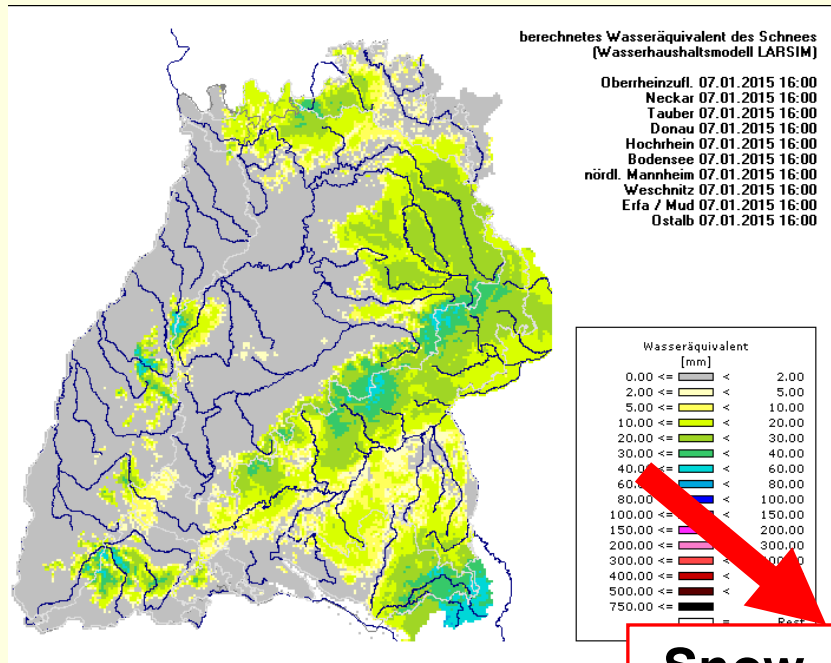
Schnee-Wolken-Klassen

	= sicher kein Schnee
	= wahrscheinlich kein Schnee
	= keine Daten
	= Wasser
	= Wolke
	= sicher Schnee
	= wahrscheinlich Schnee
	= Schneegrenze weiß
	= Schneegrenze grün
	= Rest

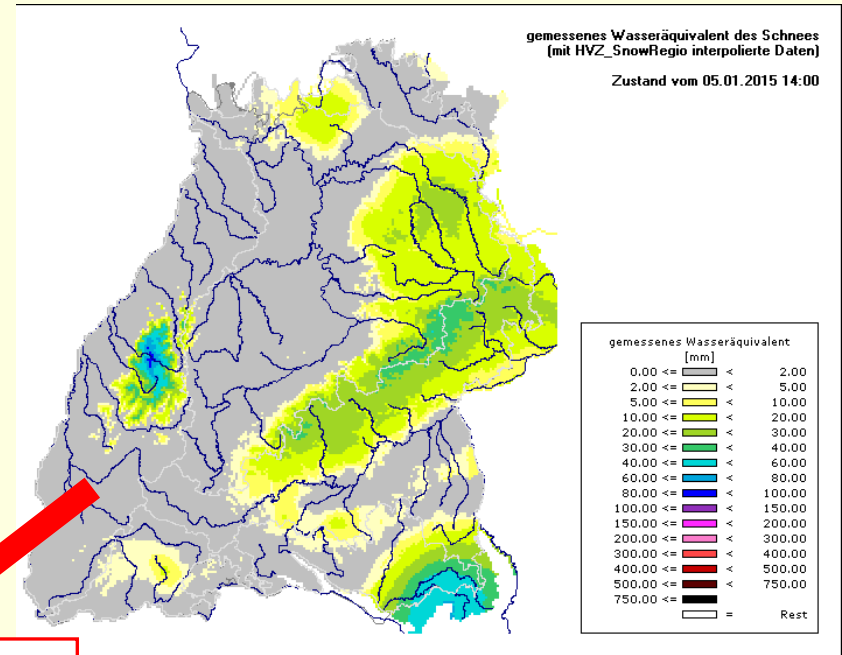
Snow_Regio Regionalisierungsverfahren

- externes Programm, d.h. keine Probleme an Wasserscheiden / Flussgebietsgrenzen
- Verwendung von Punktmessungen und ggf. Satellitendaten
- External Drift Kriging, wobei Höhenabhängigkeit ist nicht durch feste Beziehung vorgegeben ist, sondern dynamisch aus verfügbaren Schneestationen und deren Höhenlage berechnet wird
- Regionalisierung der SWÄ-Messdaten auf Modellgebiete (hier: 1 km²-Raster)

Berechnung LARSIM (Basis: Meteo-Messungen)

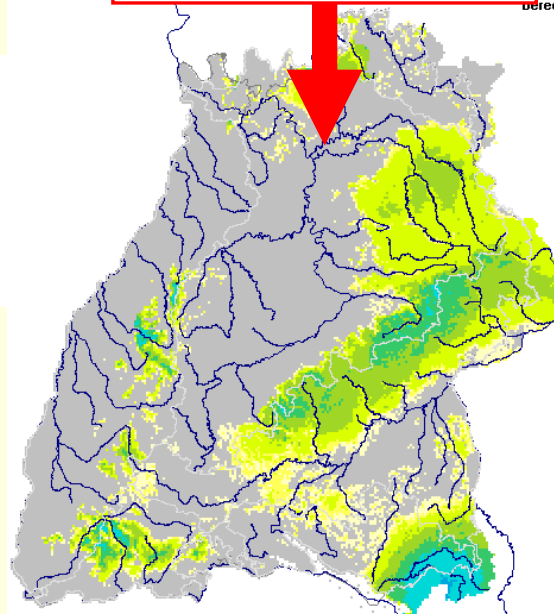


Interpolation SnowRegio (Messstationen u Satellit)



Snow_Update

Gewichtung der Datenquellen für das update gebietsspezifisch steuerbar



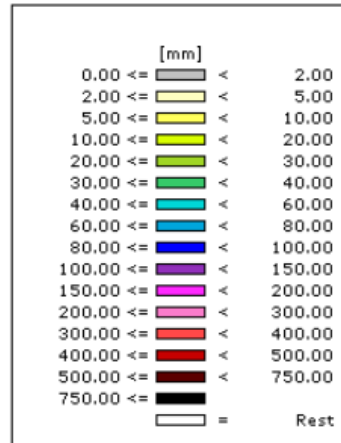
- Es werden zunächst die SWÄ nachgeführt.
- Entsprechend dem Grad der SWÄ-Nachführung werden anschließend die anderen Schneegrößen nachgeführt.
- Dabei werden die simulierten inneren Zustände des Schnees soweit wie möglich beibehalten

weitere Datenquellen: WSL-Produkt (berechnetes WÄ), ggf. SNOW4



Flächendarstellung

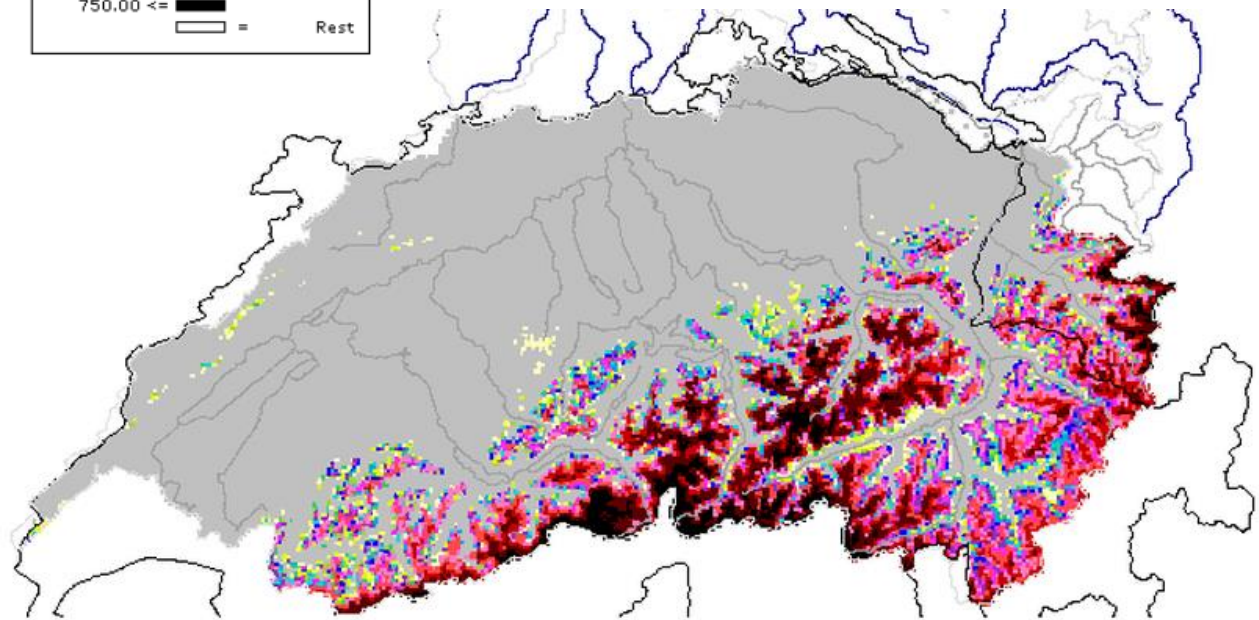
- COSMO-DE Vorhersagen
- COSMO-EU Vorhersagen
- GME-ICON-Vorhersagen
- EZMOS-Vorhersagen
- Meteo-France
- LARSIM-Vorhersagen
- HVZ-Vorhersagen
- NIED-1h-Summen (SIM + VHS)
- WARNSIM-Frühwarnung
- LARSIM-Simulationen
- Meteo-Messungen
- Schneedaten
 - Messung WÄ (interpol. HVZ-SnowRegio)
 - Tag: 0, -6, -5, -4, -3, -2, -1, 0
 - ▶ **Messung WÄ Schweiz (interpol. WSL)**
 - ▶ SWSIM (Tgr +1.0°C)
 - ▶ SWSIM (Tgr -1.0°C)
 - SWWH (Tgr)
 - +1°C: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
 - 0°C: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
 - 1°C: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
 - ▶ SWK Baden-Württemberg
 - ▶ SWK Hochrhein



Schneewasseräquivalent
(WSL-Schneemodell)

(alle Zeitangaben in MEZ)

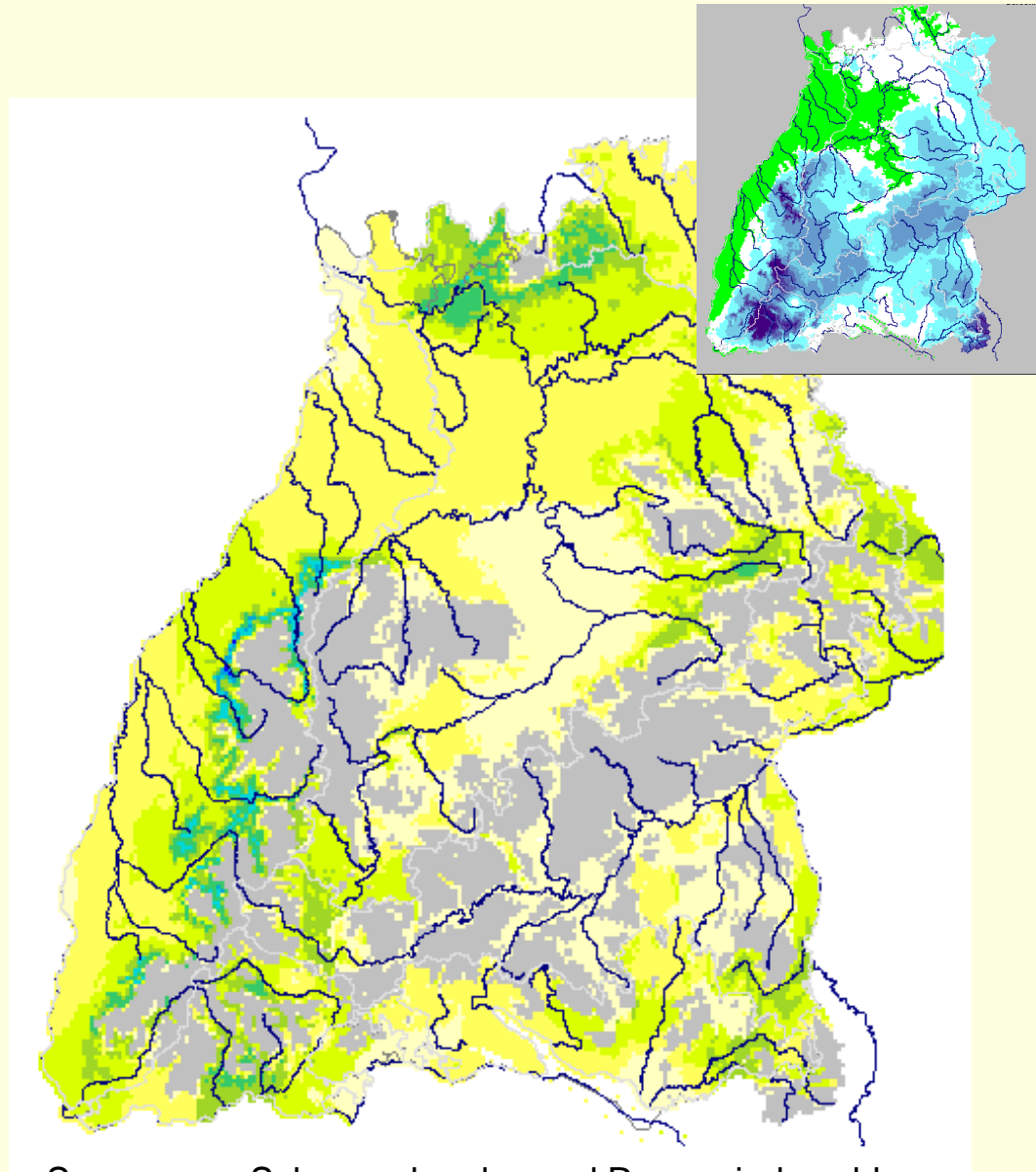
Hochrhein CH 01.04.2015 08:00



-> räumlich differenzierte Berechnung des Wasserdargebotes

- keine / geringe Wasserabgabe aus Hochlagen
- Kombination aus Regen und Schneeschmelze aus Lagen mit abtauendem Schnee
- Wasserdargebot nur aus Regenniederschlag in tieferen Lagen

Variation vorhergesagter
Lufttemperatur zur Abschätzung
der VH-Unsicherheit



Summe aus Schneeschmelze und Regenniederschlag,
LARSIM 16.02.2006

Fazit

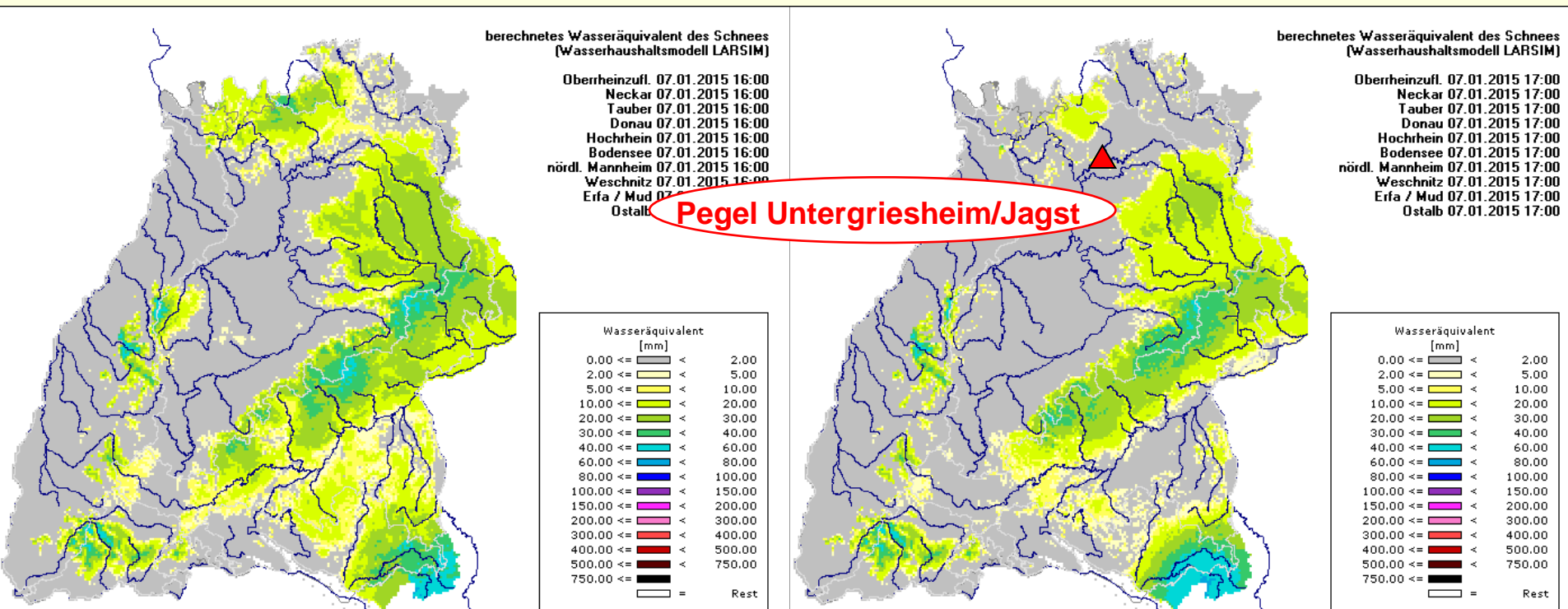
- **Schnee**aufbau und – schmelze kann situationsbedingt eine **bedeutende Rolle** spielen bei der Abflussvorhersage
- **prozessdetaillierte Schneemodellierung** ist daher wesentlicher Bestandteil der operationellen Abflussvorhersage
- **Schneenachführung** anhand von interpolierten Schneemessungen ist wichtige und **wirksame Eingriffsmöglichkeit**
- **auch in Zukunft sind Weiterentwicklungen erforderlich**

Schnee-Nachführung am 07.01.2015 16 Uhr

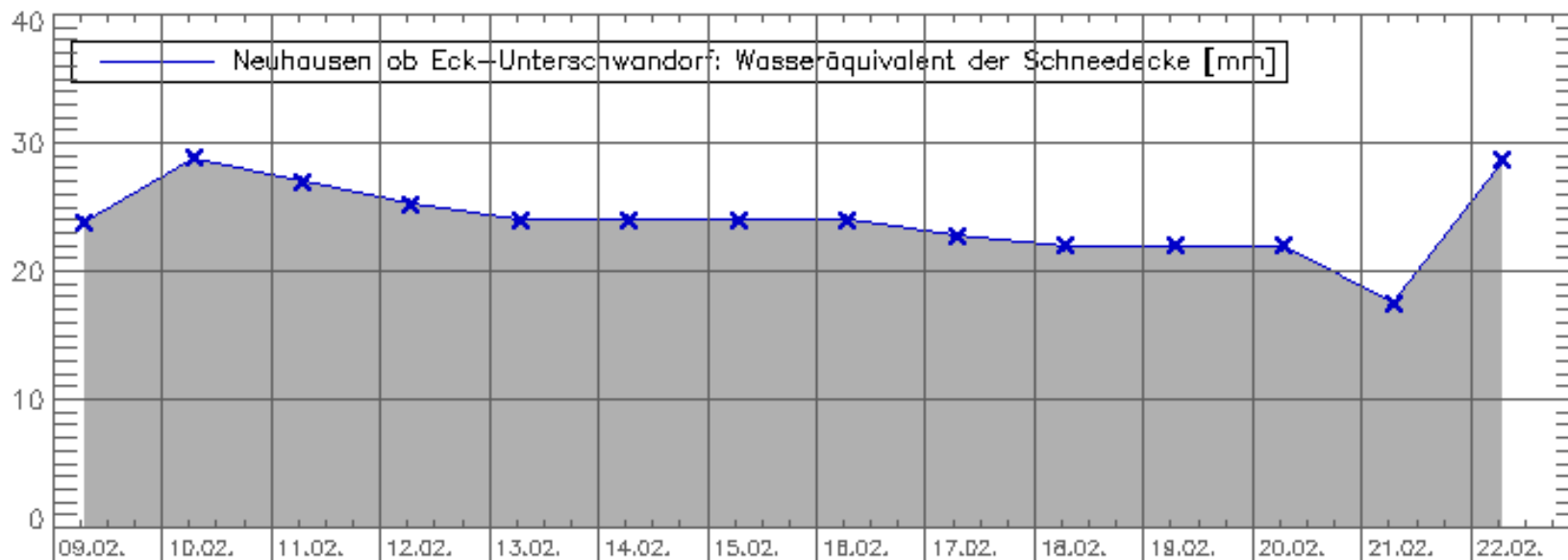
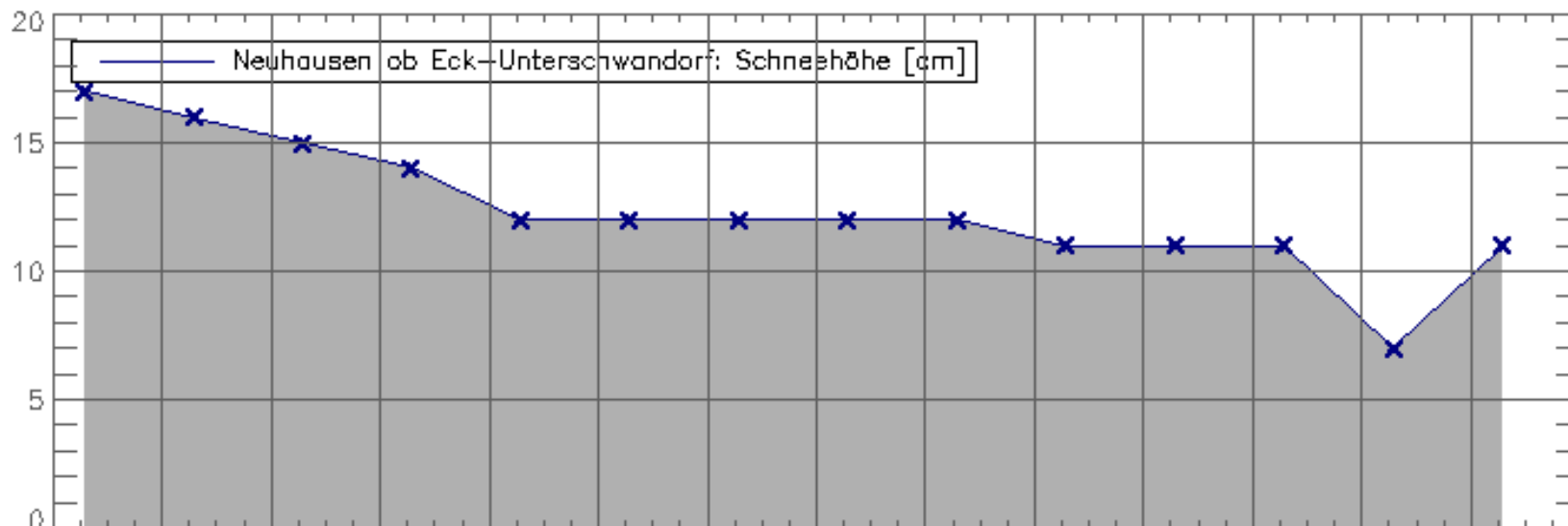
- Ersetzen des LARSIM-internen Schneezustands vom 05.01. (2 Tage Simulations-Vorlauf)
- Programm HVZ_SnowUpdate, Nachführungs-Faktor: 1
- Nachführung gebietsspezifisch

Simulation SWÄ, letzter VZP vor Nachführung

Simulation SWÄ, erster VZP nach Nachführung



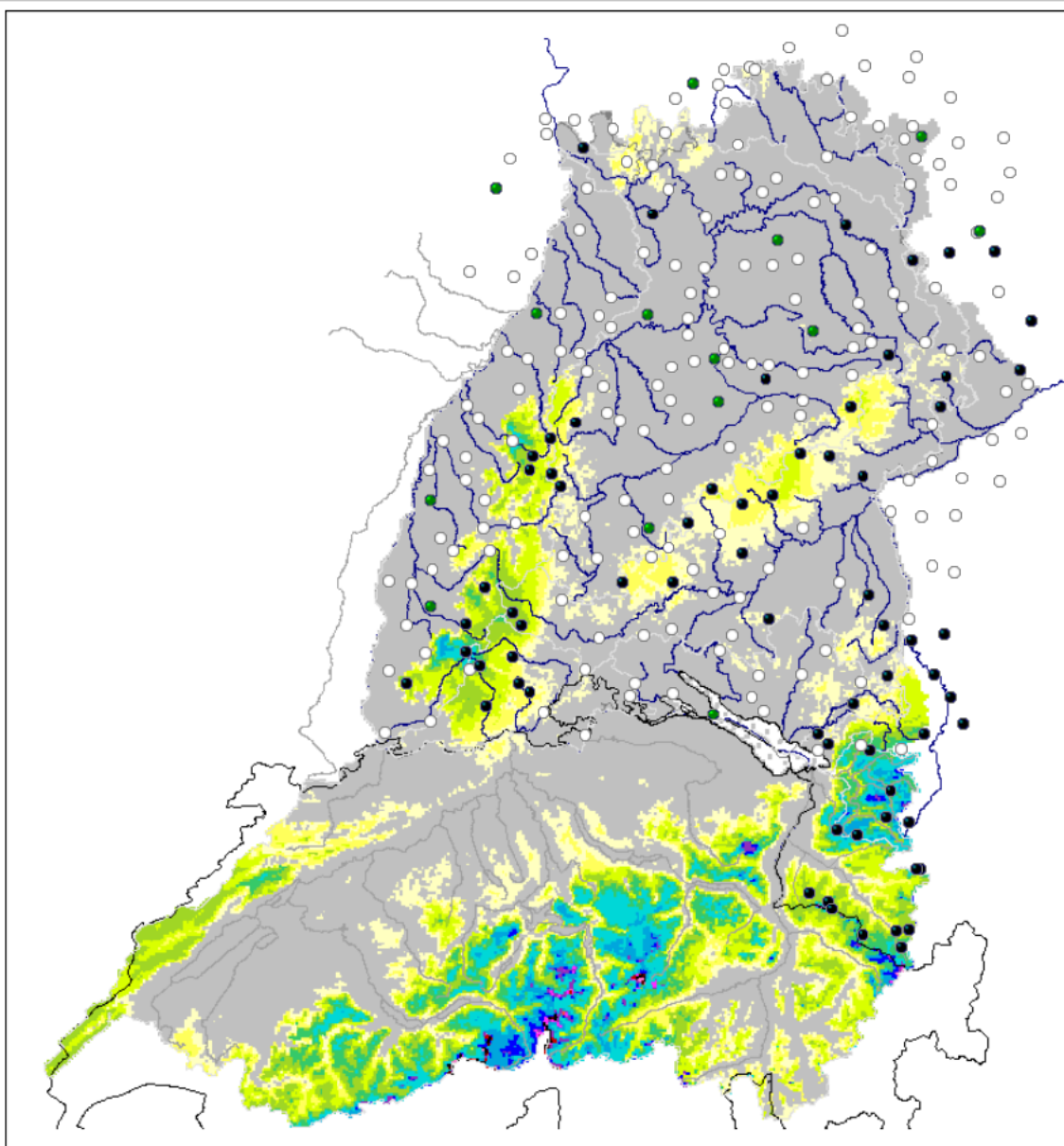
Informationsquelle: Stationsmessdaten (Ganglinien)





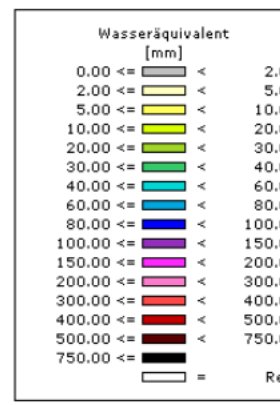
Flächendarstellung

- COSMO-DE Vorhersagen
- COSMO-EU Vorhersagen
- GME-ICON-Vorhersagen
- EZMOS-Vorhersagen
- Meteo-France
- LARSIM-Vorhersagen
- HVZ-Vorhersagen
- NIED-1h-Summen (SIM + VHS)
- WARNSIM-Frühwarnung
- LARSIM-Simulationen
 - ▶ ber. Schneehöhe (SHSIM)
 - ▶ ber. Schneehöhe am Simulationsbeginn (SHSIM1)
 - ▶ Schneetemperatur (STSIM)
 - ▶ Schneedichte (SDSIM)
 - ▶ ber. Wasseräquivalent (SWSIM)
 - ▶ ber. Wasseräquivalent am Simulationsbeginn (SWSIM1)
 - ▶ Wasserdargebot (WDSIM)
 - ▶ Wasserdargebot 48 Stunden (WDSIM48)
 - ▶ Basisabflussspende (QBSIM)
 - ▶ Interflowsspende (QISIM)
 - ▶ Q-Sp. langs. Direktabfl. (QDSIM)
 - ▶ Q-Sp. schn. Direktabfl. (QD2SIM)
 - ▶ Gesamt-Abflussspende (QGSIM)
 - ▶ aktuelle Verdunstung (EVSIM)
 - ▶ relative Bodenfeuchte (BPSIM)
 - ▶ Grundwasserneubildung (RBSIM)
 - ▶ Nachführung Wasserdargebot (FAK_WD)
 - ▶ Nachführung Speicher B/I/D (FAK_BID)
 - ▶ Nachführung Speicher I/D (FAK_ID)
- Meteo-Messungen
- Schneedaten

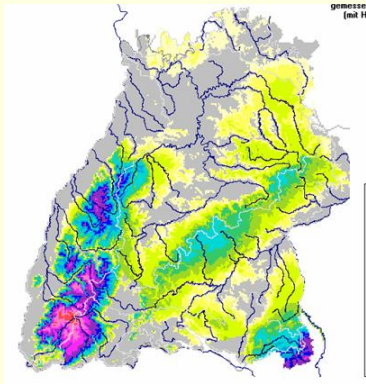


berechnetes Wasseräquivalent des Sch...

- (alle Zeitangaben in M...)
- Oberrheinzufl. 25.11.2015 1
 - Neckar 25.11.2015 1
 - Tauber 25.11.2015 1
 - Donau 25.11.2015 1
 - Hochrhein 25.11.2015 1
 - Bodensee 25.11.2015 1
 - nörtl. Mannheim 25.11.2015 1
 - Weschnitz 25.11.2015 1
 - Erla / Mud 25.11.2015 1
 - Ostalb 25.11.2015 1
 - Hochrhein CH 25.11.2015 1
 - Bregenzerrach (HVZ) 25.11.2015 1



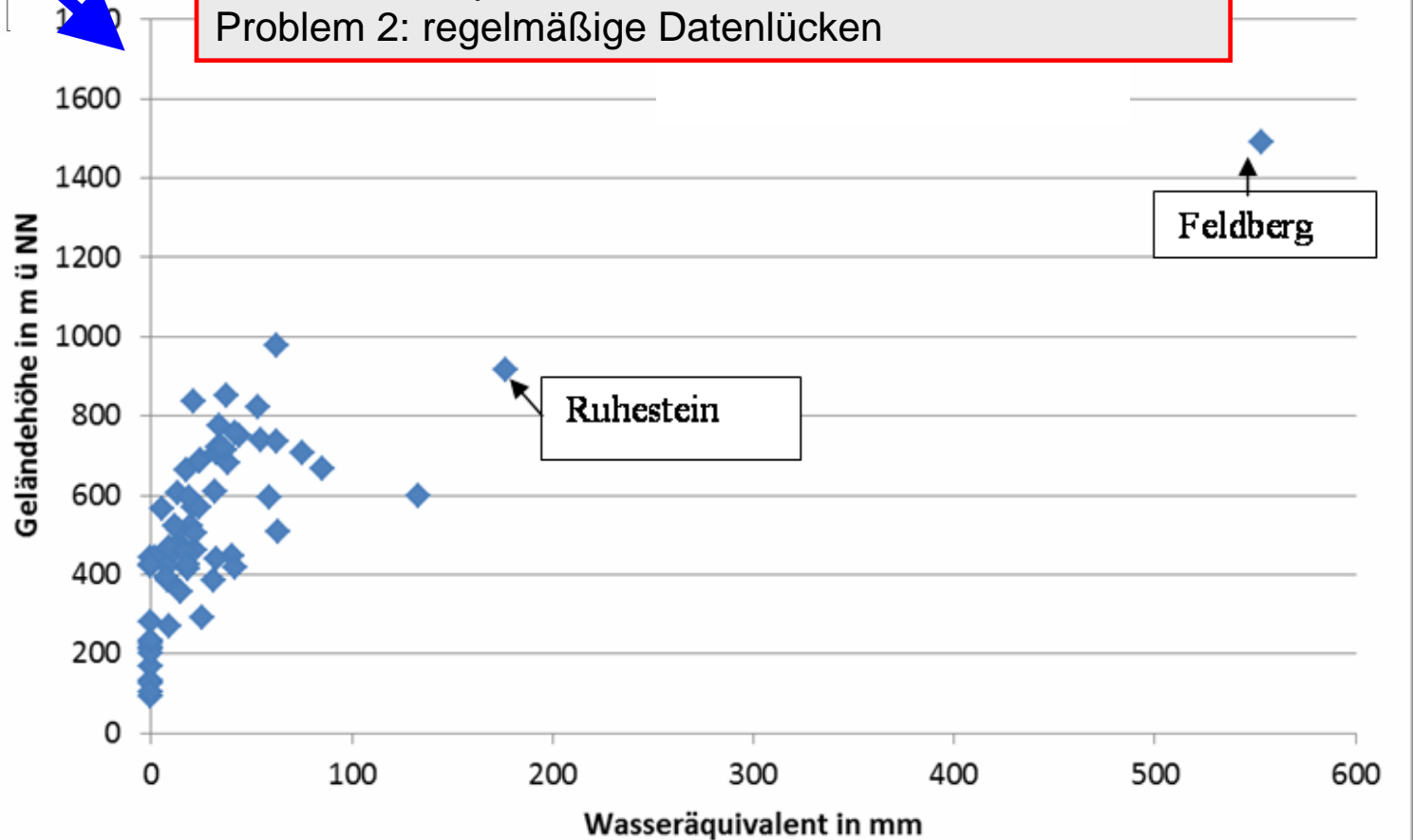
Erfahrungen bei der flächenhafte Extrapolation von Schneemessdaten



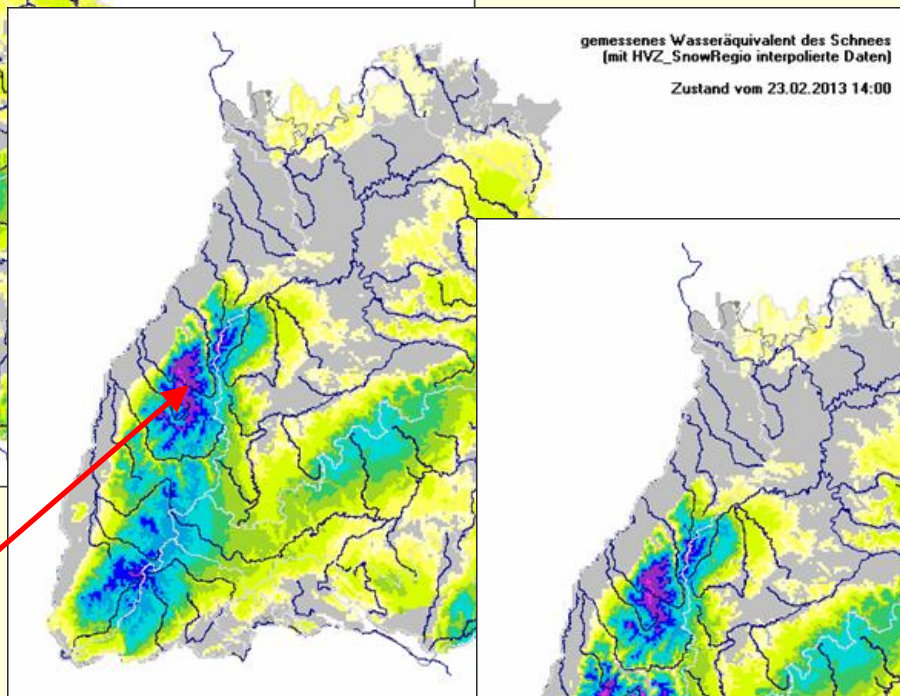
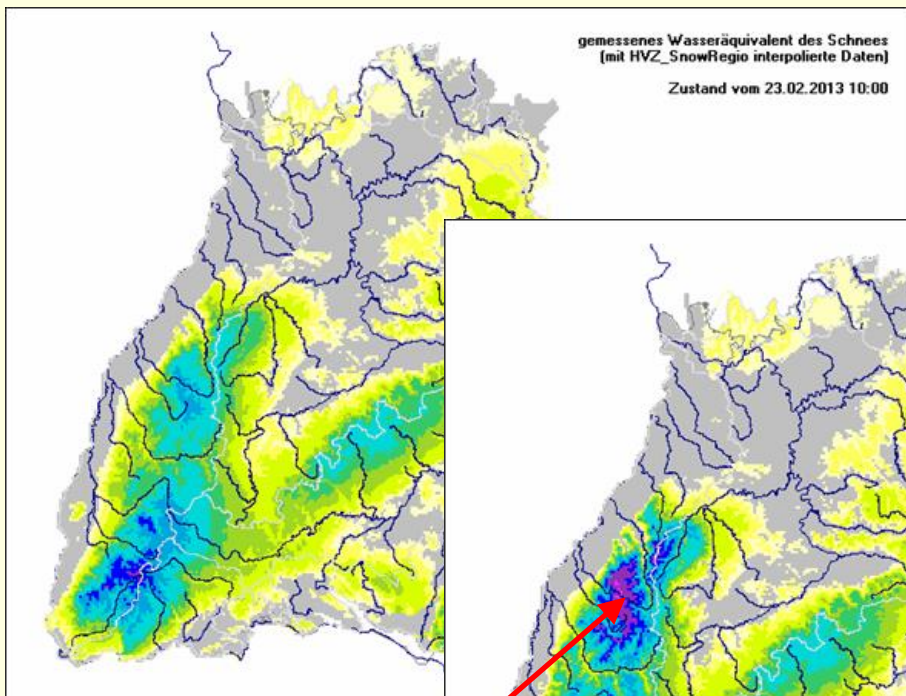
Die Wasseräquivalente oberhalb 900 m werden maßgeblich durch zwei („Ausreißer“-) Stationen bestimmt.

Problem 1: Repräsentativität?

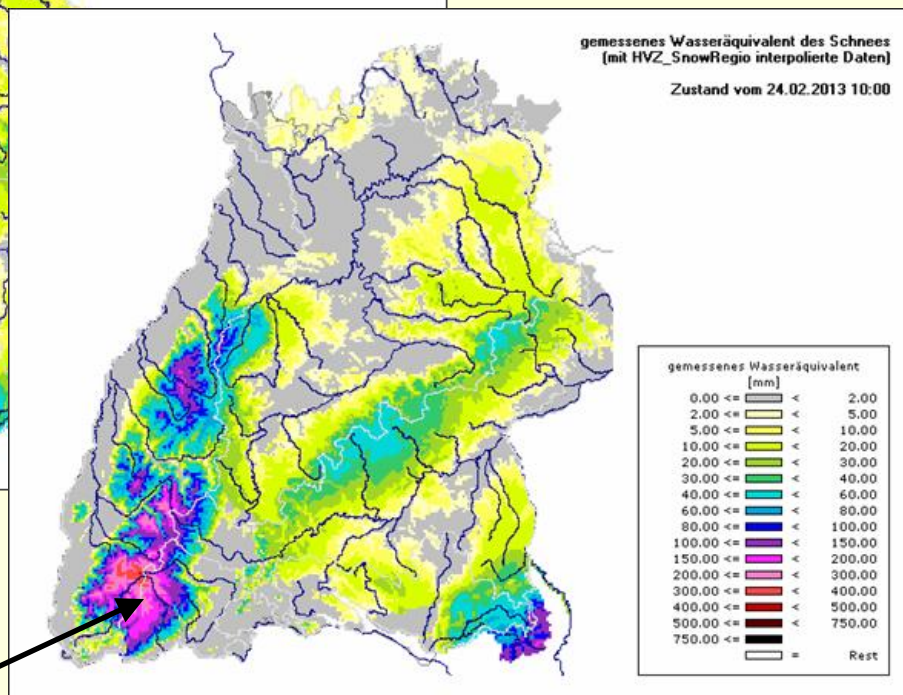
Problem 2: regelmäßige Datenlücken



Auswirkungen von Datenlücken bei „Inselstationen“ auf Kriging-Ergebnis von SnowRegio

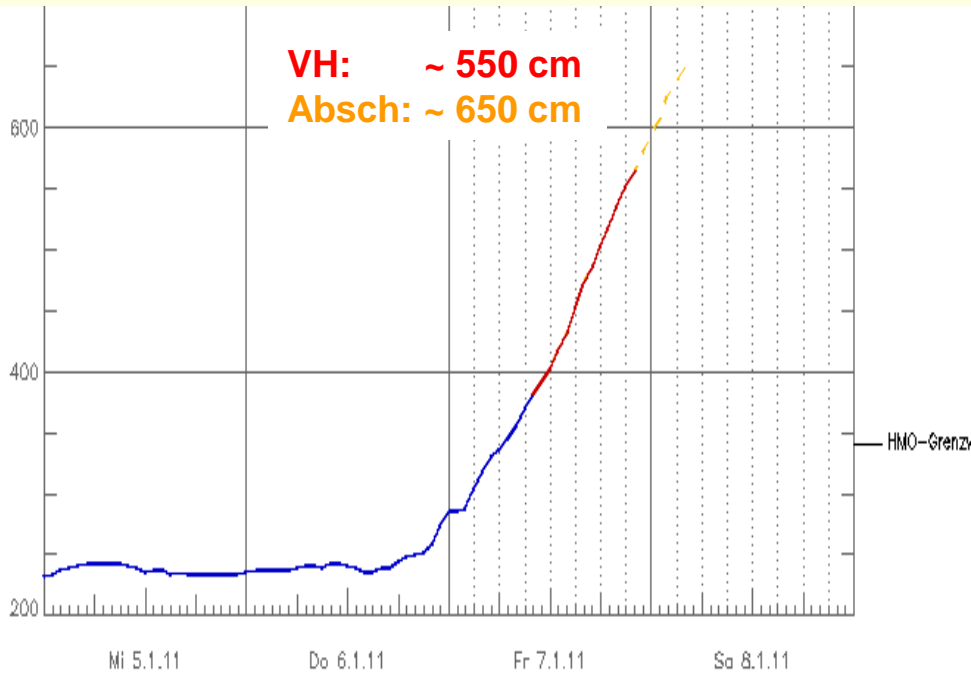


mit Station Ruhestein

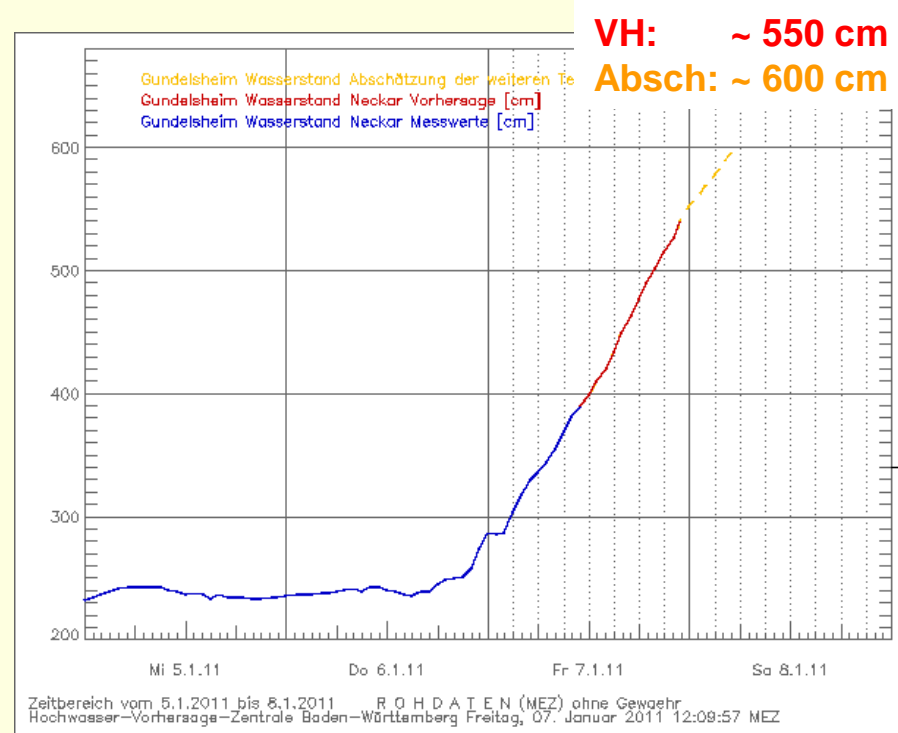


mit Station Feldberg

Auswirkung auf veröffentlichte Vorhersagen, Wasserstand Pegel Gundelsheim / Neckar, Jan. 11



vor SWÄ-Nachführung



nach SWÄ-Nachführung