

Modell-Nachführung im Wasserhaushaltsmodell LARSIM: Nachführung der Bodenfeuchte und des Wasseräquivalents des Schnee

Dr.-Ing. Kai Gerlinger

HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft

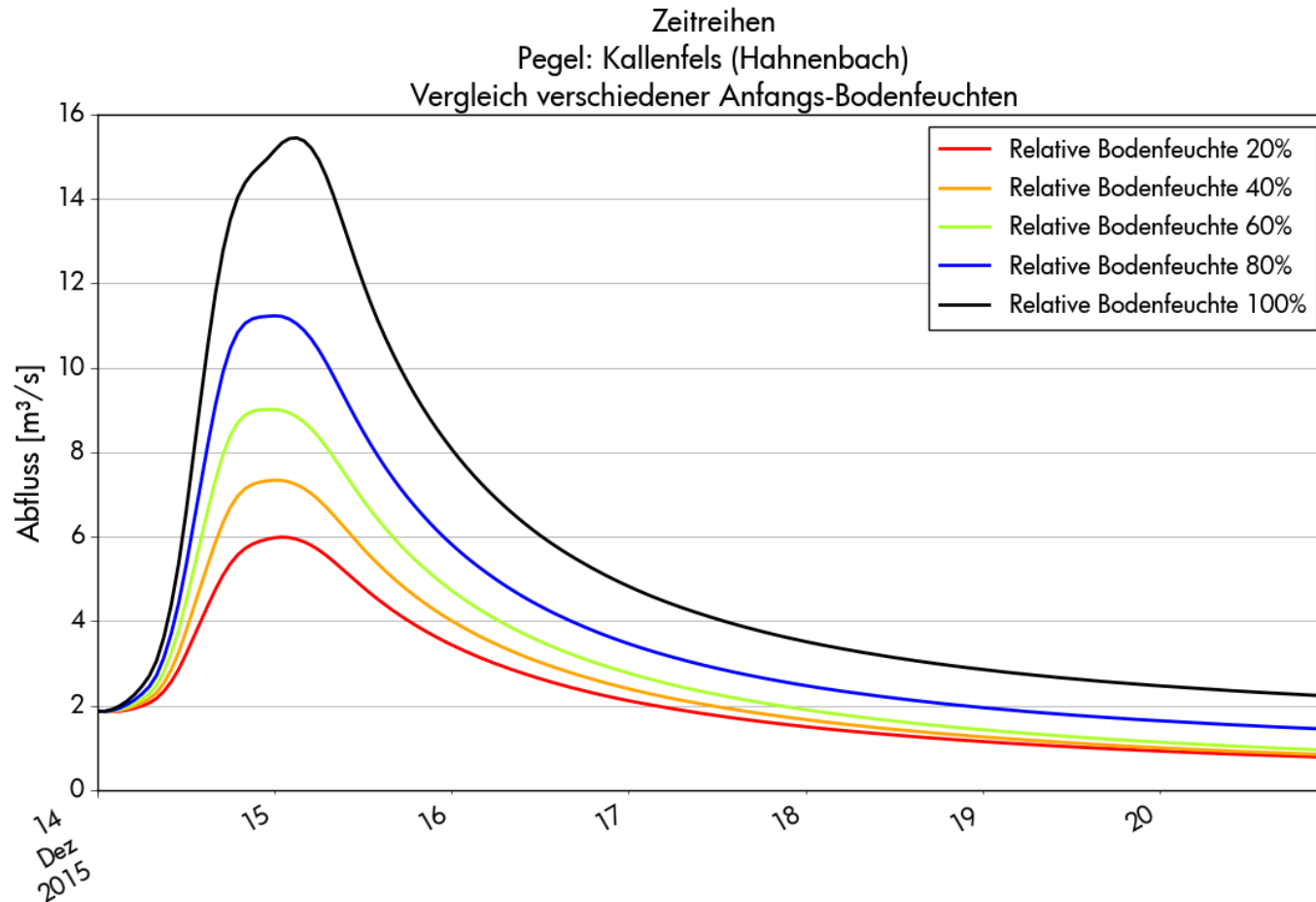
Juni 2020

Nachführung der Bodenfeuchte

- Die Bodenfeuchte ist eine wichtige Steuergröße im Niederschlags-Abfluss-geschehen
- Bei Niederschlagsereignissen hat die aktuelle Bodenfeuchte Einfluss auf die Höhe der Infiltration und damit auch auf die Abflussbildungsprozesse, insbesondere auf die Aufteilung in oberirdische und unterirdische Prozesse.
- Vorteil der kontinuierlichen Wasserhaushaltsmodellierung ist die laufende Berechnung der Wasservorräte in allen Teilspeichern des Modells, so dass eine Vorhersageberechnung immer auf den aktuellen hydrologischen Zuständen in den Einzugsgebieten aufsetzen.
- Aber: Berechnete Bodenfeuchte kann deutlich von der aktuellen Bodenfeuchte abweichen → Auswirkung auf die Vorhersagen.

Nachführung der Bodenfeuchte

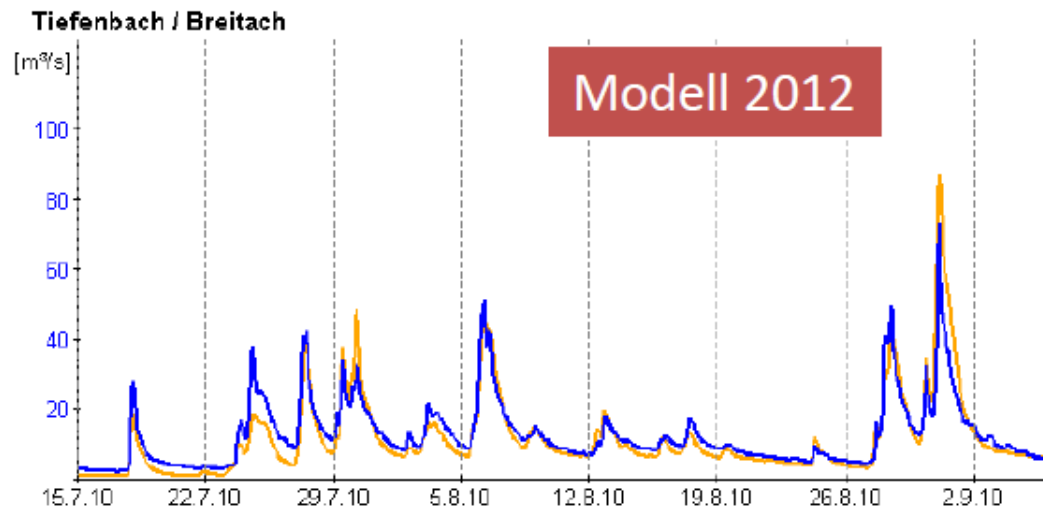
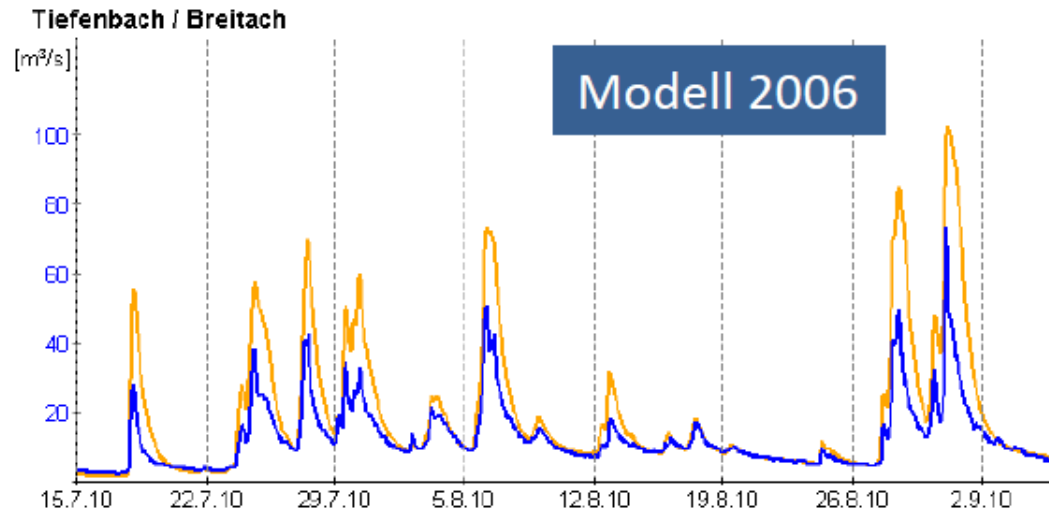
- Einfluss der Bodenfeuchte auf die simulierten Abflüsse



→ Verhältnis der Scheitelwerte = 2.5
Zum Vergleich: Verhältnis HQ50/HQ10 = 1.51

Nachführung der Bodenfeuchte

- Einfluss der Bodenparametrisierung auf die simulierten Abflüsse



Nachführung der Bodenfeuchte

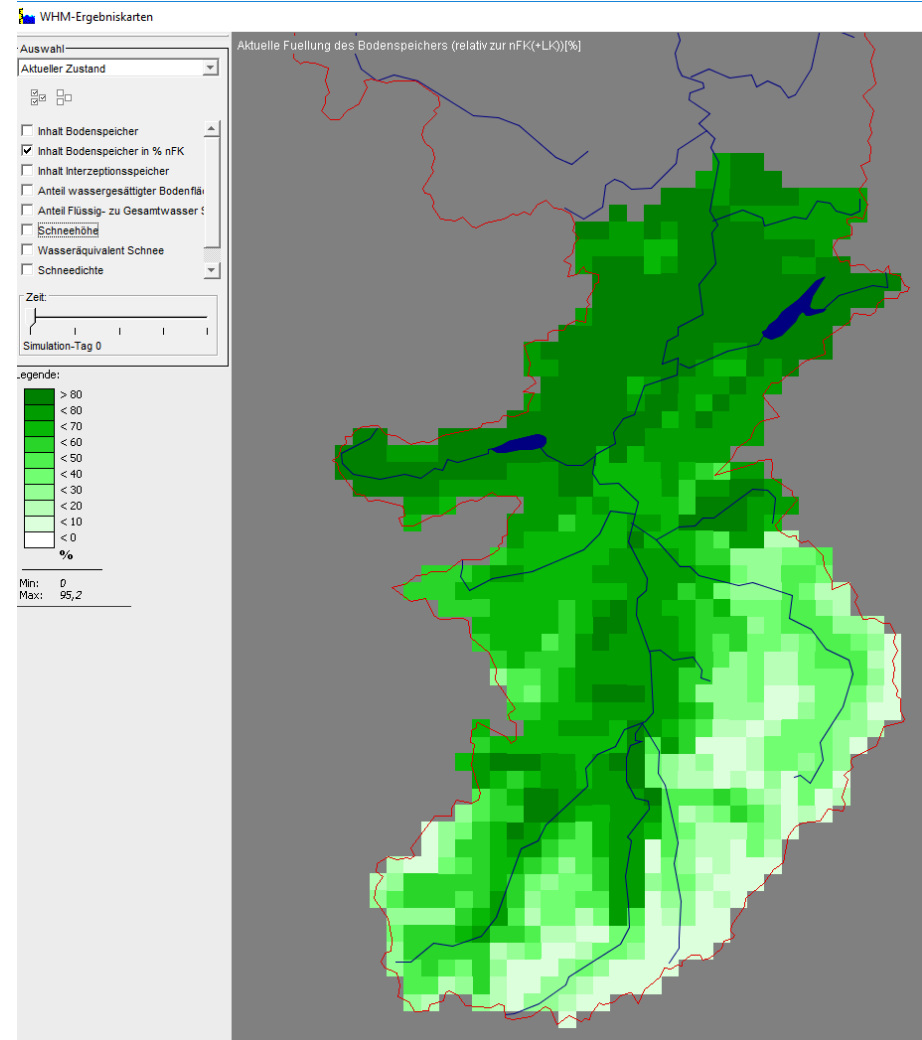
Einflussgrößen für die Werte der simulierten Bodenfeuchte:

1. Modellansatz
2. Kalibrierparameter
3. Bodendaten
4. Niederschlagsdaten
5. Schneeschmelze
6. Modellnachführung

Nachführung der Bodenfeuchte

Validierung der berechneten Bodenfeuchte

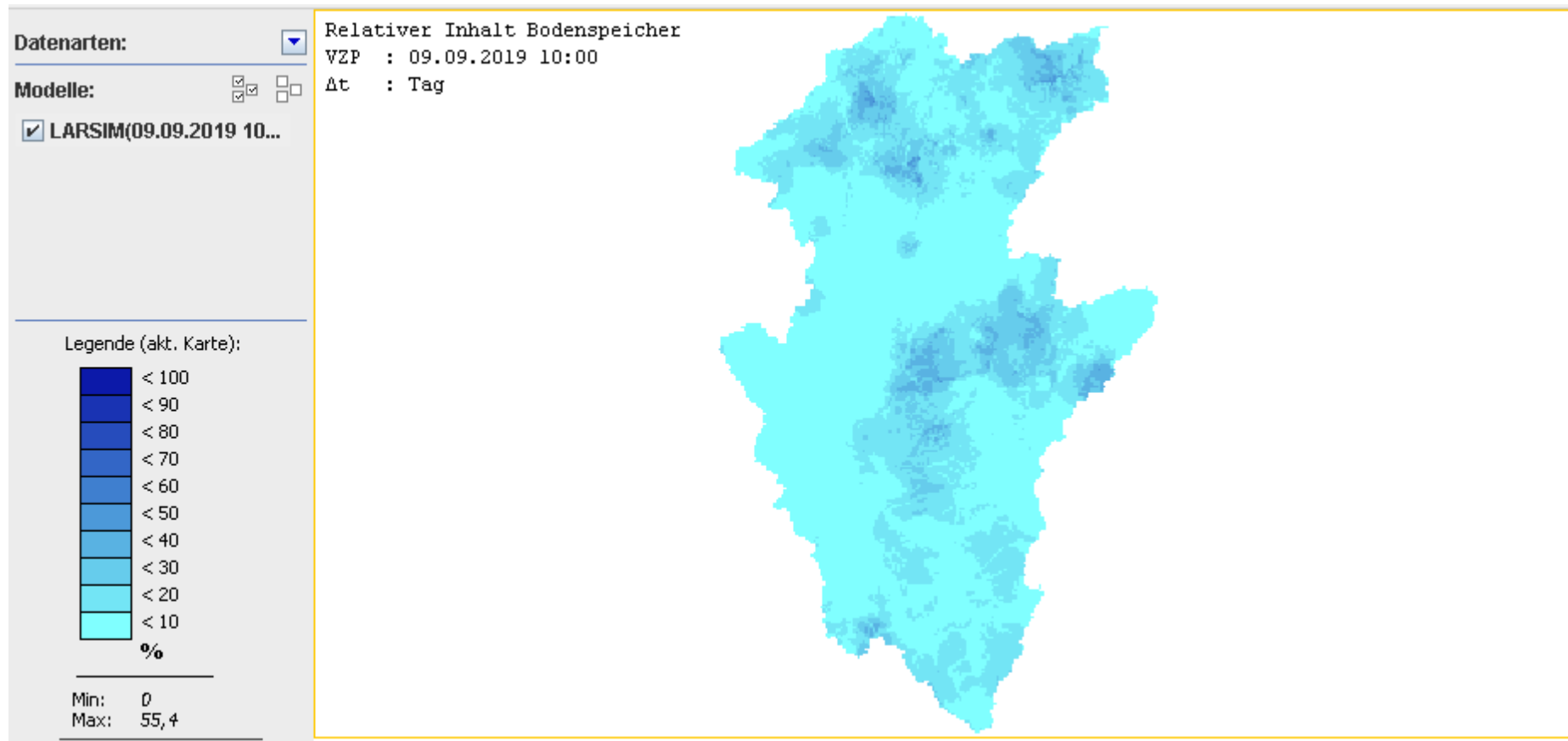
1. Visualisierung der Bodenfeuchte mit HUGO/KARL



Nachführung der Bodenfeuchte

Validierung der berechneten Bodenfeuchte

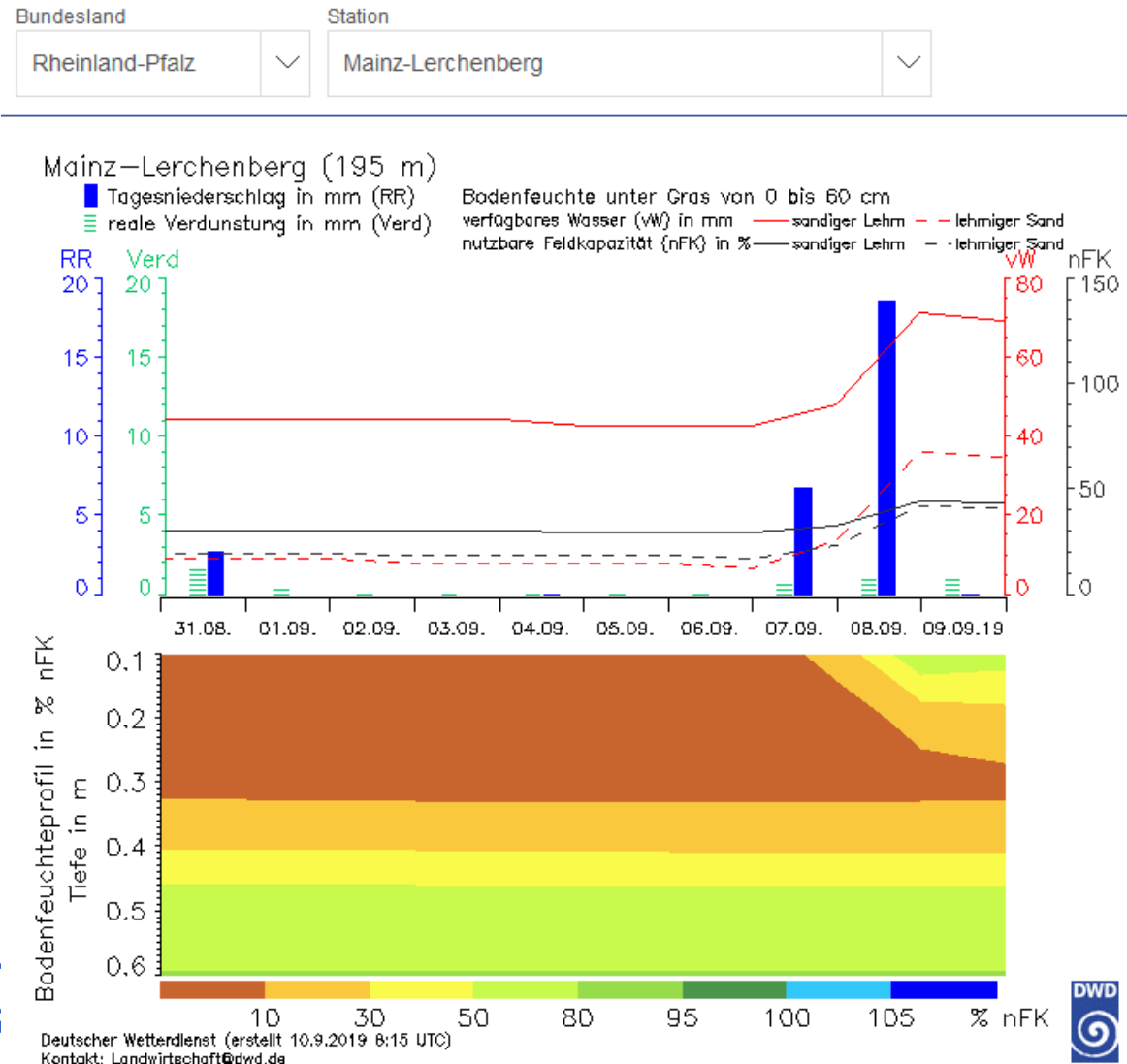
1. Visualisierung der Bodenfeuchte mit HUGO/KARL



Nachführung der Bodenfeuchte

Validierung der berechneten Bodenfeuchte

2. DWD - Stationsgrafiken

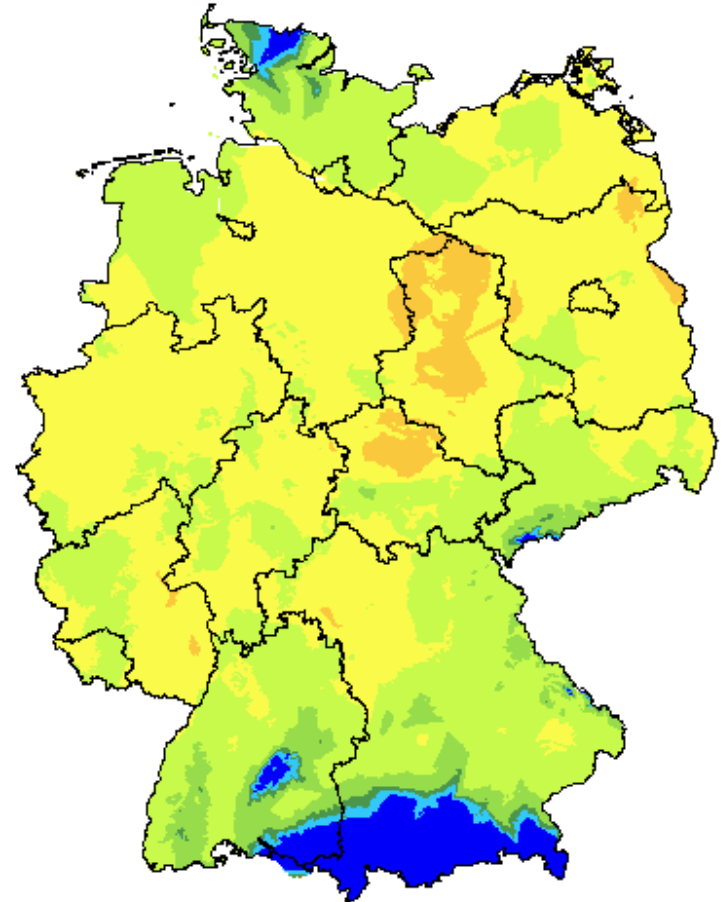


Nachführung der Bodenfeuchte

Validierung der berechneten Bodenfeuchte

3. DWD - Deutschlandkarte

Bodenfeuchte unter Gras, sandiger Lehm, 0–60 cm
09.09.2019, 23 UTC



https://www.dwd.de/DE/leistungen/bodenfeuchte_dl/bodenfeuchtedl.html

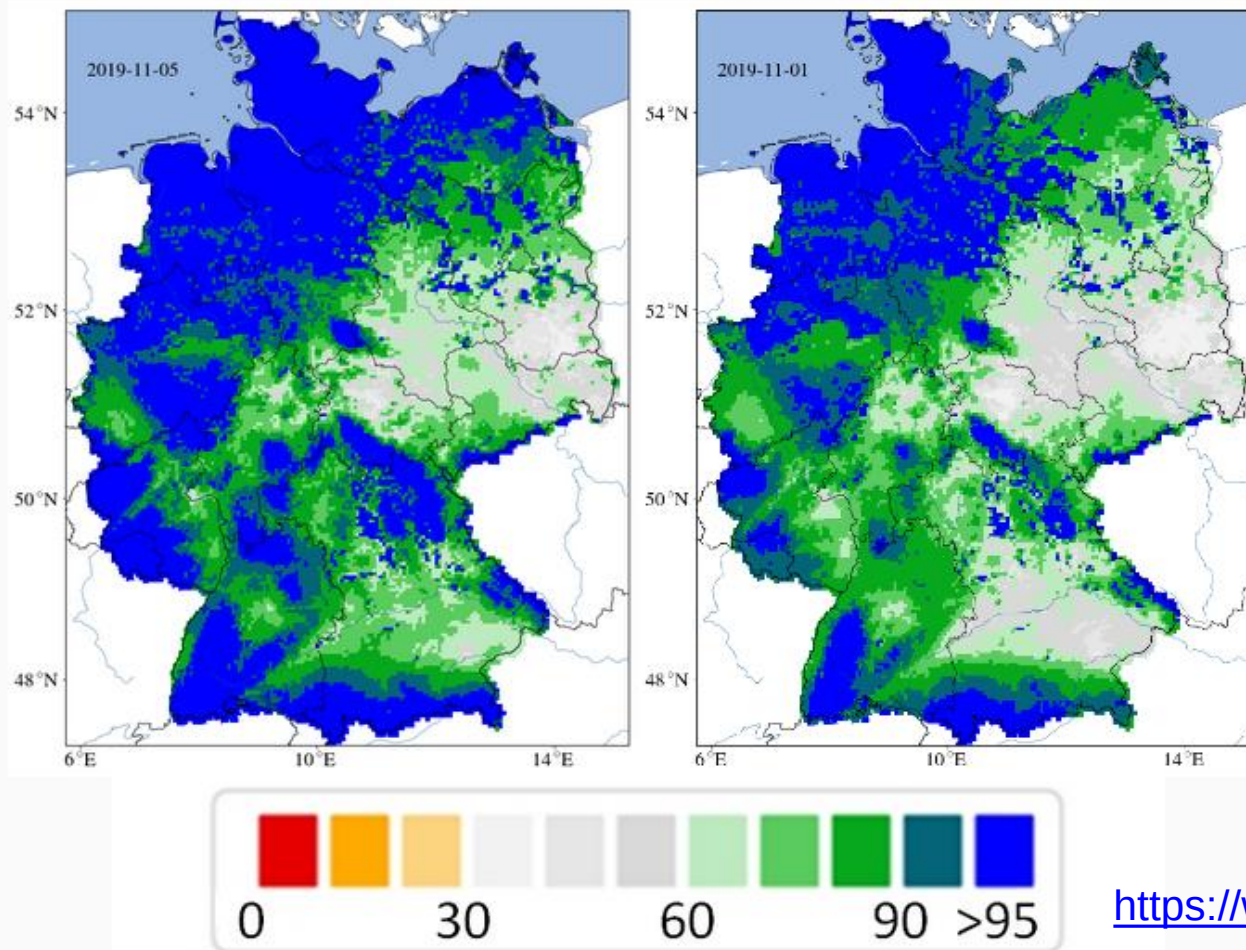
Nachführung der Bodenfeuchte

Validierung der berechneten Bodenfeuchte

4. Dürremonitor

Bodenfeuchte (Tageswert 0-25 cm)
[%nFK]

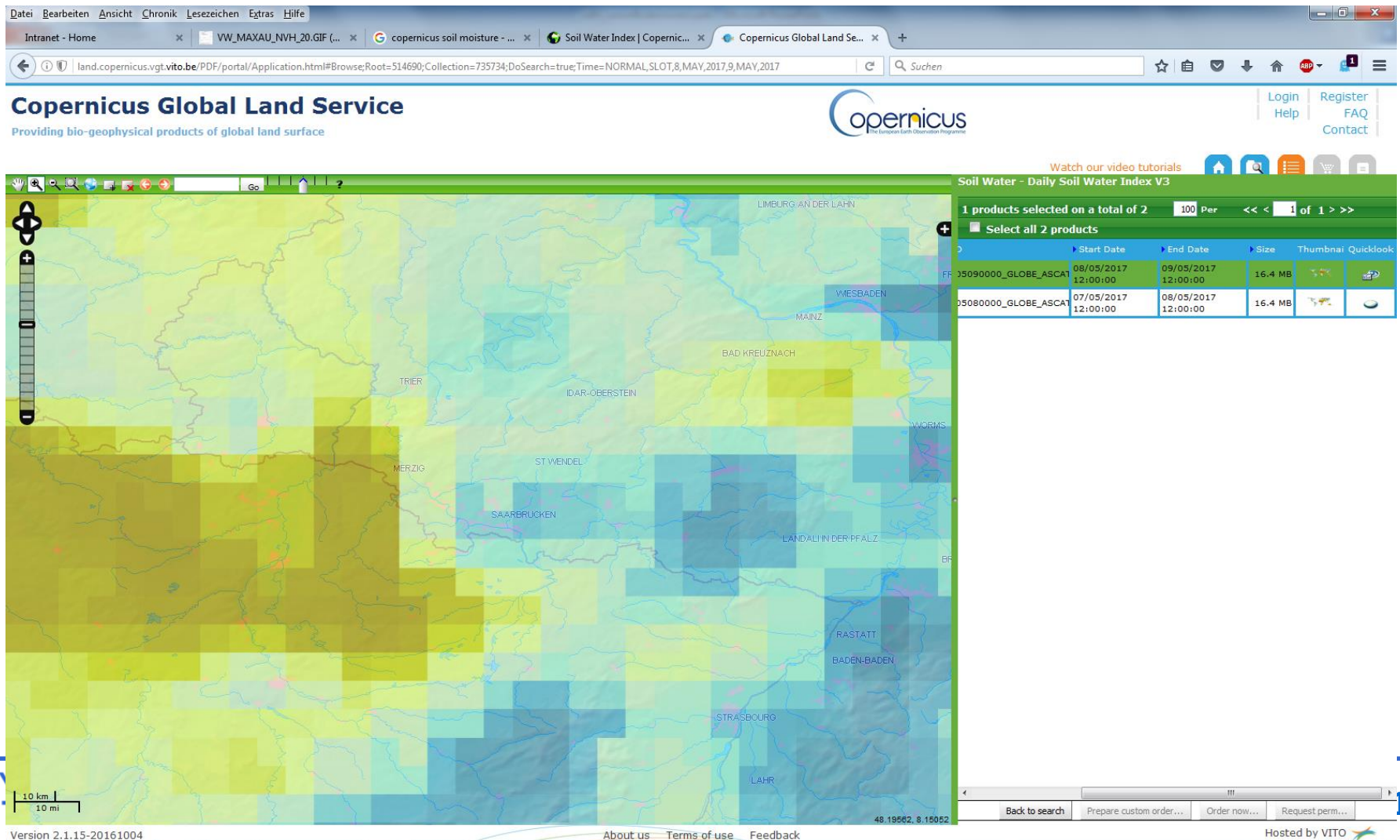
Entwicklung der letzten 14 Tage (0-25 cm)
[%nFK]



Nachführung der Bodenfeuchte

Validierung der berechneten Bodenfeuchte

5. Satellitenprodukte, z.B. Copernicus Soil Water Index



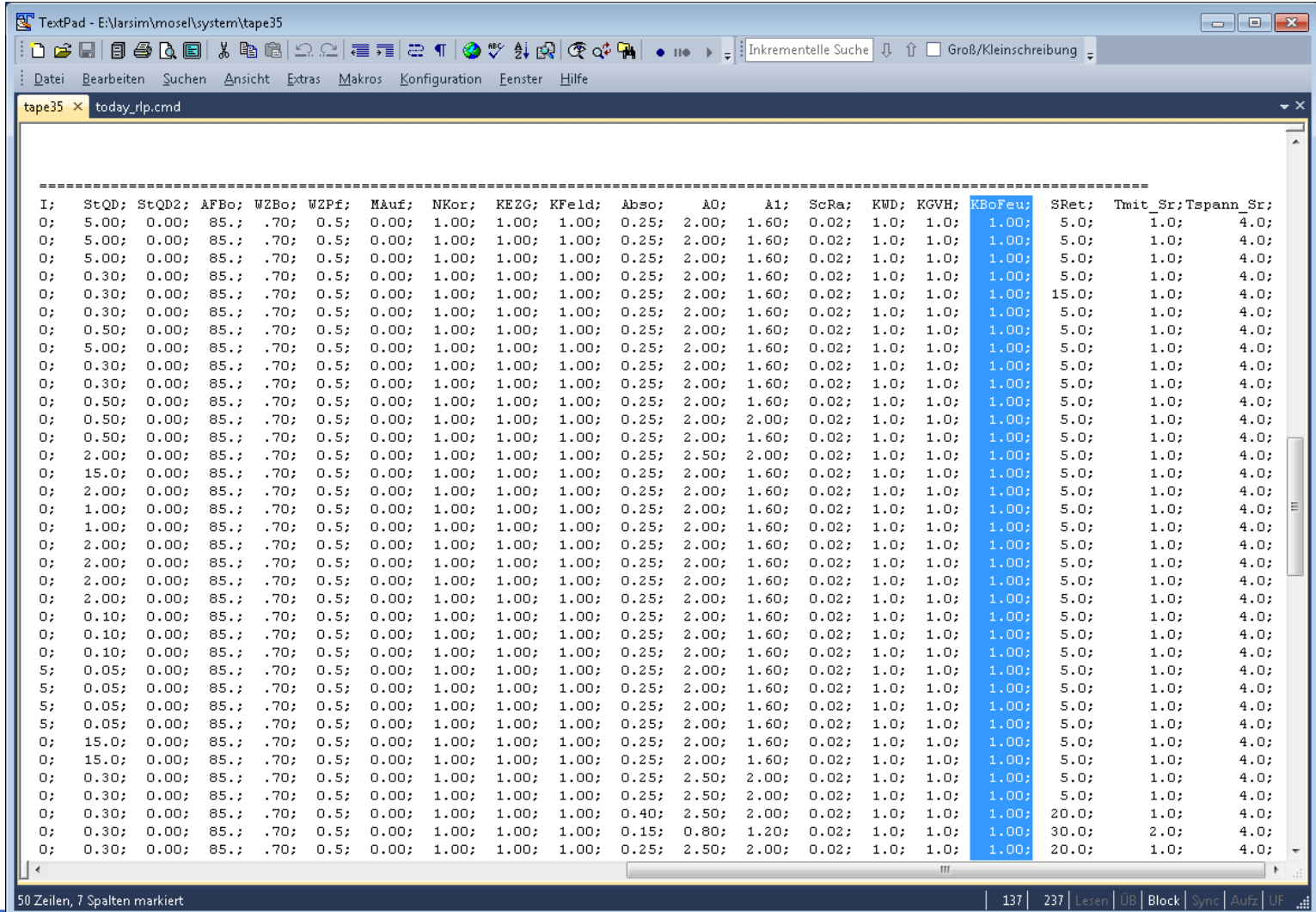
Nachführung der Bodenfeuchte

Anpassung des Faktors für die Bodenfeuchte

- Mithilfe der Option FAKTOR BODENFEUCHTE kann der Anfangszustands der Bodenfeuchte modifiziert werden.
- Dazu ist im <tape35> der Parameter KBoFeu zu definieren. Der Faktor KBoFeu wird mit dem Anfangszustand der Füllung des Bodenspeichers (aus WHM-Zustandsdatei) multipliziert.
- Folglich bewirken Werte von KBoFeu kleiner 1.0 eine Verringerung der Füllung des Bodenspeichers, wohingegen Werte größer 1.0 eine Erhöhung bewirken.

Nachführung der Bodenfeuchte

Anpassung des Faktors für die Bodenfeuchte



TextPad - E:\Narsim\mosel\system\tape35

today35 x today_rlp.cmd

I;	StQD;	StQD2;	AFBo;	WZBo;	WZPf;	MAuf;	NKor;	KEZG;	KFeld;	Abso;	AO;	A1;	ScRa;	KWD;	KGvH;	KBoFeu;	SRet;	Tmit_Sr;	Tspann_Sr;
0;	5.00;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	5.00;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	5.00;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	0.30;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	0.30;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	15.0;	1.0;	4.0;
0;	0.30;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	0.50;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	5.00;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	0.30;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	0.30;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	0.50;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	2.00;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	2.00;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	2.00;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	15.0;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	2.00;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	1.00;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	1.00;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	2.00;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	2.00;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	2.00;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	0.10;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	0.10;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
5;	0.05;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
5;	0.05;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
5;	0.05;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
5;	0.05;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	15.0;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	15.0;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.00;	1.60;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	0.30;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.50;	2.00;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	0.30;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.50;	2.00;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	5.0;	1.0;	4.0;
0;	0.30;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.40;	2.50;	2.00;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	20.0;	1.0;	4.0;
0;	0.30;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.15;	0.80;	1.20;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	30.0;	2.0;	4.0;
0;	0.30;	0.00;	85.;	.70;	0.5;	0.00;	1.00;	1.00;	1.00;	0.25;	2.50;	2.00;	0.02;	1.0;	1.0;	1.00;	20.0;	1.0;	4.0;

50 Zeilen, 7 Spalten markiert

137 | 237 | Lesen | UB | Block | Sync | Aufz | UF

Nachführung der Bodenfeuchte

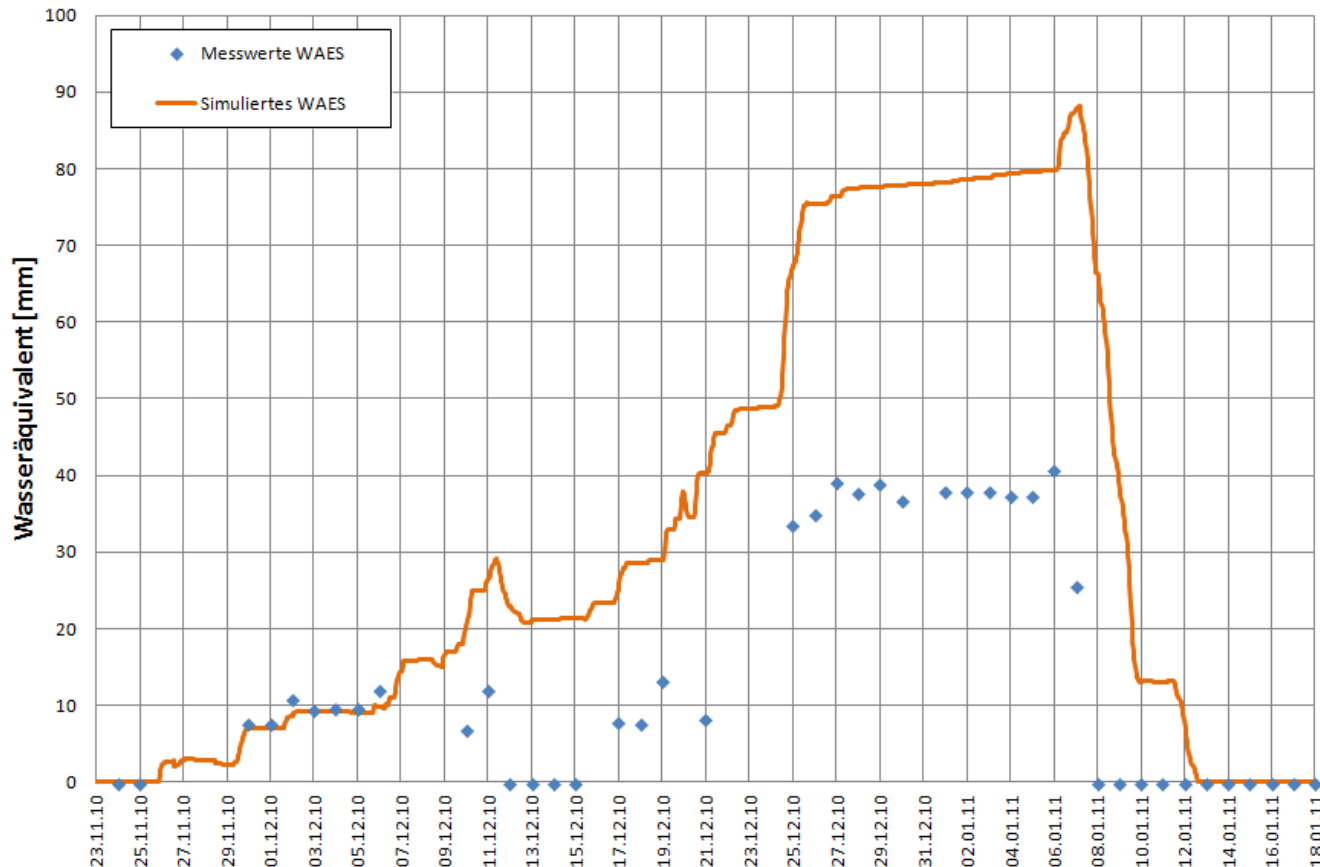
Anpassung des Faktors für die Bodenfeuchte

- Bei einer Erhöhung der Bodenfeuchte ($KBoFeu > 1.0$) und einem Anfangszustand der Bodenfeuchte von weniger als 10% der maximalen Füllung des Bodenspeichers (laut Gebietsdaten), wird der Anfangszustand auf 10% der maximalen Füllung gesetzt.
- Dadurch wird verhindert, dass bei leerem (oder fast leerem) Bodenspeicher keine (bzw. fast keine) Veränderung der Bodenfeuchte erfolgt.
- Mithilfe der Option FAKTOR BODENFEUCHTE besteht z.B. die Möglichkeit, im operationellen Betrieb schnell und wirksam die Bodenfeuchte und damit die Abflussreaktion gebietsweise anzupassen.
- Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass die der Simulation zugrunde liegende WHM-Zustandsdatei unverändert bleibt.

Nachführung des Wasseräquivalents

Problem der Berechnung des Schnee-Wasseräquivalents:

- LARSIM beginnt die Schneemodellierung zu Beginn der Wintersaison autark und berechnet die Schneedeckendynamik über einen langen Zeitraum ohne automatische Schneenachführung
- Besondere Kontrolle der Schnee-Ergebnisse erforderlich



Nachführung des Wasseräquivalents

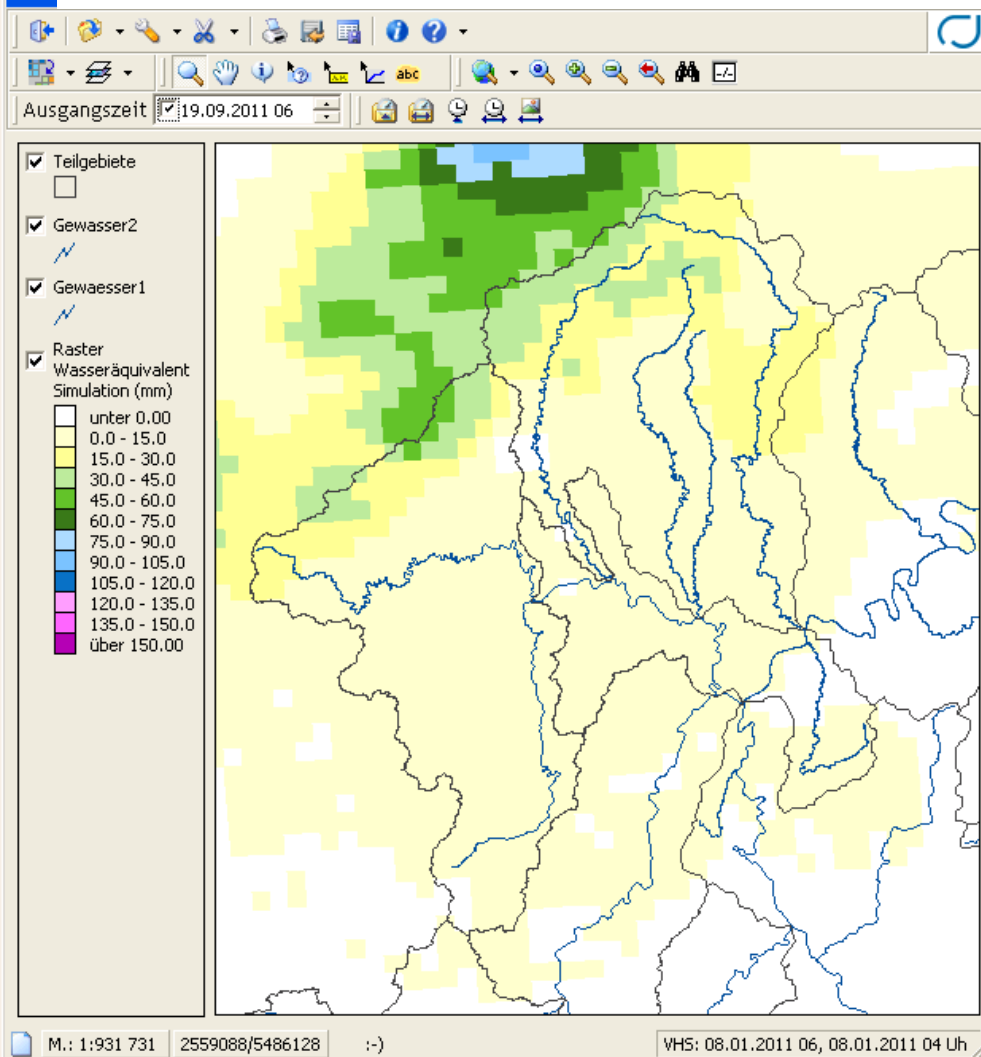
Bei Bedarf im operationellen Fall Anpassung der Wasseräquivalente des Schnees (WAES) in der LARSIM-Zustandsdatei möglich:

1. Simulationsergebnisse des SNOW4-Modells des DWD (Schnee-Wasseräquivalente)
2. Punktmessungen (Schnee-Wasseräquivalente und Schneehöhe)
3. Gebietsspezifische Anpassung der Zustandsdatei
4. (Schneegrenze aus Fernerkundungsdaten)

Nachführung des Wasseräquivalents

1. Nachführung der Zustandsdatei mit SNOW-Daten

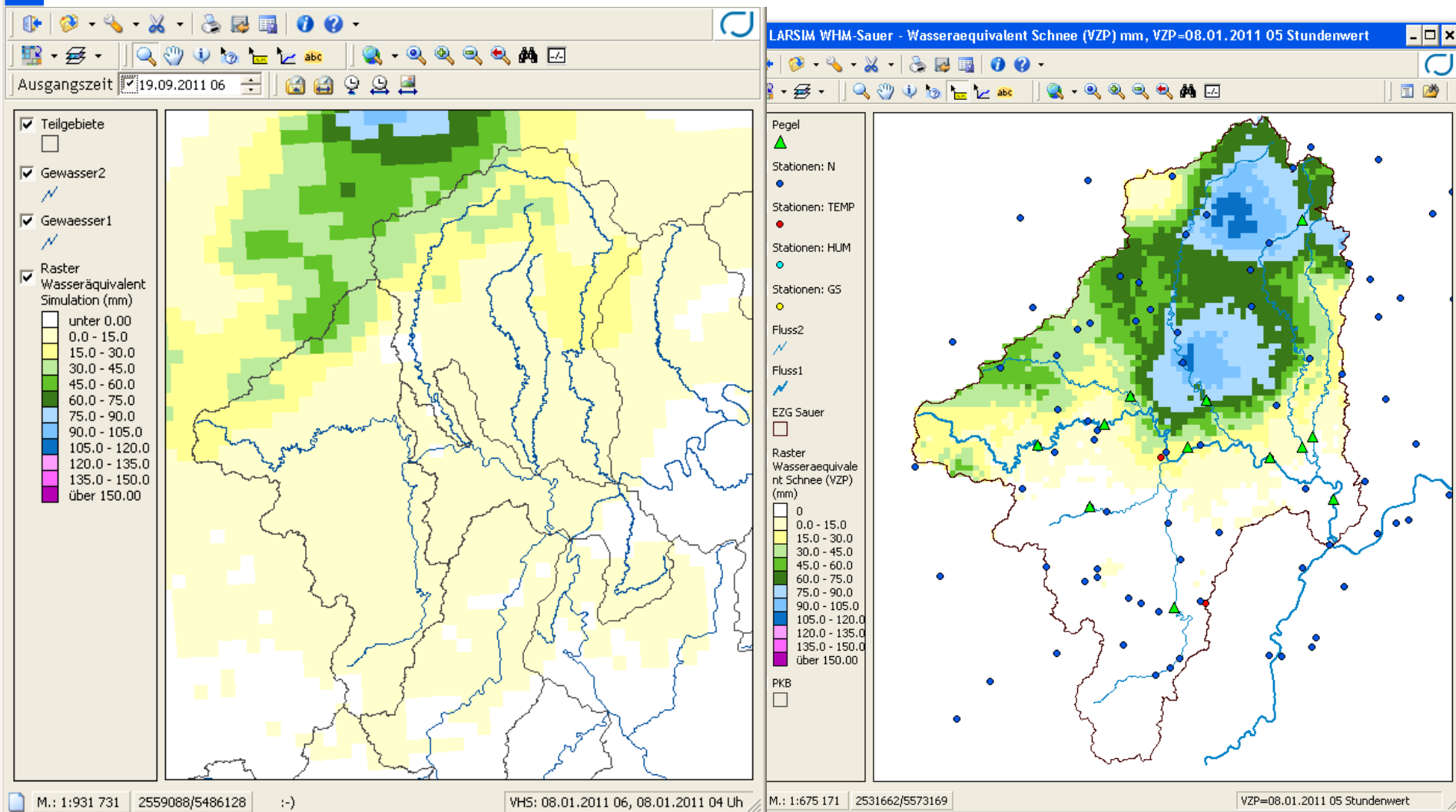
Vergleich der Wasseräquivalente aus LARSIM mit SNOW4



Nachführung des Wasseräquivalents

1. Nachführung der Zustandsdatei mit SNOW-Daten

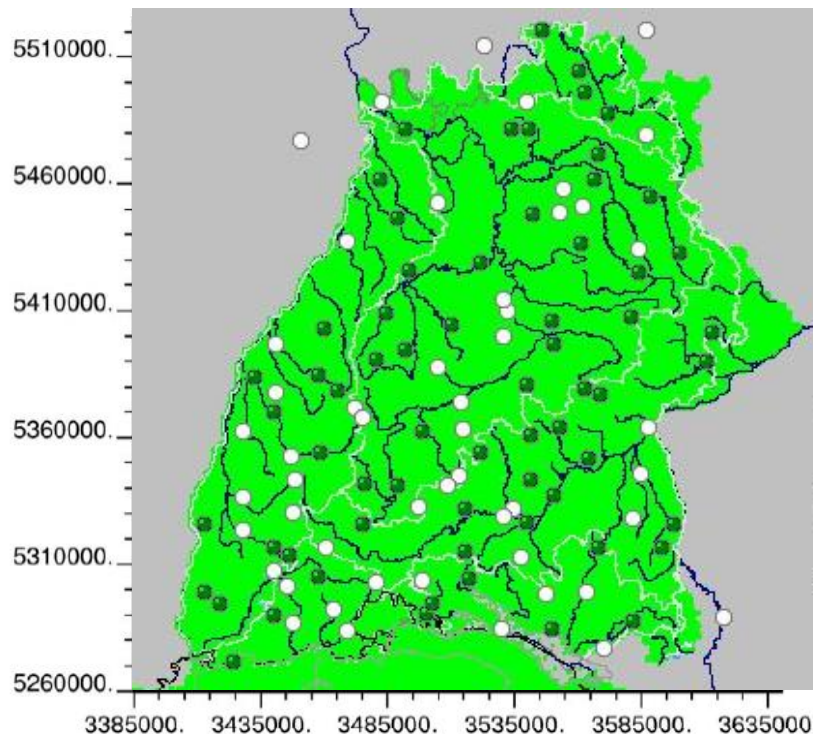
Vergleich der Wasseräquivalente aus LARSIM mit SNOW4



Nachführung des Wasseräquivalents

2. Nachführen der Zustandsdatei an Hand von Punktmessungen (Schnee-Wasser-äquivalente und Schneehöhe)

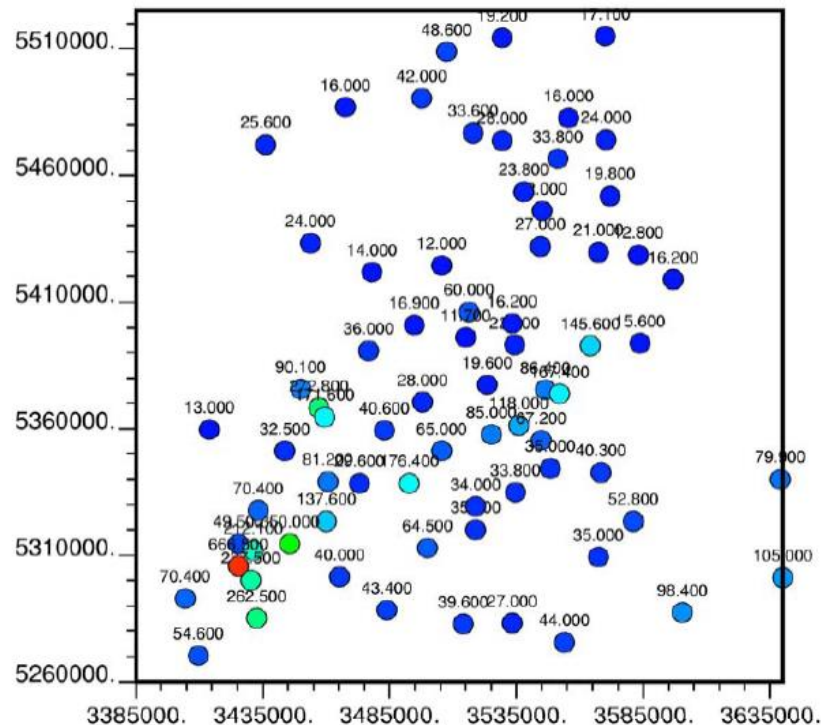
Schnee-Messstationen in
Baden-Württemberg



Nachführung des Wasseräquivalents

- Nachführen der Zustandsdatei an Hand von Punktmessungen (Schnee-Wasser-äquivalente und Schneehöhe)

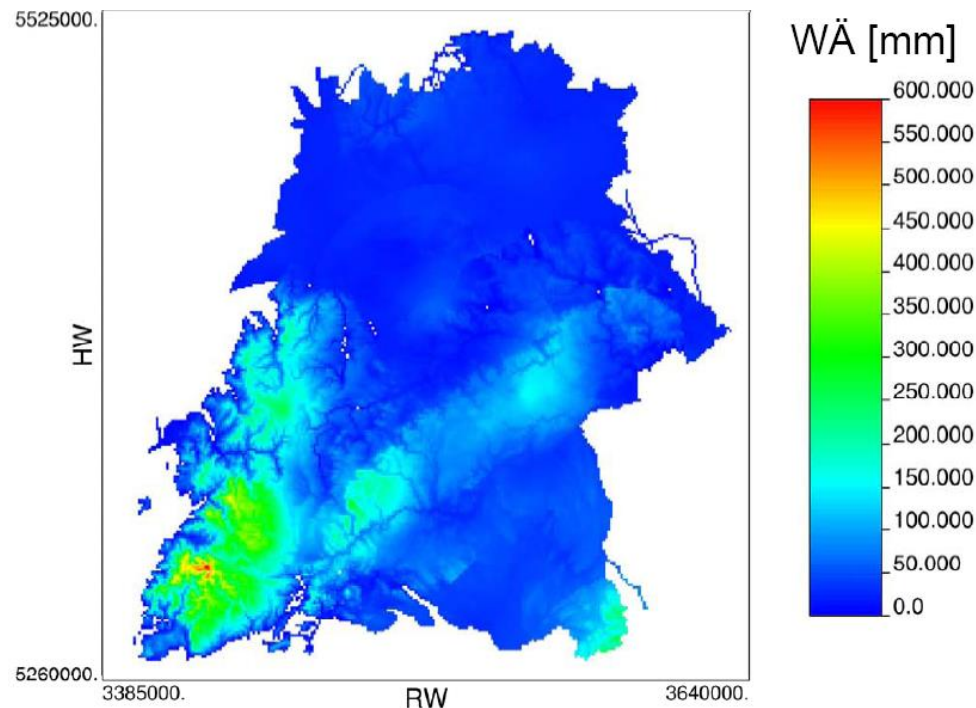
Beobachtete Werte des
Wasseräquivalents (06.03.2006)



Nachführung des Wasseräquivalents

2. Nachführen der Zustandsdatei an Hand von Punktmessungen (Schnee-Wasser-äquivalente und Schneehöhe)

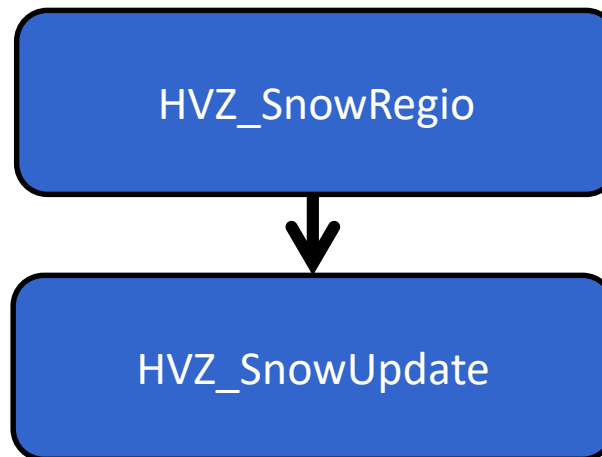
Interpolierte Werte (external drift kriging)
des Wasseräquivalents (06.03.2006) aus
Programm HVZ_SnowRegio



Nachführung des Wasseräquivalents

3. Umsetzung der Nachführung der Zustandsdatei an Hand des SNOW-Modells oder Punktmessungen

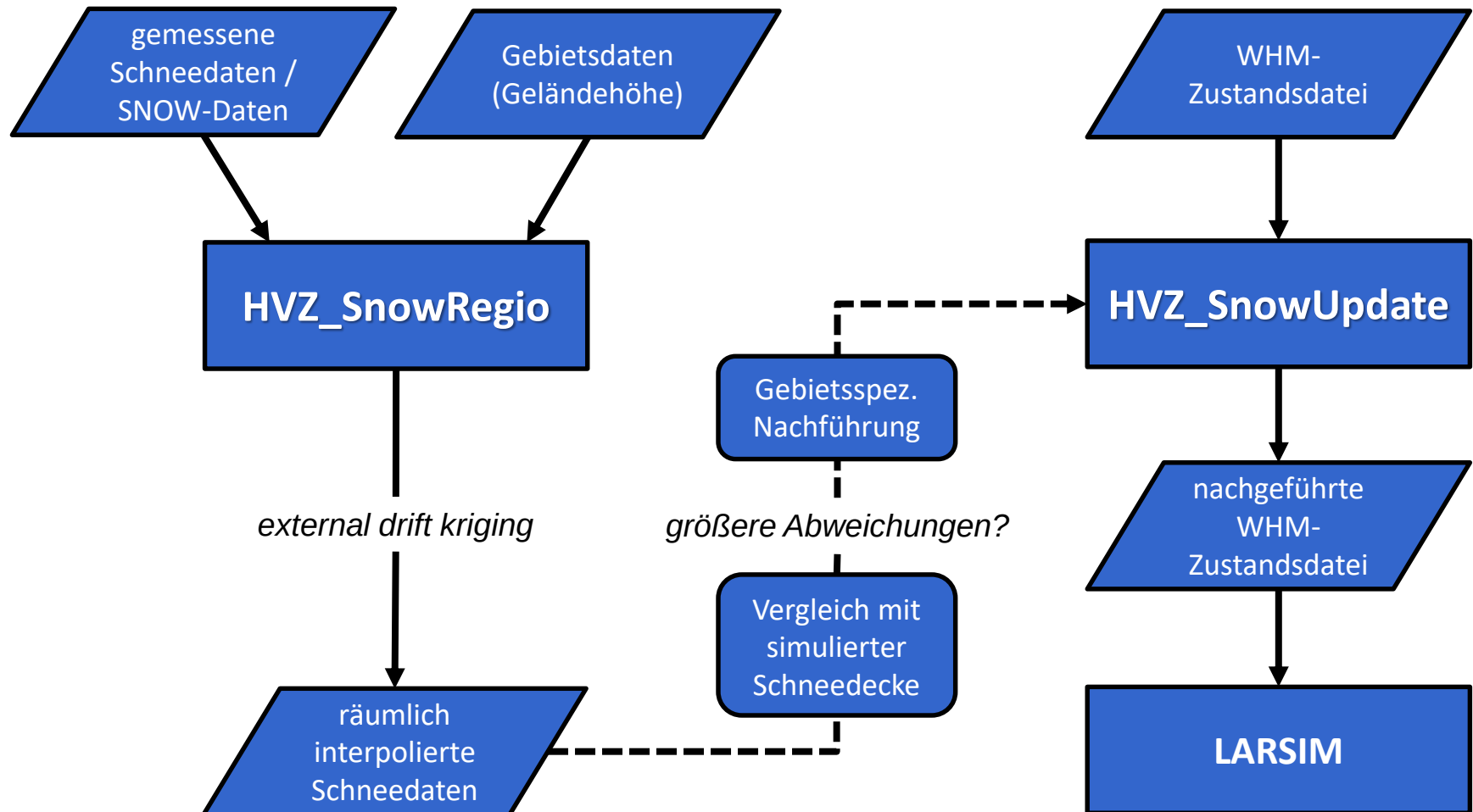
Optimierung des Anfangszustands der Schneedecke von LARSIM-Modellen mit Hilfe von SNOW-Daten oder von gemessenen Schneedaten:



Anwendung der beiden Programme nur optional im Bedarfsfall.

Nachführung des Wasseräquivalents

3. Umsetzung der Nachführung der Zustandsdatei an Hand des SNOW-Modells oder Punktmessungen



Nachführung des Wasseräquivalents

3. Umsetzung der Nachführung der Zustandsdatei an Hand des SNOW-Modells oder Punktmessungen

Nachführung in HUGO:

- Schneenachführung mit SNOW-Daten oder Stationsdaten

WHM-Schneenachführung

Die Nachführung der WHM-Zustandsdatei mit regionalisierten Schneemessungen erfolgt in 5 Schritten:

1. Erzeugen der Stammdatei für HVZ_SnowUpdate (aus Tape12).
2. Auswahl der nachzuführenden Zustandsdatei (Default: aktuelle Zustandsdatei).
3. ggf. Pfad zu den SNOW4-Daten anpassen.
4. Erzeugen der WEQ-Inputdatei für HVZ_SnowUpdate aus SNOW4 oder (mit HVZ_SnowRegio) interpolierten Stationsdaten
5. Auswahl, ob Nachführung mit SNOW4 oder interpolierten Stationsdaten und Programmaufruf HVZ_SnowUpdate.

1. Stammdatendatei für WHM Donau bis Lech erzeugen:
Ausgabepfad HVZ-SnowUpdate-Stammdatendatei:
 

 Erstelle Stammdatei

2. WHM-Zustand auswählen:
Nachzuführende WHM-Zustandsdatei: 2020012800.whm 

3. SNOW4-Wasseräquivalentdaten:
Pfad zu den SNOW4-Originaldaten (sn_vzpyyyyMMdd_statyyyyMMdd.dat.gz):
 

Keine passende SNOW4-Datei gefunden!

4. Wasseräquivalent-Datei erzeugen (Input HVZ_SnowUpdate):
Ausgabepfad HVZ_SnowUpdate-Inputdatei:
 

Programmungebung HVZ_SnowRegio zur Interpolation der Stationsdaten:
 

 Erstelle WEQ-Datei aus SNOW 

 Erstelle WEQ-Datei aus Stationswerten ☐ ...mit Höhenzonierung   

5. Zustandsdatei nachführen (Programmlauf HVZ_SnowUpdate) mit:
☒ SNOW4 ☐ interpolierte Stationsdaten

Ausführbare Datei (hvz_SnowUpdate.exe):
 

Steuerungsdatei (HVZ_SnowUpdate.STR):
 

 Starte Programmauf

Nachführung des Wasseräquivalents

4. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten mit hvz_SnowUpdate

Die in der Zustandsdatei gespeicherten Informationen zur Schneedecke können für ausgewählte Teilgebiete und/oder für ausgewählte Höhen bei der Nachführung mit dem Programm hvz_snow_update verändert werden.

Kommentarzeile

bis TGB; von Hoehe; bis Hoehe; Nachfuehrung; WAES-Faktor; Schneezustand;

100;	0;	9999;	1.0;	1.0;	0.0;
200;	0;	9999;	0.0;	5.0;	0.0;
300;	0;	9999;	0.0;	1.0;	-0.5;

Rot: Wert, der eine Veränderung der Schnee Größen bewirkt.

Grün: Werte bewirken keine Veränderung der Schnee Größen.

Nachführung des Wasseräquivalents

5. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten mit der Datei <schneefak.dat>

Die in der Zustandsdatei gespeicherten Informationen zur Schneedecke können für für ausgewählte Höhen mit der Option SCHNEE: FAKTOR HOEHE und der Datei schneefak.dat verändert werden.

Die Eingabedatei <schneefak.dat> enthält höhenabhängige Faktoren zur Modifikation der aus der WHM-Zustandsdatei eingelesenen und für den Simulationsbeginn zu übernehmenden Schnee Größen.

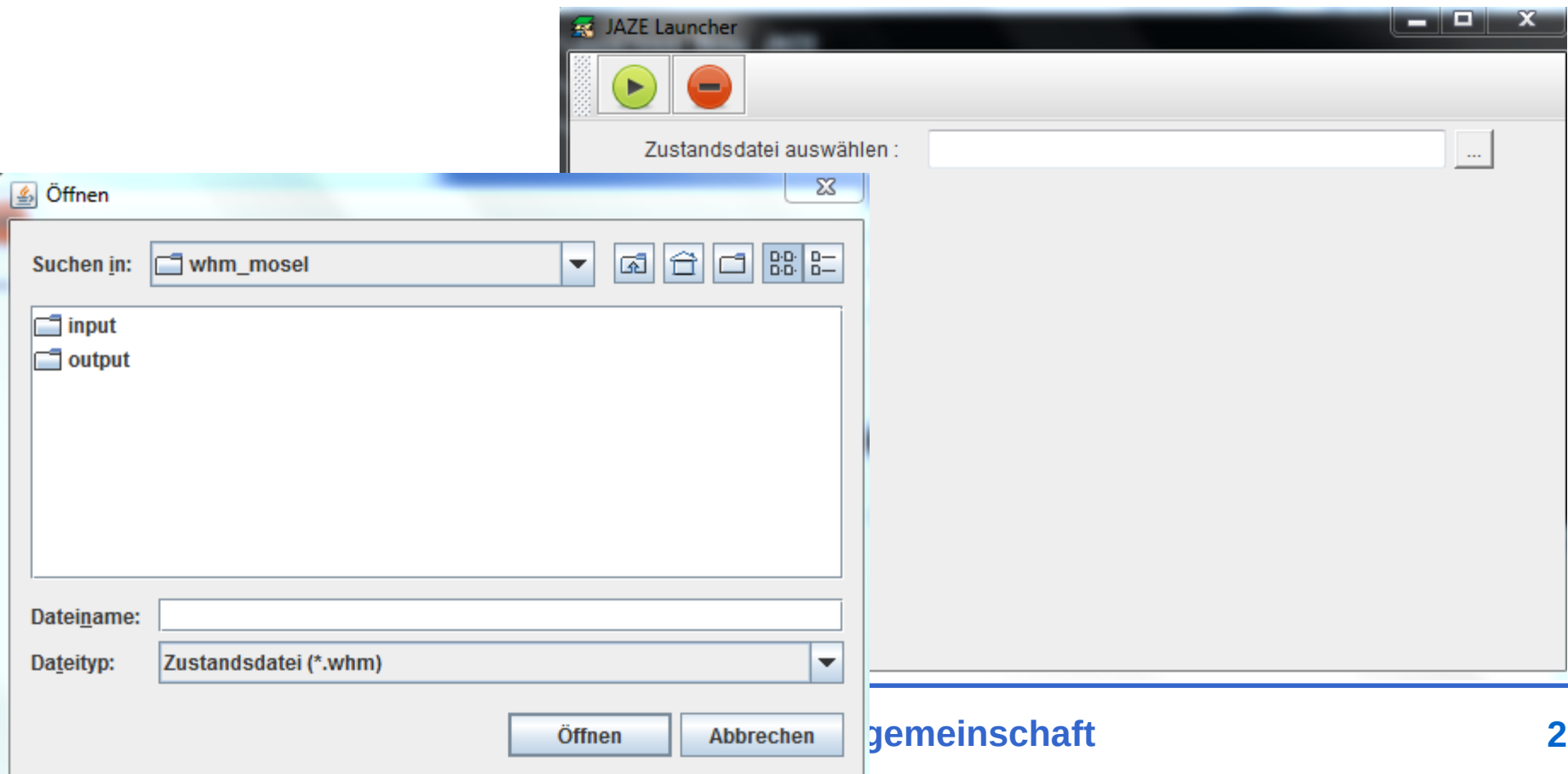
Bei der Abflussvorhersage im Winter eignet sich diese Option für eine schnelle und grobe Anpassung der simulierten Schneedecke an die realen Schnee verhältnisse.

Beispiel für die Datei <schneefak.dat>:

```
'DATEN'  
0100      1.0  
0200      0.5  
0700      0.7  
1000      0.9  
9999      1.0
```

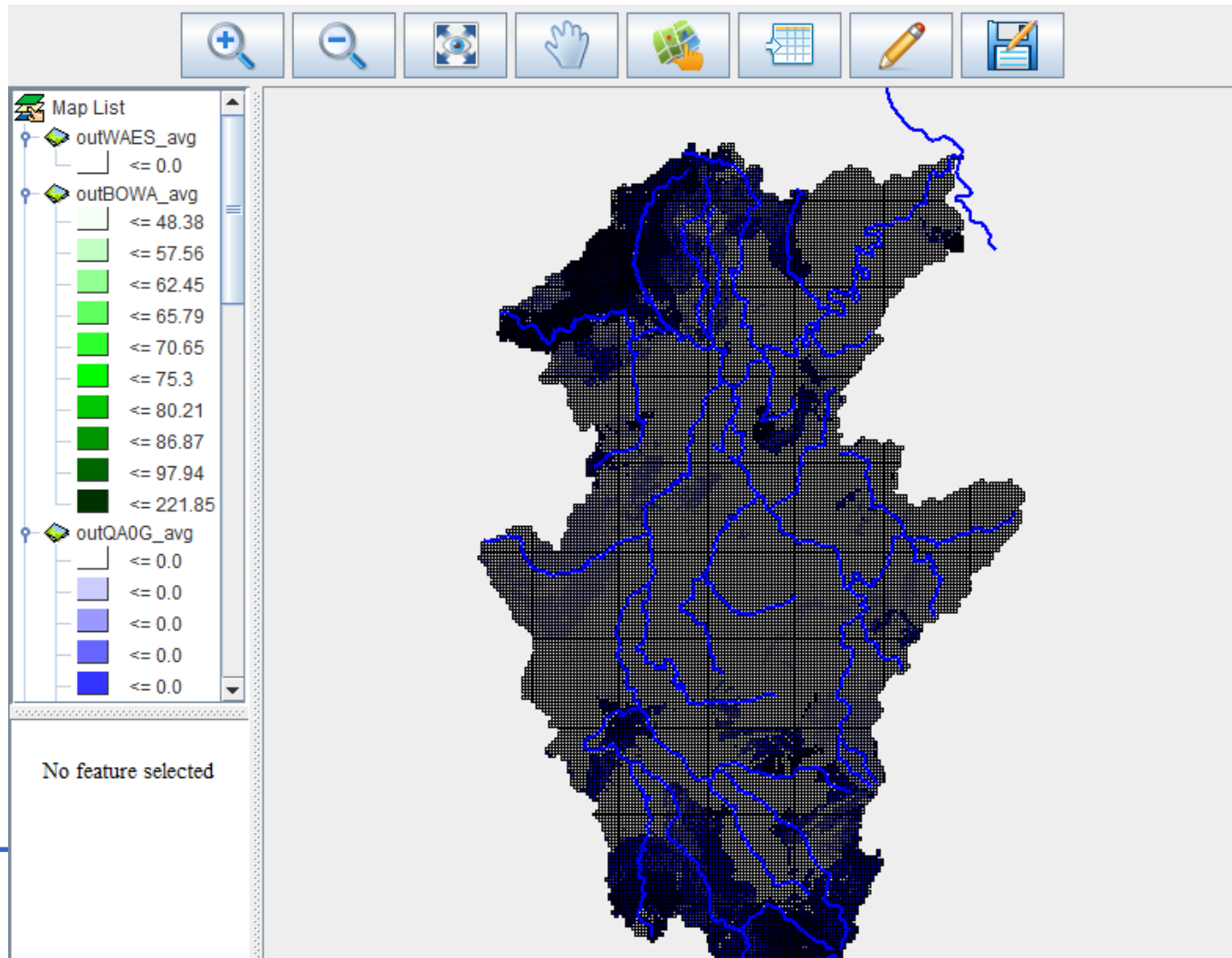
Zustandsdatei-Editor JAZE

Gebietsspezifische Nachführung der Bodenfeuchte und/oder des Wasseräquivalents des Schnees mit dem Programm JAZE (Zustandsdatei-Editor)



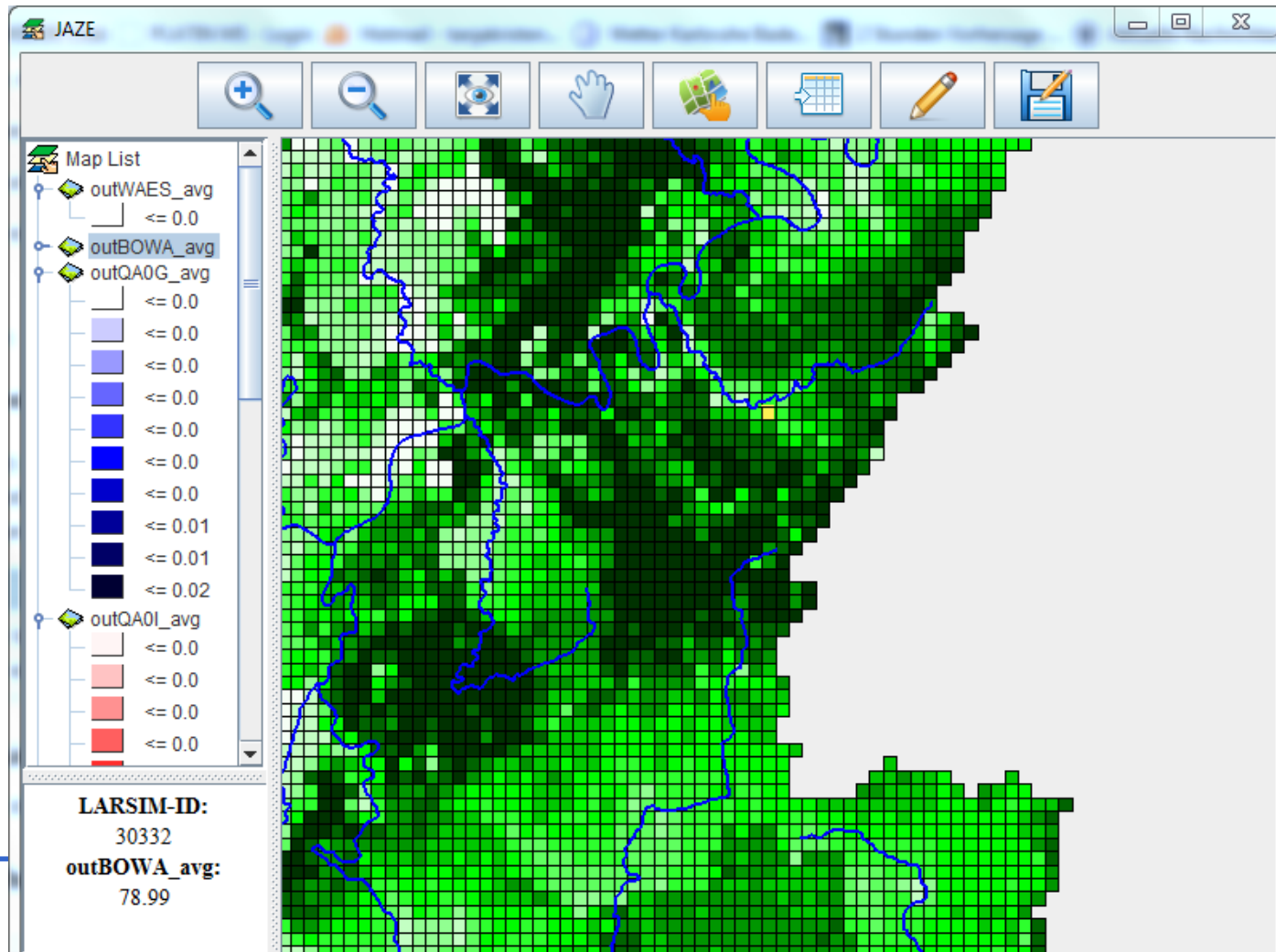
Zustandsdatei-Editor JAZE

- Bereichsweise Veränderung der Bodenfeuchte und des Schnee-Wasser-äquivalents möglich



Zustandsdatei-Editor JAZE

- Bereichsweise Veränderung der Bodenfeuchte und des Schnee-Wasser-äquivalents möglich



Zustandsdatei-Editor JAZE

- Bereichsweise Veränderung der Bodenfeuchte und des Schnee-Wasser-äquivalents möglich

