

Kapitel 2: Grundlagen und Einflussmöglichkeiten in die operationelle Vorhersage mit LARSIM in schneegeprägten Hochwassersituationen

## ***2.3 Einflussmöglichkeiten durch Nachführung der Schneewerte in der Zustandsdatei in LARSIM***

Dr.-Ing. Kai Gerlinger

HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft

März 2017

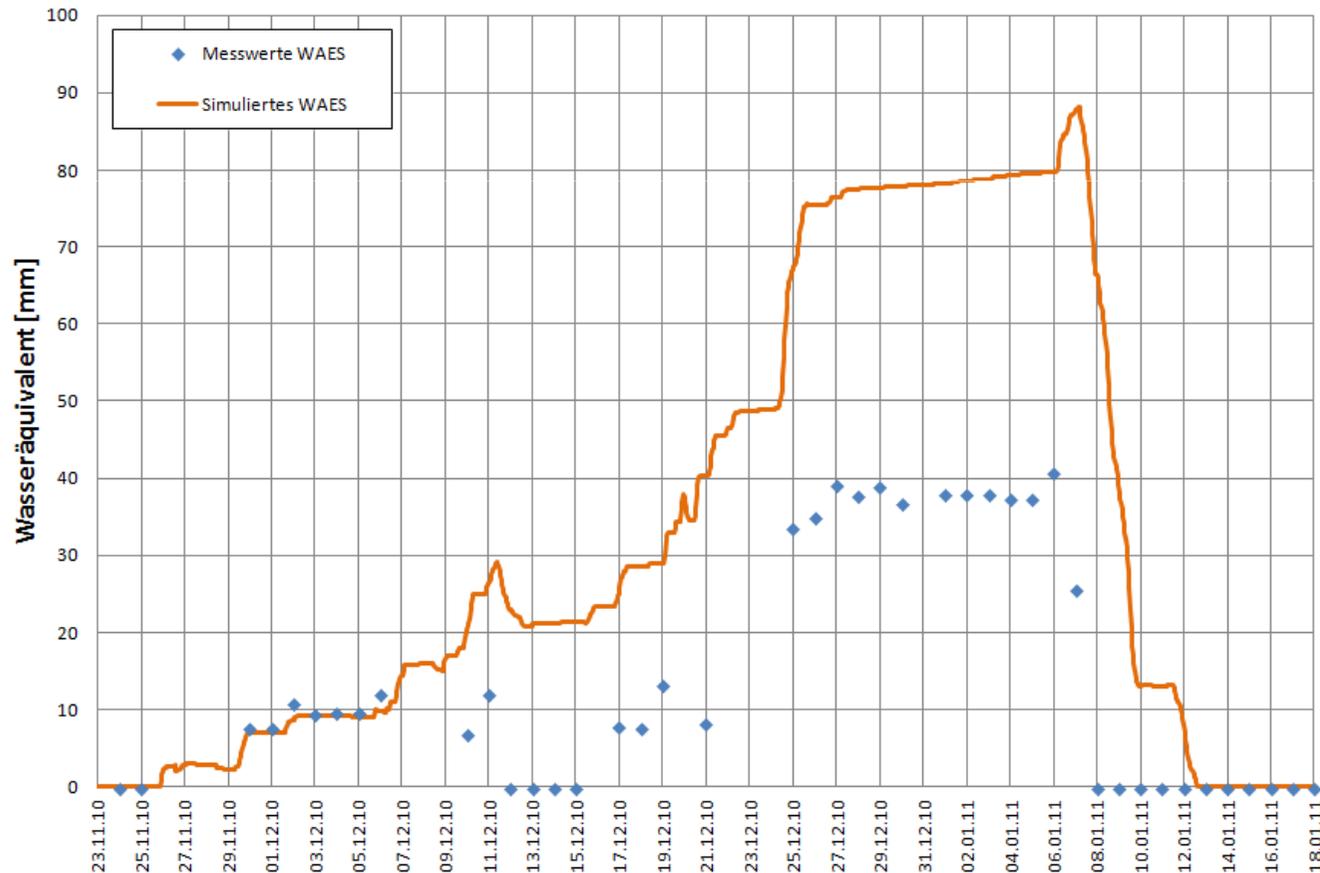
# Beeinflussung der Schnee-Ergebnisse

- **Aufgaben des Anwenders:**
  - Kontrolle der gemessenen Niederschlags- und Temperaturdaten
  - Kontrolle der Vorhersagen der Lufttemperatur
  - Kontrolle der berechneten Werte des Wasserdargebots und des Wasseräquivalents
  - (Anpassungen der Schnee-Modellparameter)
  - **Nachführung der Schnee-Ergebnisse des Modells**

# Beeinflussung der Schnee-Ergebnisse

## Problem:

- 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



# Mögliche Anpassungen der Schnee-Daten

Nachführen der Schneedaten:

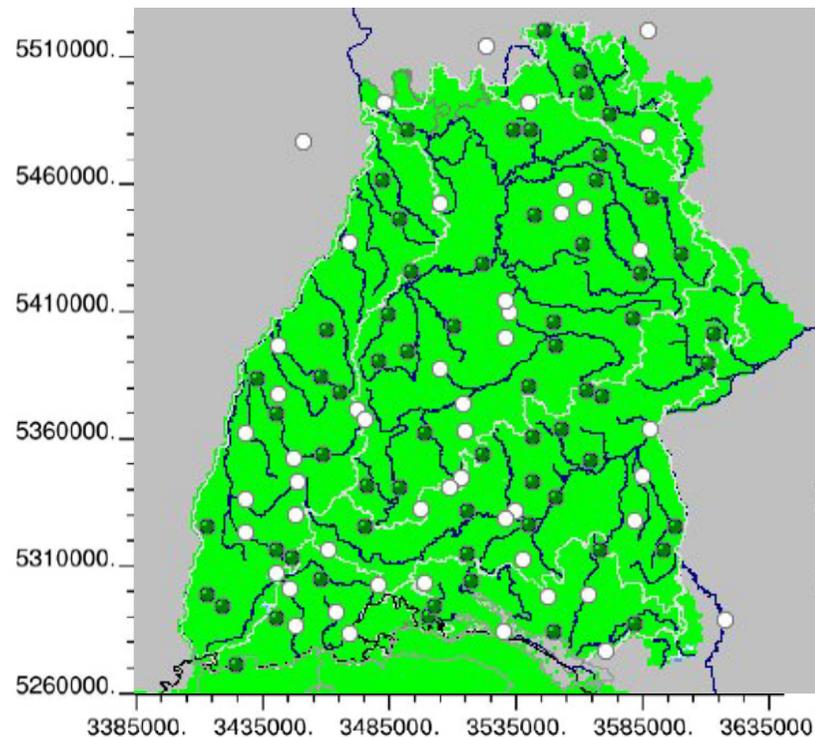
Bei Bedarf im operationellen Fall Anpassung der Wasseräquivalente in der LARSIM Zustandsdatei möglich:

1. Punktmessungen (Schnee-Wasseräquivalente und Schneehöhe)
2. Schneegrenze aus Fernerkundungsdaten
3. Simulationsergebnisse des SNOW4-Modells des DWD (Schnee-Wasseräquivalente)
4. SLF-Daten (Schweiz und Vorarlberg)
5. SNOWGRID-Daten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) (Österreich) (Schnee-Höhe und Schnee-Wasseräquivalent, 1x1 km)
6. Höhen- und gebietsabhängige Anpassung der Zustandsdatei

# Verwendung von Punktmessungen

1. Nachführen der Schneedaten an Hand von Punktmessungen (Schnee-Wasseräquivalente und Schneehöhe) in der LARSIM-Zustandsdatei

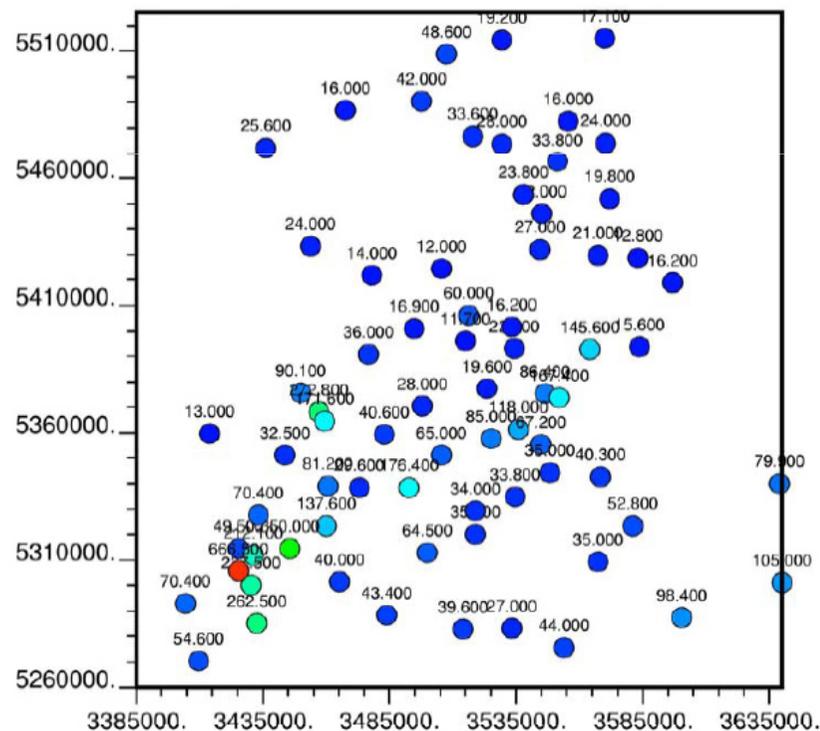
Schnee-Messstationen in  
Baden-Württemberg



# Verwendung von Punktmessungen

1. Nachführen der Schneedaten an Hand von Punktmessungen (Schnee-Wasseräquivalente und Schneehöhe) in der LARSIM-Zustandsdatei

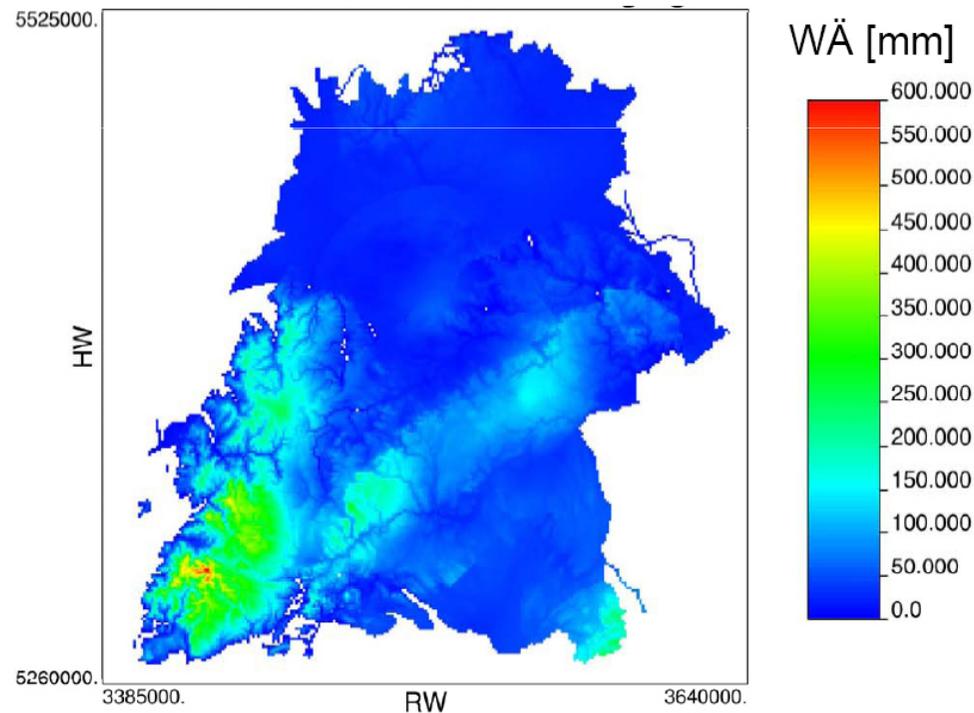
Beobachtete Werte des  
Wasseräquivalents (06.03.2006)



# Verwendung von Punktmessungen

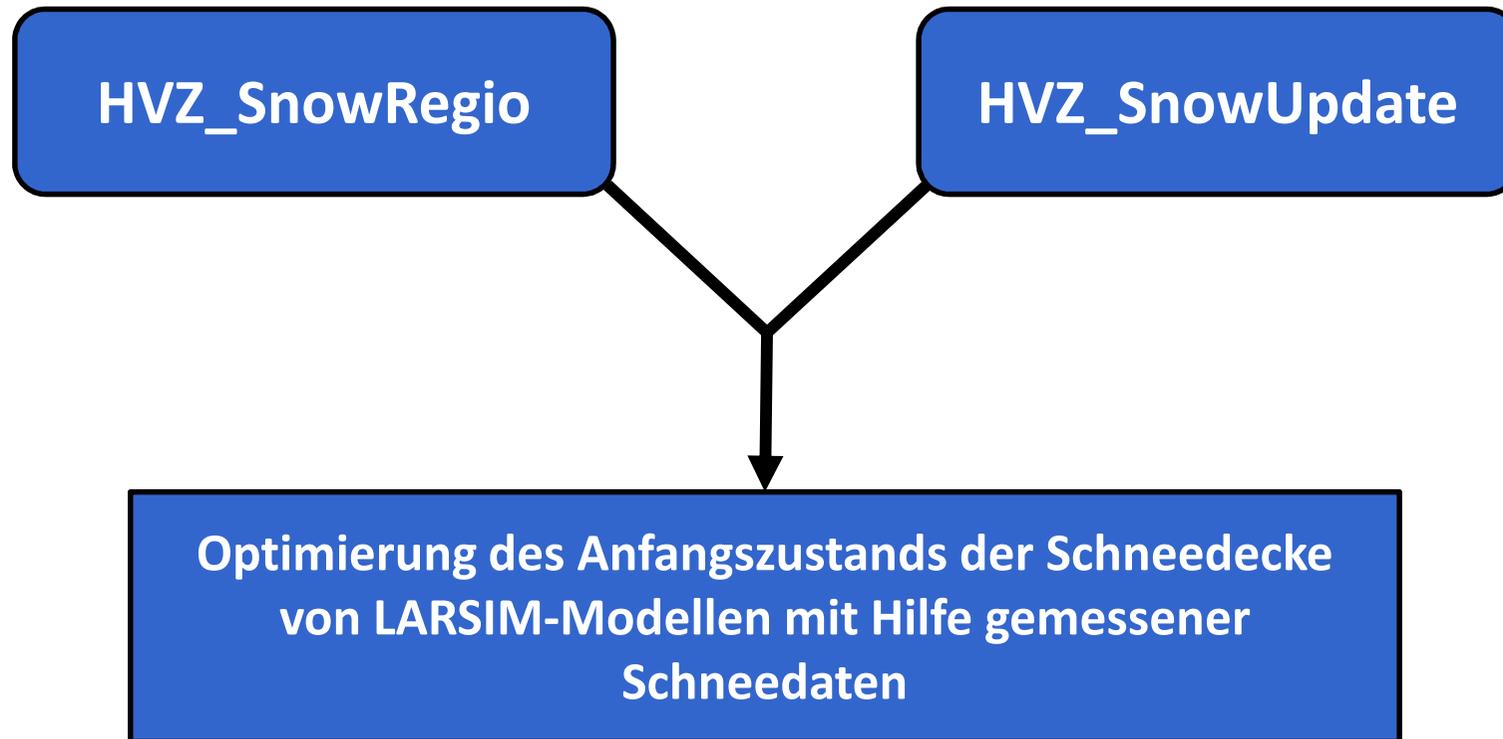
1. Nachführen der Schneedaten an Hand von Punktmessungen (Schnee-Wasseräquivalente und Schneehöhe) in der LARSIM-Zustandsdatei

Interpolierte Werte (external drift kriging)  
des Wasseräquivalents (06.03.2006)



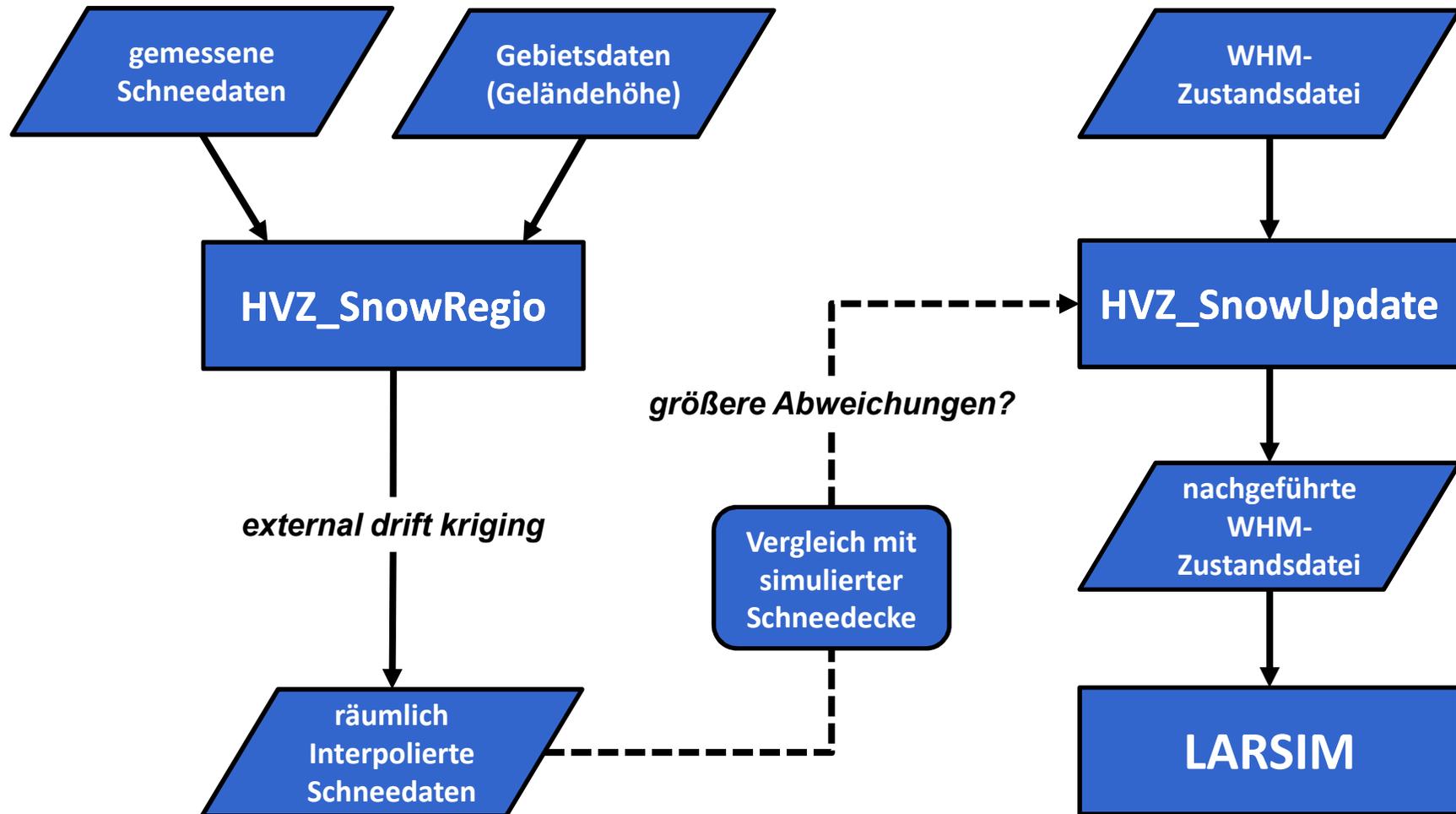
# Verwendung von Punktmessungen

Bestmögliche Abbildung der Schneebedingungen zum Simulationsbeginn ist von zentraler Bedeutung für die Hochwasservorhersage und –frühwarnung im Winter



Anwendung nur optional im Bedarfsfall

# Verwendung von Punktmessungen

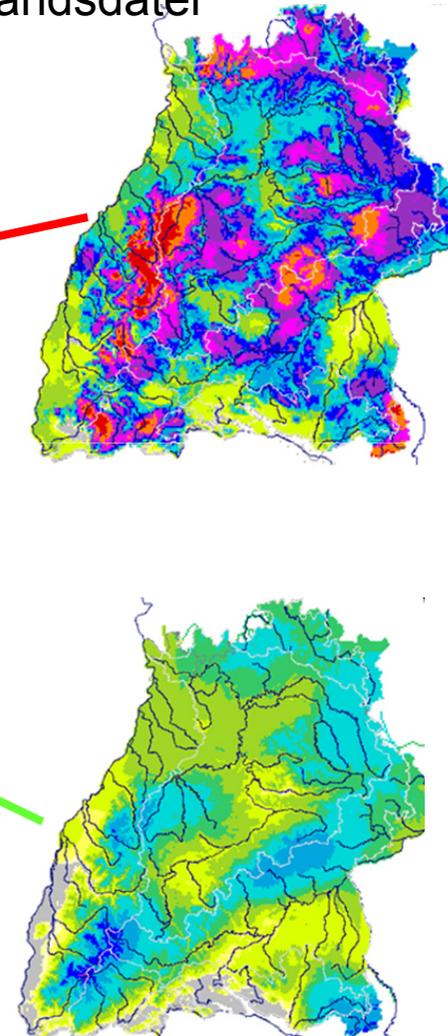
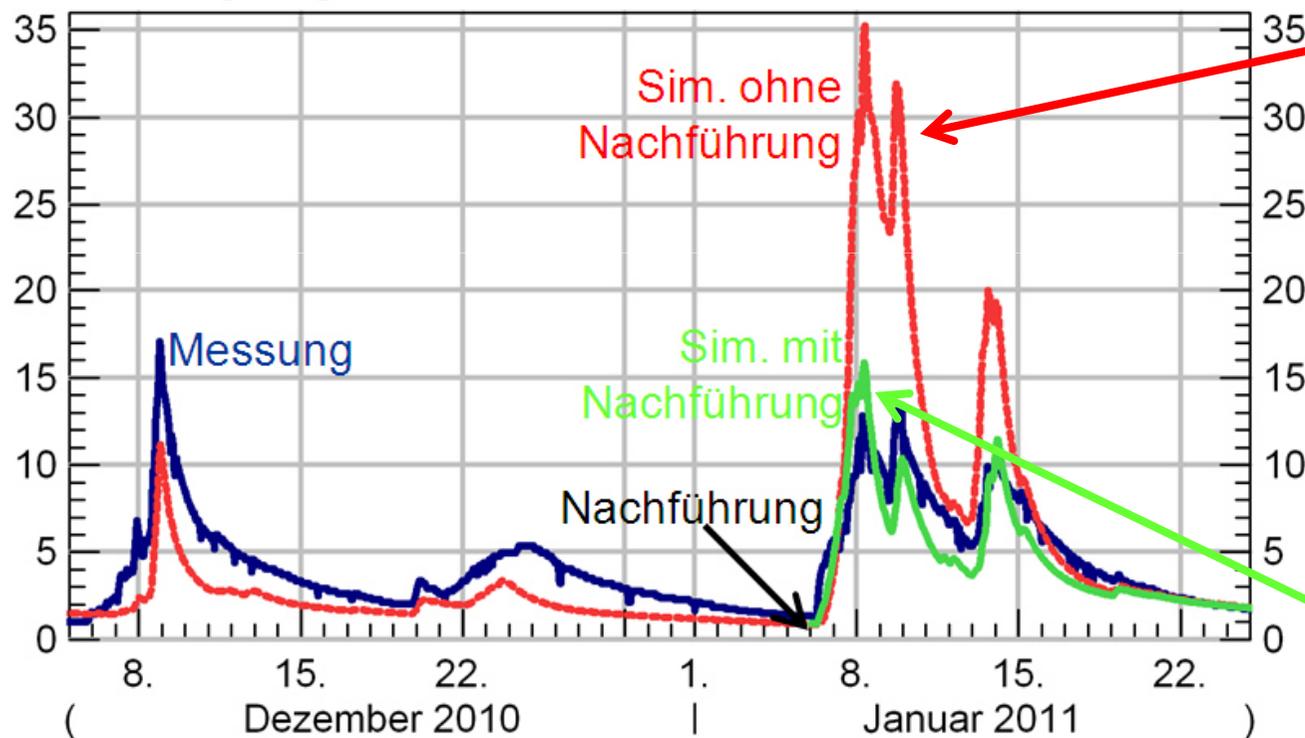


# Verwendung von Punktmessungen

1. Nachführen der Schneedaten an Hand von Punktmessungen (Schnee-Wasseräquivalente und Schneehöhe) in der LARSIM-Zustandsdatei

Simulation Baden-Baden/Oosbach:

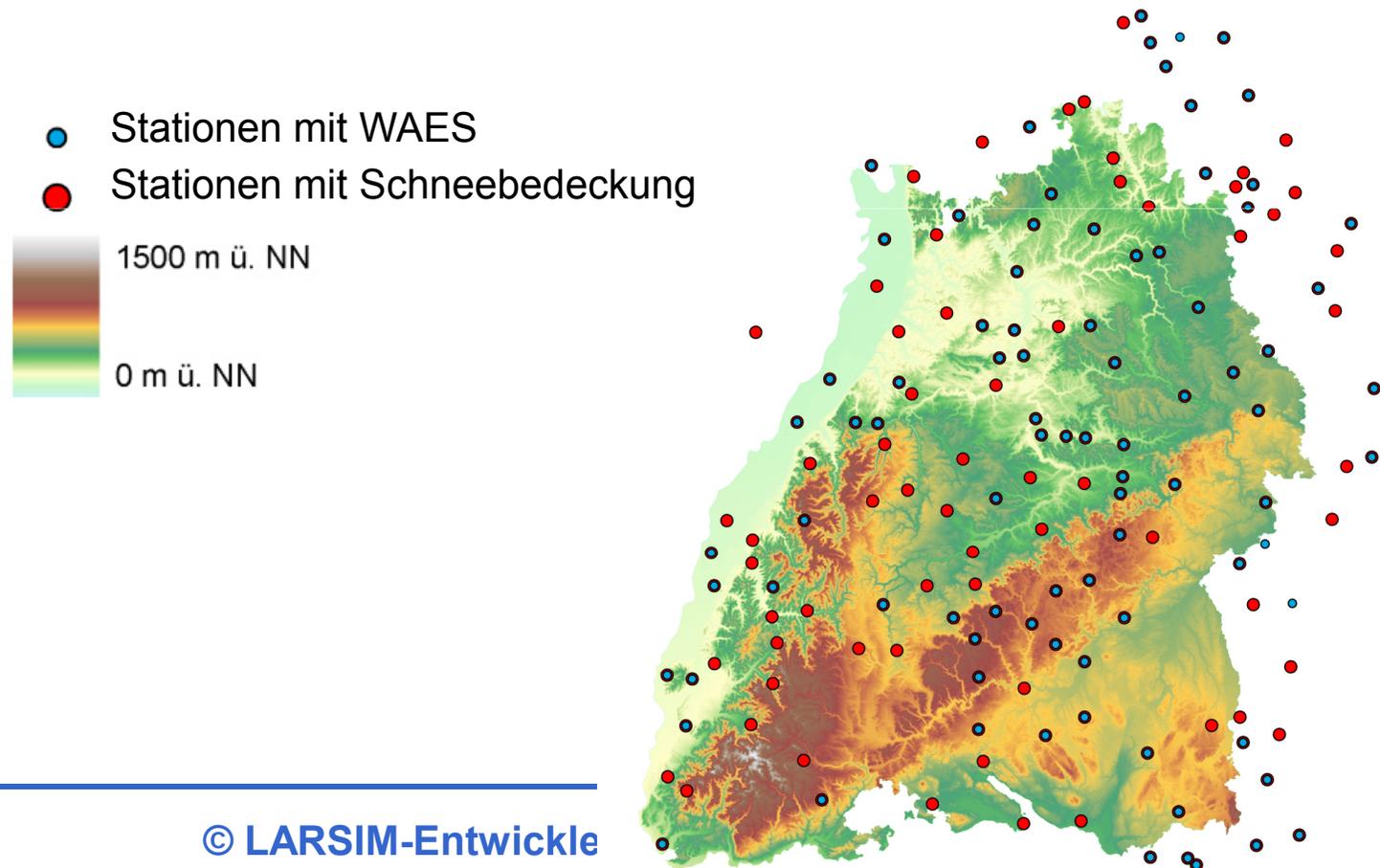
Abfluss [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]



# Verwendung von Punktmessungen

1. Nachführen der Schneedaten an Hand von Punktmessungen (Schnee-Wasseräquivalente und Schneehöhe) in der LARSIM-Zustandsdatei

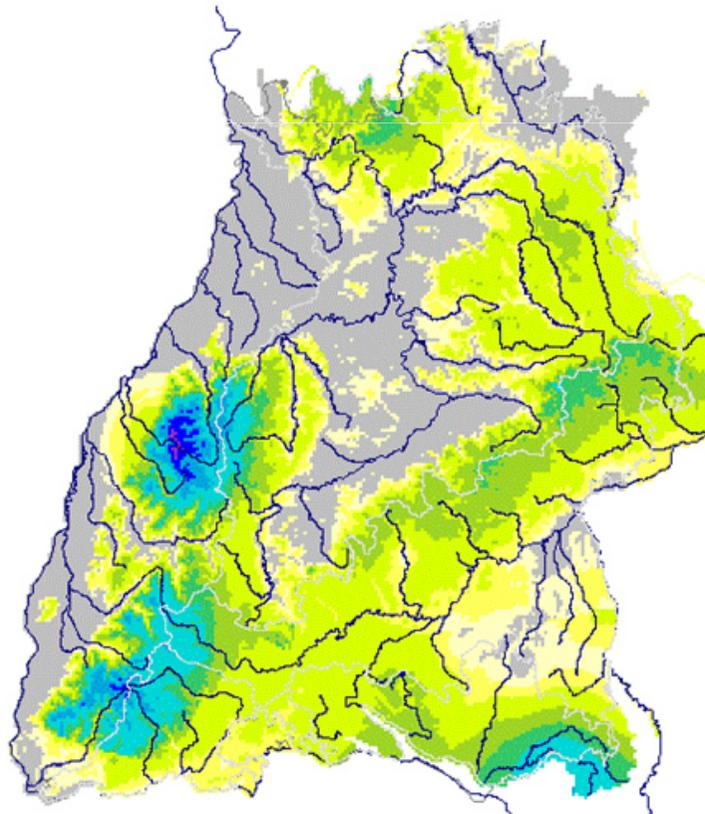
  - Zusätzliche Nutzung von stationsbezogenen Angaben zum Schneebedeckungsgrad (%) zur Erhöhung der Informationsdichte für die Interpolation möglich (LILA)



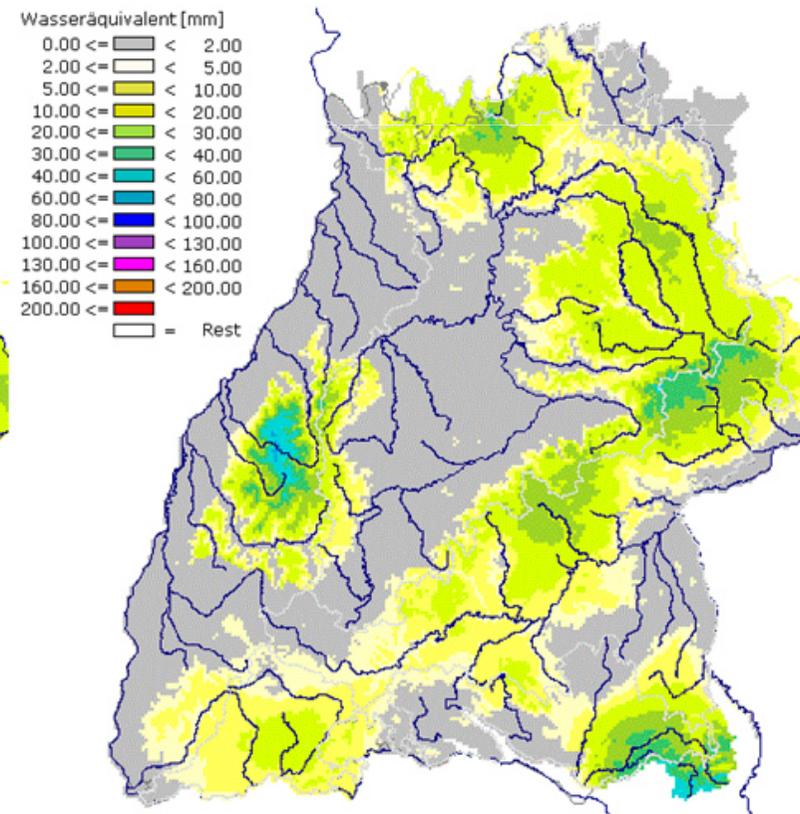
# Verwendung von Punktmessungen

1. Nachführen der Schneedaten an Hand von Punktmessungen (Schnee-Wasseräquivalente und Schneehöhe) in der LARSIM-Zustandsdatei
  - Zusätzliche Nutzung von stationsbezogenen Angaben zum Schneebedeckungsgrad (%) zur Erhöhung der Informationsdichte für die Interpolation möglich (LILA)

ohne Schneebedeckungsgrad



mit Schneebedeckungsgrad



# Mögliche Anpassungen der Schnee-Daten

## 1. Interpolierte Stationsdaten

### Alternative Datenquellen:

2. Satellitendaten (nur Ausbreitung der Schneedecke)
3. SNOW-Daten (DWD)
4. Schneedaten des WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF)
5. SNOWGRID-Daten der ZAMG
6. Höhen- und gebietsabhängige Anpassung der Zustandsdatei

Vergleich mit  
simulierter  
Schneedecke

WHM-  
Zustandsdatei

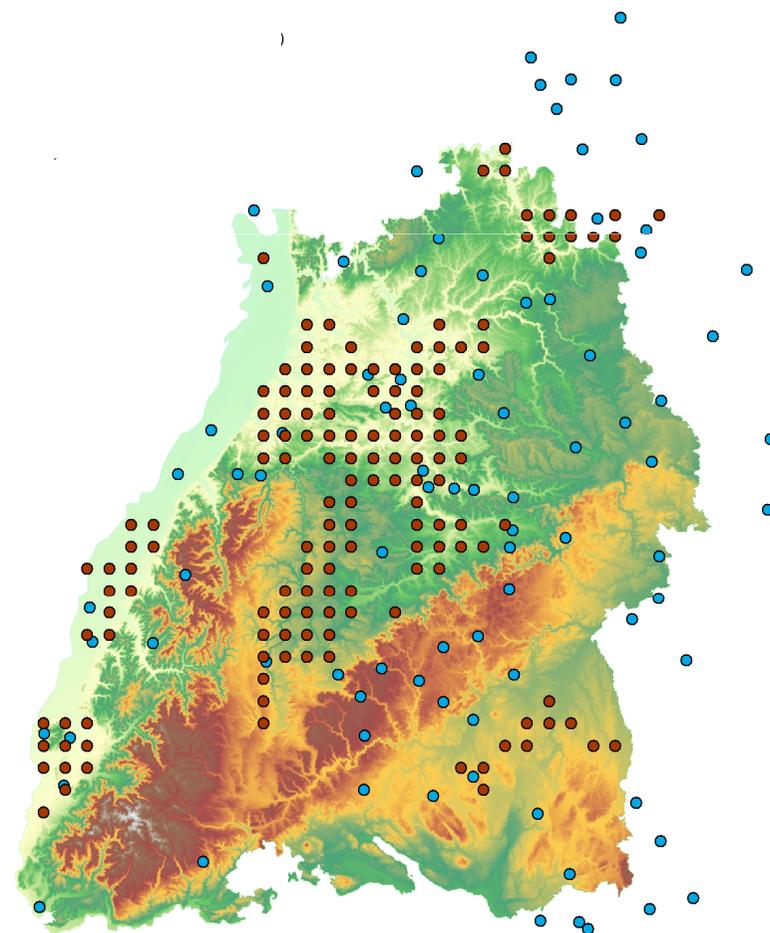
HVZ\_SnowUpdate

nachgeführte  
WHM-  
Zustandsdatei

LARSIM

# Verwendung von Satellitendaten

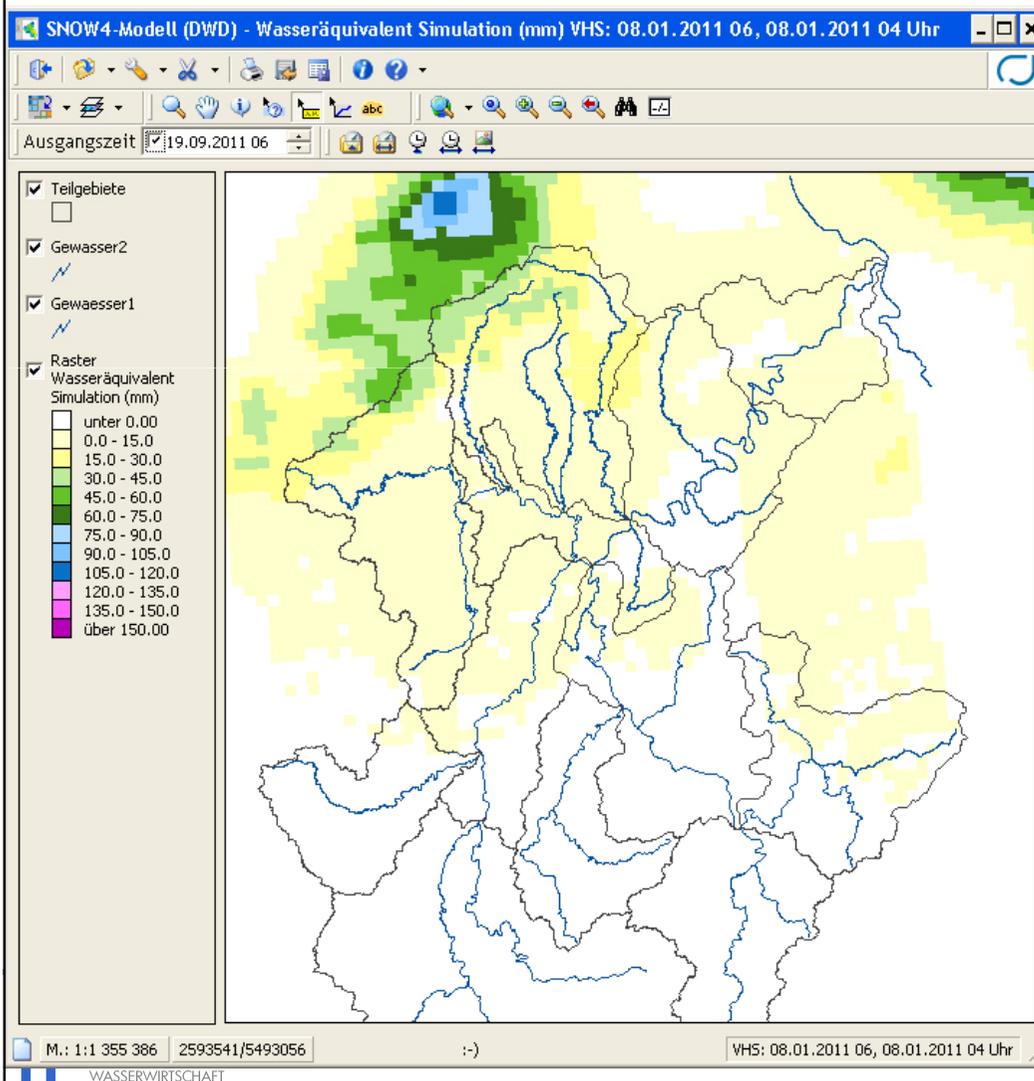
2. Nachführen der Schneedaten an Hand von Satellitendaten in der LARSIM-Zustandsdatei
- Ausdehnung der schneebedeckten bzw. schneefreien Gebiete.
  - Aber: flächenhaft qualitativ hochwertige Satellitendaten selten verfügbar (keine Daten unter Wolken und in Waldgebieten)



# Verwendung von SNOW-Daten

## 3. Verwendung der SNOW-Daten anstelle von Messdaten des Wasseräquivalents

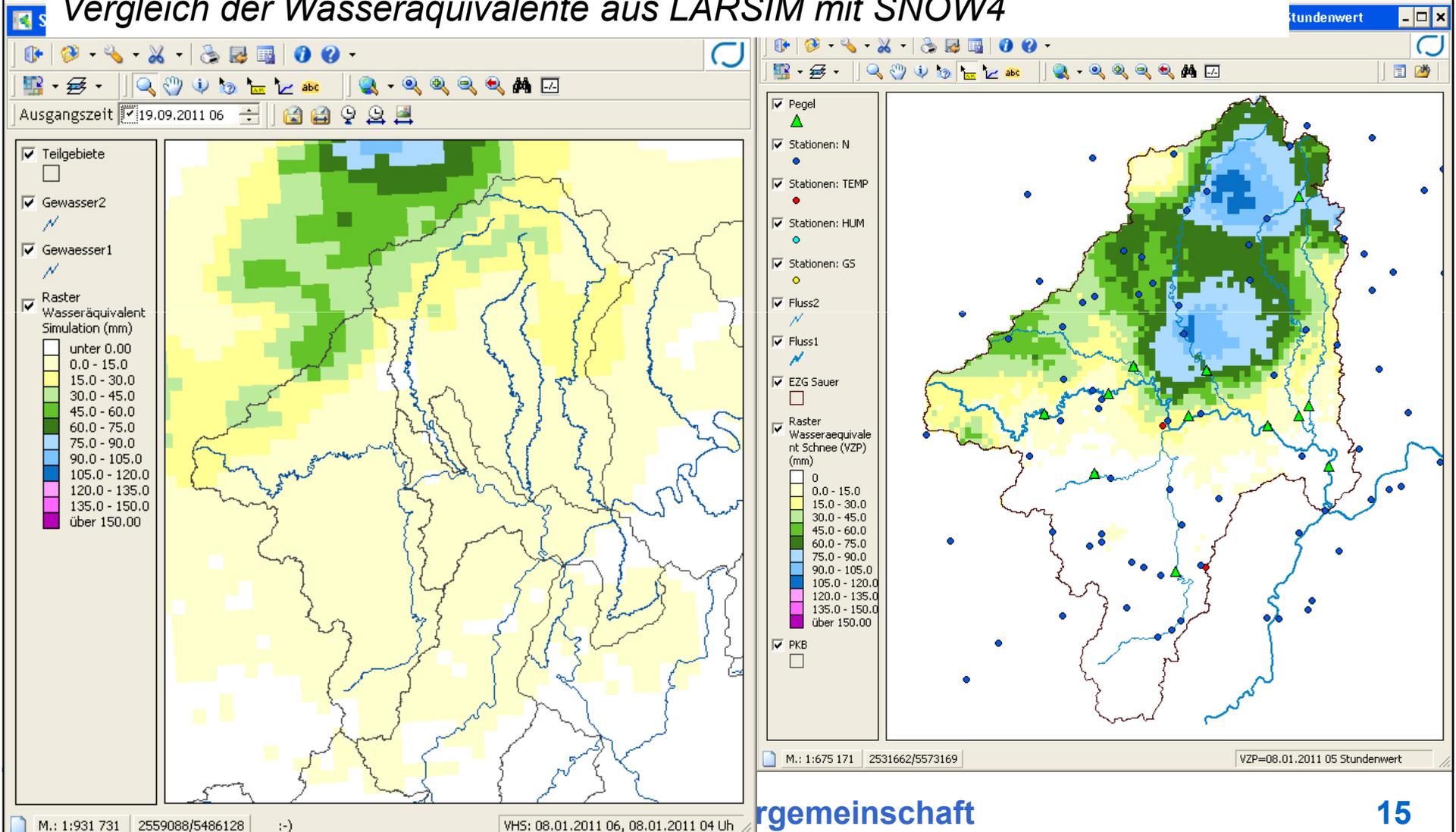
### *Vergleich der Wasseräquivalente aus LARSIM mit SNOW4*



# Verwendung von SNOW-Daten

## 3. Verwendung der SNOW-Daten anstelle von Messdaten des Wasseräquivalents

### Vergleich der Wasseräquivalente aus LARSIM mit SNOW4



## Nachführung in der Oberfläche 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 Iller erzeugen:  
Ausgabepfad HVZ-SnowUpdate-Stammdatendatei:

2. WHM-Zustand auswählen:  
Nachzuführende WHM-Zustandsdatei: 20091108.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:  
  
Programmumgebung HVZ\_SnowRegio zur Interpolation der Stationsdaten:  
  
   ...mit Höhenzonierung

5. Zustandsdatei nachführen (Programmlauf HVZ\_SnowUpdate) mit:  
 SNOW4  interpolierte Stationsdaten  
Ausführbare Datei (hvf\_SnowUpdate.exe):  
  
Steuerungsdatei (HVZ\_SnowUpdate.STR):

# Verwendung von SNOW-Daten

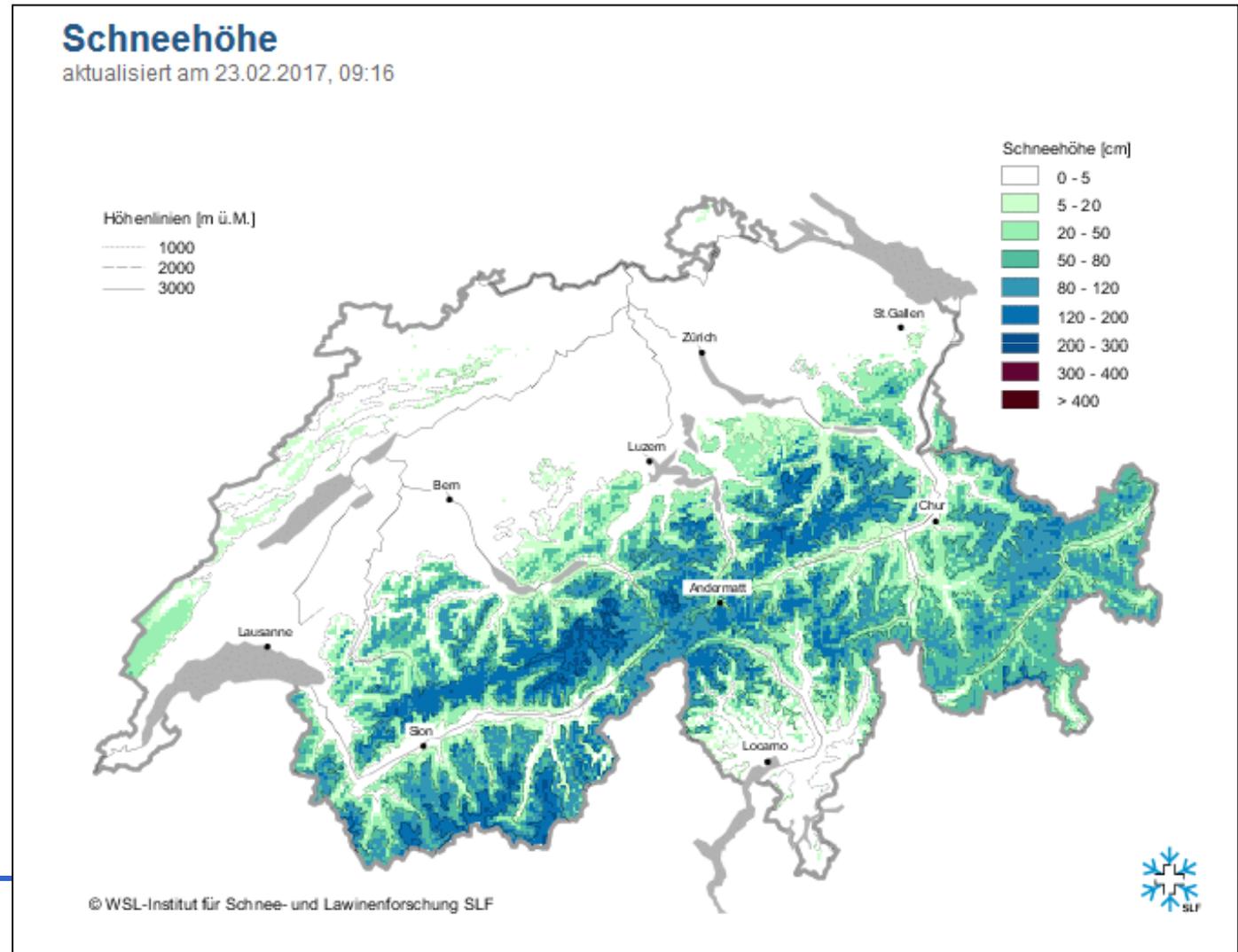
## Nachführung in der Oberfläche Larisso:

- Schneenachführung mit SNOW-Daten oder Stationsdaten

The screenshot displays the WHM LARSSIM software interface. The main window shows a map of a river basin with several gauging stations marked: Kennelbach, Bozenau, Thal-Martinsbrücke, and Oberstauen. A forecast panel on the left indicates 'Vorhersage VZP 01.03.2017 05 INCAECMWF'. A dialog box titled 'WHM Schneenachführung' is open, allowing the user to select the start date for the snow simulation (27.02.2017) and choose between 'Nachführung mit SNOW-Vorhersagen' (selected) and 'Nachführung mit Schnee-Messdaten'. The 'starte Nachführung' button is visible at the bottom of the dialog.

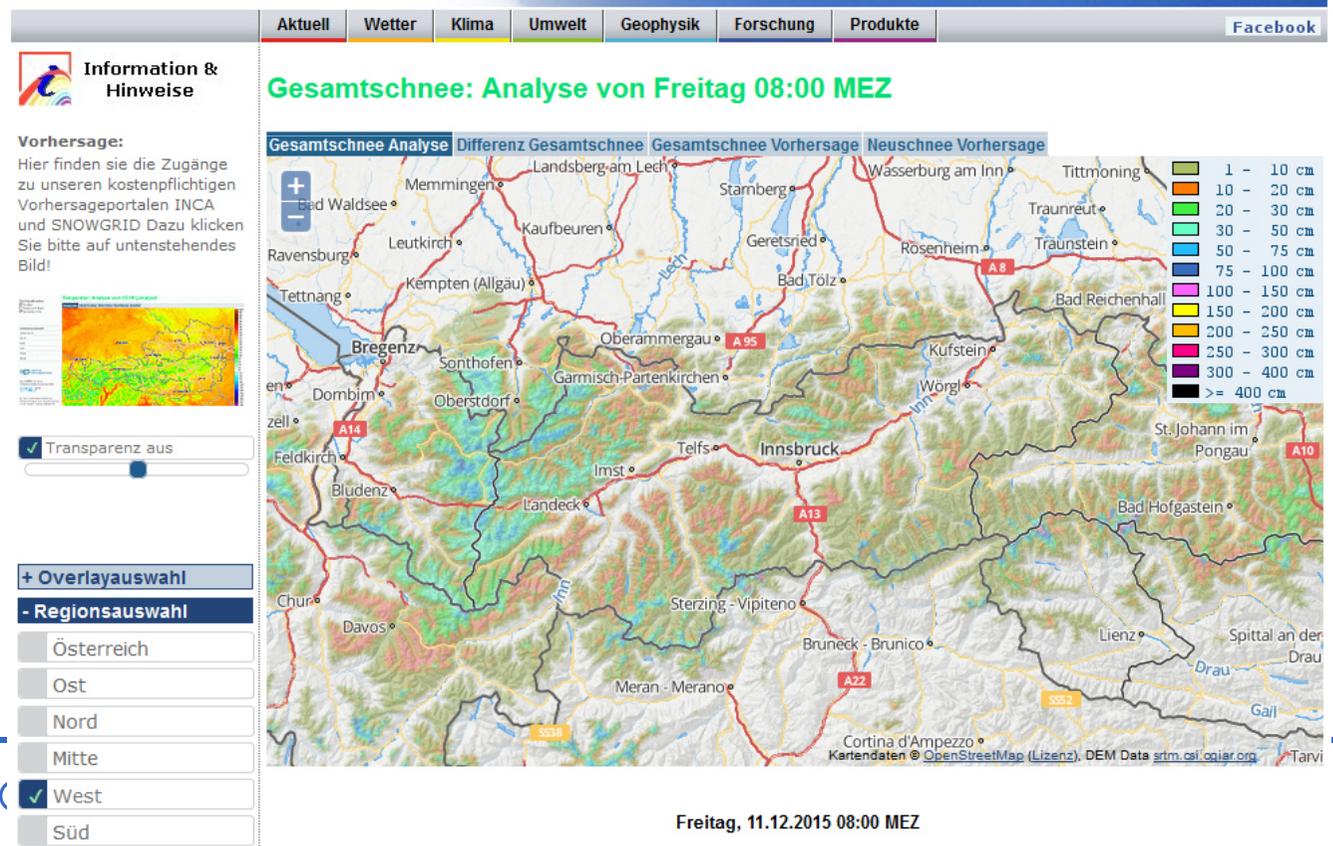
# Verwendung von SLF-Daten

## 4. Einlesen der Schneedaten des WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) (Schweiz und Vorarlberg)



# Verwendung von ZAMG-Daten

## 5. Einlesen der Schneedaten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) (Österreich) (Schnee-Höhe und Schnee-Wasseräquivalent, 1x1 km)

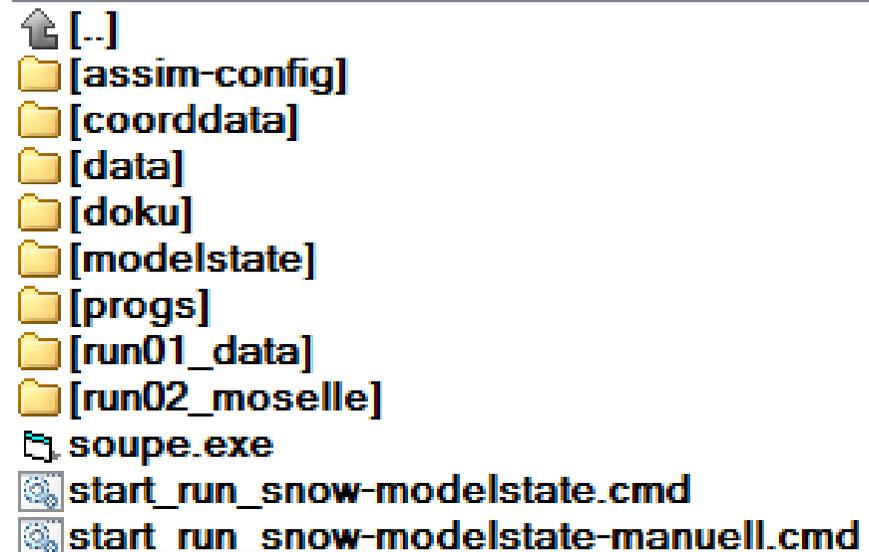


# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## 6. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten

Die in der Zustandsdatei gespeicherten Informationen zur Schneedecke können für ausgewählte Teilgebiete und/oder für ausgewählte Höhen verändert werden.

Dazu ist die Datei `<assimilation.cfg>` » anzupassen (Name und Pfadangabe ist frei wählbar in der Steuerdatei `<HVZ_SnowUpdate.str>` zum Programm).



# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## 6. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten

Die in der Zustandsdatei gespeicherten Informationen zur Schneedecke können für ausgewählte Teilgebiete und/oder für ausgewählte Höhen verändert werden.

Dazu ist die Datei <assimilation.cfg> » anzupassen (Name und Pfadangabe ist frei wählbar in der Steuerdatei <HVZ\_SnowUpdate.str> zum Programm).

Beispiel für die Datei <assimilation.cfg>:

```
#  
#  
bis TGB; von Hoehe; bis Hoehe; Schneezustand;  
32245; 0; 9999; 0.0;
```

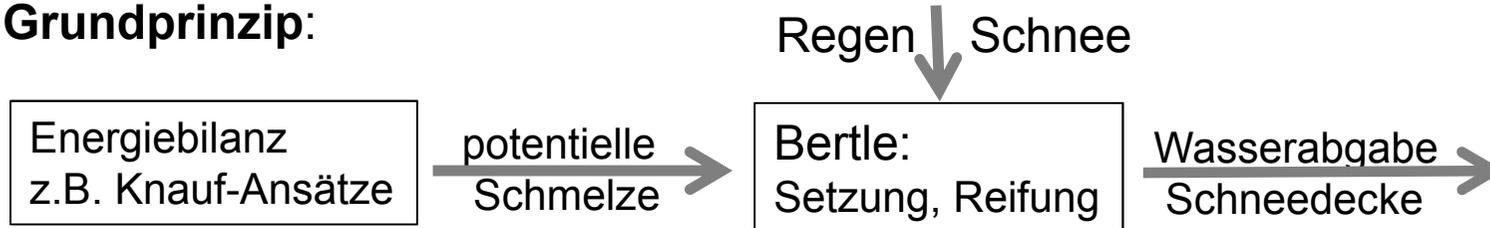
# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## 6. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten

- a) Nachführung des inneren Schneezustands (« Schneezustand »): ein Wichtungsfaktor für das Wasseräquivalent des Trockenschnees (bei Verwendung der Option SNOW COMPACTION 3)

# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## Grundprinzip:



## Wichtigste Größen im (vereinfachten) Bertle-Ansatz:

$WEQ_{tot}$	[mm]	Wasseräquivalent des (Gesamt-)Schnees ( $WEQ_{tot} = W_{akk}$ )
$WEQ_{ts}$	[mm]	Wasseräquivalent des Trocken-Schnees ( $WEQ_{ts} = W_t$ )
$P_W$	[%]	Verhältnis Gesamt-Wasseräquivalent zu Wasseräquivalent Trockenschnee

$$P_W = 100 \cdot \frac{WEQ_{tot}}{WEQ_{ts}}$$

$PW_{max}$	[%]	Maximal mögliches Gesamt-Wasseräquivalent bei gegebenem Wasseräquivalent Trockenschnee
------------	-----	--

**$PW > PW_{max} \rightarrow$  Wasserabgabe aus Schneedecke**

# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## 6. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten

- a) Nachführung des inneren Schneezustands (« Schneezustand »): ein Wichtungsfaktor für das Wasseräquivalent des Trockenschnees (bei Verwendung der Option SNOW COMPACTION 3)

Anpassung des inneren Schneezustands erfolgt durch eine Veränderung des Trockenschnee-Wasseräquivalents. Das Wasseräquivalent des Gesamtschnees bleibt dabei unverändert.

Bei einer wassergesättigten Schneedecke entspricht das Wasseräquivalent Trockenschnee ( $WEQ_{ts}$ ) dem Wasseräquivalent des Gesamtschnees ( $WEQ_{tot}$ ). Je weniger wassergesättigt oder „trockener“ die Schneedecke ist, umso größer wird das Verhältnis von  $WEQ_{tot}$  zu  $WEQ_{ts}$ . Bei gleichbleibendem  $WEQ_{tot}$  bedeutet dies, dass eine Verringerung von  $WEQ_{ts}$  dazu führt, dass die Schneedecke „trockener“ wird.

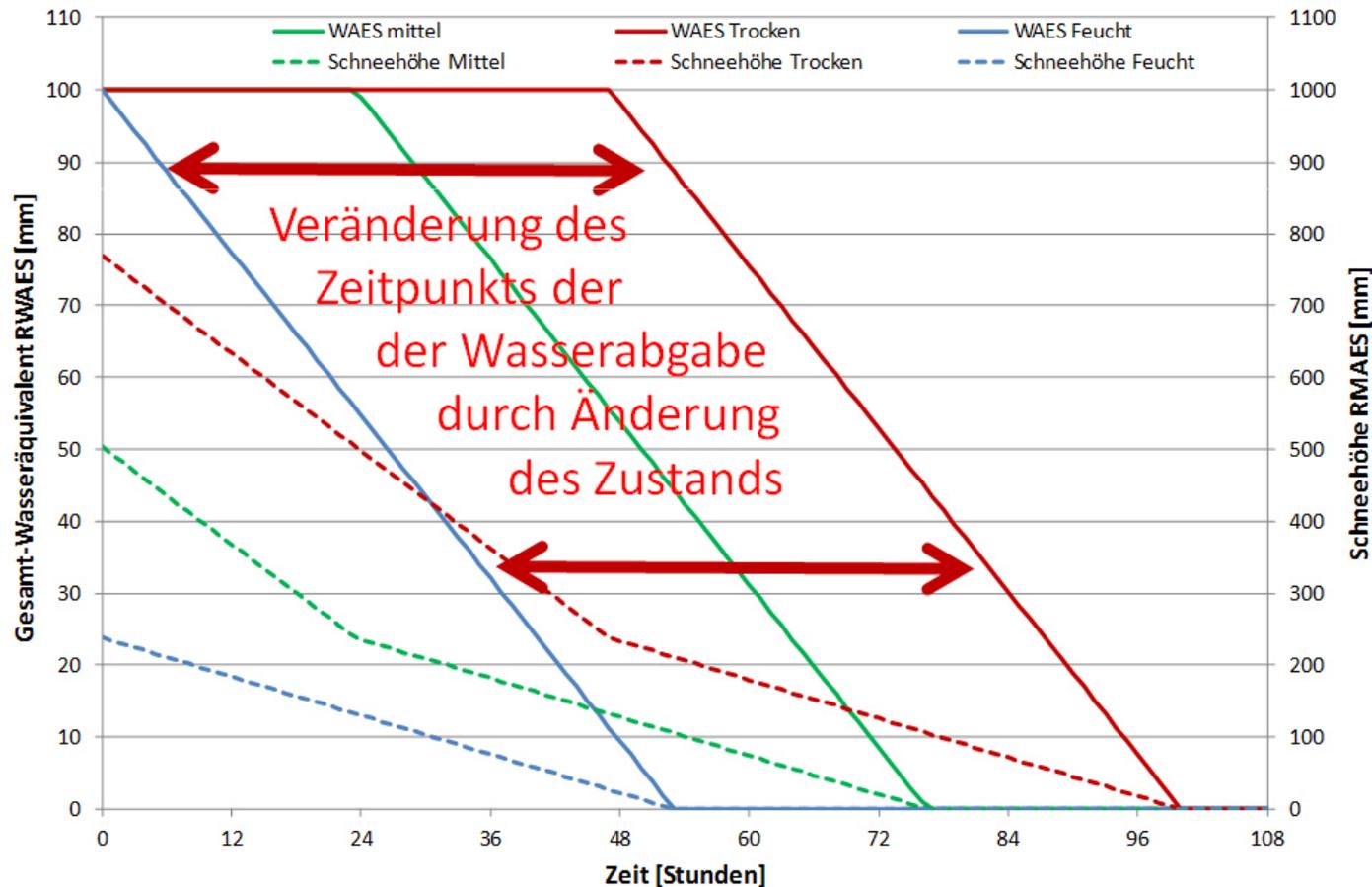
Der minimale Wert, bis zu dem  $WEQ_{ts}$  bei einem gegebenen  $WEQ_{tot}$  verringert werden darf, hängt von der maximalen Schnee-Retention ( $Sret$ ) ab. Je größer  $Sret$ , umso mehr „freies“ Wasser kann in der Schneedecke gebunden sein, bis eine Wasserabgabe aus der Schneedecke erfolgt. Damit steuert  $Sret$  indirekt, wie weit  $WEQ_{ts}$  bei einem gegebenen  $WEQ_{tot}$  verringert werden kann.

# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## 6. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten

Fiktives Beispiel mit 100 mm WÄ zu Beginn -> Variation des Inneren Zustands (Feuchtegehalt, Reifegrads) -> Beginn der Wasserabgabe durch Änderung des Feuchtezustands kann um 48 Stunden verändert werden.

=> Wichtig für Timing bei Schnee-Schmelz-Hochwassern



# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## 6. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten

a) Nachführung des inneren Schneezustands (« Schneezustand »): ein Wichtungsfaktor für das Wasseräquivalent des Trockenschnees.

Der Faktor ist begrenzt durch -1.0 und 1.0 :

- Faktor -1.0: der Schneezustand wird maximal in Richtung trockenem Schnee verändert
- Faktor 0.0 : keine Änderung des inneren Schneezustands
- Faktor 1.0 : der Schneezustand wird maximal in Richtung nassem Schnee verändert

# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## 6. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten

a) Nachführung des inneren Schneezustands (« Schneezustand »): ein Wichtungsfaktor für das Wasseräquivalent des Trockenschnees

Beispiel:

#			
#			
bis TGB; von Hoehe; bis Hoehe; Schneezustand;			
1461; 0; 1000; 1.0;			
1461; 1000; 9999; 0.8;			
32245; 0; 9999; 0.0;			

Bis zum TGB 1461 wird der Schneezustand in den Modellelementen mit einer Höhe unterhalb 1000m maximal in Richtung feuchten Schnee korrigiert. Der Schneezustand in den Modellelementen bis zum TGB 1461 mit einer Höhe oberhalb 1000 m wird ebenfalls in Richtung feuchten Schnees modifiziert, aber weniger stark. Alle anderen Schneezustände, also in allen TGB ab 1461 bis 32245, werden nicht verändert.

# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## 6. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten

- b) Gewichtete Nachführung (« Nachführung »): Faktor für die Gewichtung der externen (regionalisierten) Werte des Schneewasseräquivalents bzw. der Satellitendaten. Zulässig sind Werte von 0 bis 1, bzw. nur die beiden Werte 0 und 1 bei Satellitendaten.
- Faktor 1.0: die LARSIM-Werte des Schneewasseräquivalents werden vollständig durch die externen Werte des Schneewasseräquivalents ersetzt
  - Faktor 0.0: die LARSIM-Werte des Schneewasseräquivalents in der Zustandsdatei werden nicht verändert.
  - Faktor zwischen 0.0 und 1.0: die LARSIM-Werte des Schneewasseräquivalents werden mit den Werten des externen Schneewasseräquivalents gewichtet

# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## 6. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten

- b) Gewichtete Nachführung (« Nachführung »): Faktor für die Gewichtung der externen (regionalisierten) Werte des Schneewasseräquivalents bzw. der Satellitendaten. Zulässig sind Werte von 0 bis 1, bzw. nur die beiden Werte 0 und 1 bei Satellitendaten.

```
#  
# Kommentarzeile  
bis TGB; von Hoehe; bis Hoehe; Nachfuehrung;  
768;          0;   9999;   1.0;  
1337;         0;   700;   1.0;  
1337;        700;  9999;  0.0;  
5000;         0;  9999;   1.0;
```

Nachführung mit dem Nachführungsfaktor 1.0 für alle Teilgebiete bis zum TGB 768. Im Einzugsgebiet zwischen TGB 768 des TGB 1337 erfolgt für Teilgebiete mit einer mittleren Höhe bis 700 m (bzw. für Höhenzonen bis 700 m bei einem höhenzonierten Modell) keine Nachführung (Faktor 0.0). Das Teilgebiet 5000 ist in diesem Beispiel das letzte Teilgebiet des Modells.

# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## 6. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten

- c) Nachführung des Wasseräquivalents (« WAES-Korrektur »): Faktor für Korrektur des Schneewasseräquivalents. Zulässig sind positive Werte. Werte kleiner 1 verringern das Schneewasseräquivalent, Werte größer 1 erhöhen es. Bei einem Wert von 1.0 bleibt das Schneewasseräquivalent unverändert.

# Gebietsspezifische Schnee-Nachführung

## 6. Gebietsspezifische Nachführung der Schneedaten

- d) Kombination der Nachführungen: anhand der vorhandenen Spalten wird automatisch die Art der Nachführung ermittelt. Die Spalten „Nachführung“, „WAES-Korrektur“ und „Schneezustand“ dürfen kombiniert werden. Aber: für ein Gebiet bzw. eine Höhenzone ist jeweils nur eine Veränderung des Schneezustands durch einen der drei Faktoren erlaubt.

Beispiel: wenn eine Nachführung anhand externer Schnee-Daten für ein Gebiet erfolgen soll (Faktor „Nachführung“  $> 0$ ), dann muss für die anderen Faktoren „WAES-Korrektur“ = 1.0 (d.h. keine Veränderung) bzw. „Schneezustand“ = 0.0 (keine Veränderung) für dieses Gebiet bzw. diese Höhenzone angegeben 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.

# Zusammenfassung der Schnee-Nachführung

## 1. Interpolierte Stationsdaten

### Alternative Datenquellen:

2. Satellitendaten (nur Ausbreitung der Schneedecke)
3. SNOW-Daten (DWD)
4. Schneedaten des WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF)
5. SNOWGRID-Daten der ZAMG
6. Höhen- und gebietsabhängige Anpassung der Zustandsdatei

Vergleich mit  
simulierter  
Schneedecke

WHM-  
Zustandsdatei

HVZ\_SnowUpdate

nachgeführte  
WHM-  
Zustandsdatei

LARSIM

Viel Spaß mit dem Schnee!

