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

2.2 Einflussmöglichkeiten durch Datenkontrolle und Anpassung der Schnee-Modellparameter in LARSIM

Dr.-Ing. Kai Gerlinger
HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft
März 2017

© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Beeinflussung der Schnee-Ergebnisse

- Aufgaben des Anwenders:
  1. Kontrolle der gemessenen Niederschlags- und Temperaturdaten
  2. Kontrolle der Vorhersagen der Lufttemperatur
  3. Kontrolle der berechneten Werte des Wasserdargebots und des Wasseräquivalents
  4. (Anpassungen der Schnee-Modellparameter)
  5. Nachführung der Schnee-Ergebnisse des Modells

© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Kontrolle der gemessenen Daten

1. Kontrolle der gemessenen Niederschlags- und Temperaturdaten

- Messstationen (insbesondere für Niederschlag) sind bei Frost und Schneefall sind verstärkt fehleranfällig.
- Fehlerhafte Messungen beeinflussen nachhaltig die Simulation der Schneedecke.
- Ihre Wirkung auf die Abflusssimulation ist häufig erst bei der später auftretenden Schneeschmelze erkennbar.
- Durch die Aufsummierung von fehlerhaften Messwerten während Frostperioden kann es zu einer starken Über- oder Unterschätzung der Schneeschmelzhochwasser kommen. Während des Winters ist eine regelmäßige Kontrolle und ggf. Korrektur der Messungen wichtig.
- Grundsätzlich sollten hierbei längere Zeiträume überprüft werden, da dadurch bestimmte frostspezifische Fehler (z.B. Einfrieren von Stationen) besser erkannt werden können.

© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Kontrolle der gemessenen Daten

1. Kontrolle der gemessenen Niederschlags- und Temperaturdaten

Über den Menüpunkt „Ergebnisse/Flächenhafte Darstellungen“ können die mit LARSIM simulierten Schneedaten betrachtet werden:

a) Gibt es Inseln mit sehr wenig oder keinem Niederschlag / Schnee? *Station vermutlich eingefroren (falls nicht beheizte Stationen).*

b) Gibt es Inseln mit sehr viel Niederschlag / Schnee? *Zu viel Niederschlag gemessen.*

© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Kontrolle der gemessenen Daten

1. Kontrolle der gemessenen Niederschlags- und Temperaturdaten

Vergleich der Ganglinien (insbesondere Niederschlag und Temperatur):

a) Vergleich aller Stationen. Weicht eine Station stark von den anderen ab? Kontrolle, ob dies auf exponierte Lage zurückzuführen ist.

b) Vergleich mit Nachbarstationen für jene Stationen, die in der Flächendarstellung auffällig wenig Niederschlag / Schnee zeigen.

c) Durchgängige Niederschlags-Nullwerte während an benachbarten Stationen Niederschlag fällt? *Station eingefroren.*

d) Vergleich mit Nachbarstationen für jene Stationen, die in der Flächendarstellung auffällig viel Niederschlag / Schnee zeigen. Wurde zu viel Niederschlag erfasst? *Schmelzende Schneehaube, eingefrorener Sammelbehälter oder fehlerhafte Sensorik.*

e) Sind in den Niederschlagsmessungen regelmäßig Schmelzwasserimpulse während der Nachmittagsstunden zu finden? *Station eingefroren.*

© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Beeinflussung der Schnee-Ergebnisse

- Aufgaben des Anwenders:
  1. Kontrolle der gemessenen Niederschlags- und Temperaturdaten
  2. Kontrolle der Vorhersagen der Lufttemperatur

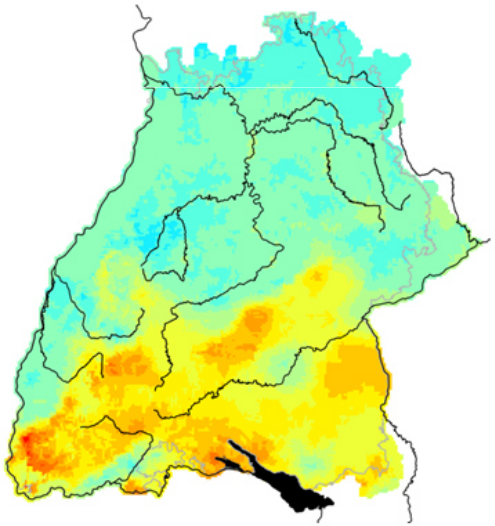
© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Kontrolle der Lufttemperatur-Vorhersagen

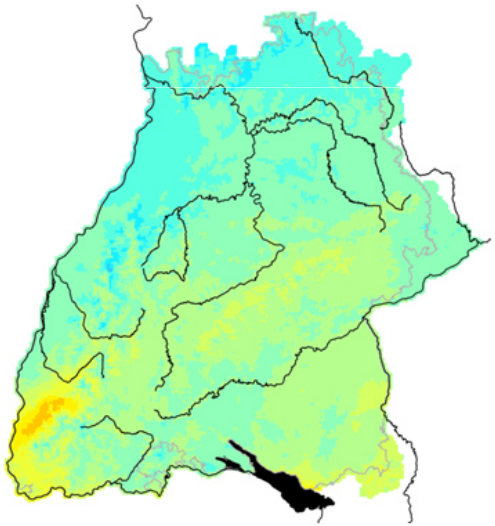
2. Kontrolle der Vorhersagen der Lufttemperatur

Interpolierte Lufttemperatur 07.12.2010 05:00 MEZ

Messdaten



COSMO-EU-Vorhersage



Vorhersageursprung:
07.12.2010 0:00 UTC

Temperatur [°C]

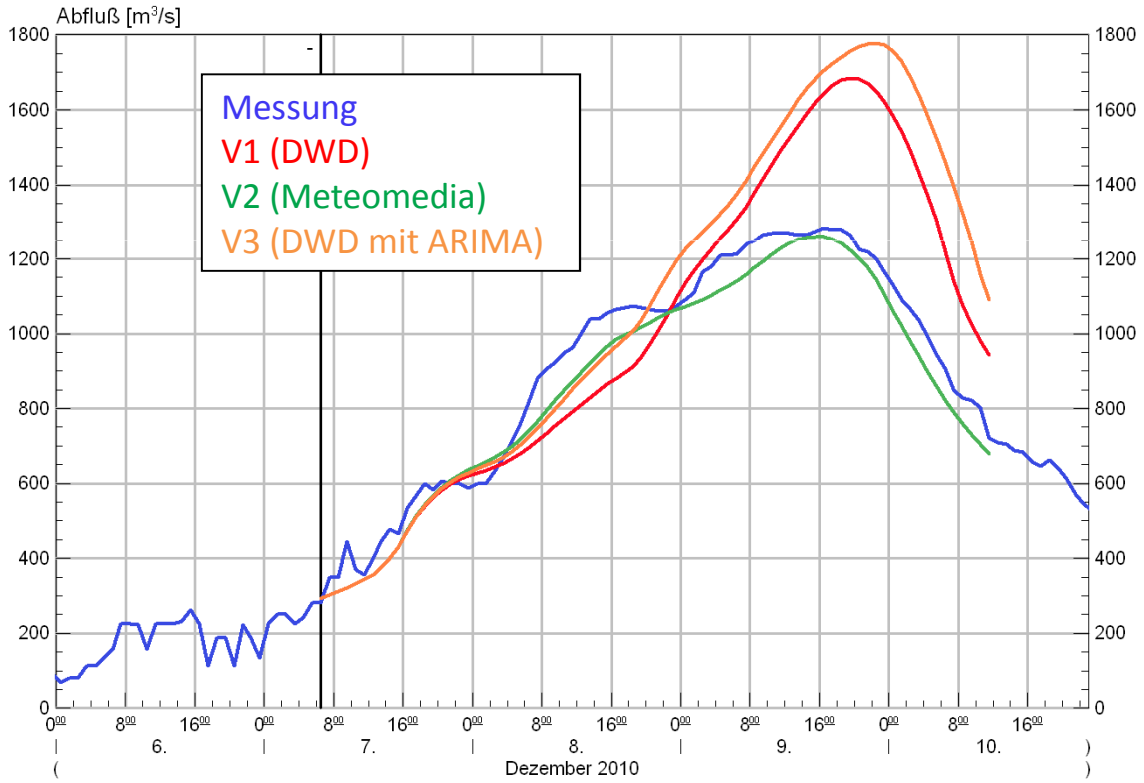
- < -5.50
- -5.49 - -4.50
- -4.49 - -3.50
- -3.49 - -2.50
- -2.49 - -1.50
- -1.49 - -0.50
- -0.49 - 0.50
- 0.51 - 1.50
- 1.51 - 2.50
- 2.51 - 3.50
- 3.51 - 4.50
- 4.51 - 5.50
- 5.51 - 6.50
- 6.51 - 7.50
- 7.51 - 8.50
- 8.51 - 9.50
- > 9.50

Kontrolle der Lufttemperatur-Vorhersagen

2. Kontrolle der Vorhersagen der Lufttemperatur

Abflussvorhersage 07.12.2010 05:00 MEZ

Heidelberg-Karlstor (Neckar)



© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Kontrolle der Lufttemperatur-Vorhersagen

2. Kontrolle der Vorhersagen der Lufttemperatur

- Teilweise deutliche Abweichung der Lufttemperatur zwischen COSMO-EU und Messung. Tendenziell Unterschätzung, oft in Verbindung mit Schneedecke.
- Schneeschmelze und Abflussvorhersage reagieren sehr sensitiv auf Temperaturvorhersage.
- Empfehlung für operationellen Betrieb: Analyse der Lufttemperaturvorhersage
- Veränderung der vorhergesagten Lufttemperatur durch Aktivieren der Option ARIMA LUFTTEMPERATUR:
  - ARIMA-Korrektur der bereits interpolierten vorhergesagten Lufttemperatur anhand der ebenfalls interpolierten gemessenen Lufttemperatur.
  - Der Verschiebungsvektor für die Korrektur wird für jedes Modellteilgebiet durch Bildung der Differenz zwischen der vorhersagten Lufttemperatur zum Vorhersagebeginn (VZP+1) und der gemessenen Lufttemperatur zum Vorhersagezeitpunkt (VZP) bestimmt.
  - ARIMA-Korrektur innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums und daran anschließend Übergangszeitraum mit linearer Reduktion (Festlegung dieser beiden Zeiträume: Einzelparameter ZETR. ARIMA TEML H im <tape10>).

Beeinflussung der Schnee-Ergebnisse

- Aufgaben des Anwenders:
  1. Kontrolle der gemessenen Niederschlags- und Temperaturdaten
  2. Kontrolle der Vorhersagen der Lufttemperatur
  3. Kontrolle der berechneten Werte des Wasserdargebots und des Wasseräquivalents

© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Kontrolle der Berechnungs-Werte

3. Kontrolle der berechneten Werte des Wasserdargebots und des Wasseräquivalents:

Korrektur des Schneedeckenaufbaus bei Abweichungen zwischen der simulierten und gemessenen Schneedecke oder eine unplausible Schneedeckenverteilung.

© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Beeinflussung der Schnee-Ergebnisse

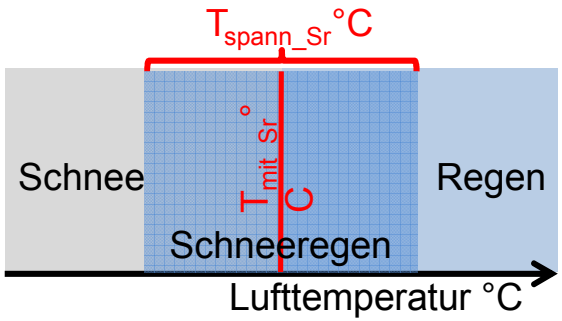
- Aufgaben des Anwenders:
  1. Kontrolle der gemessenen Niederschlags- und Temperaturdaten
  2. Kontrolle der Vorhersagen der Lufttemperatur
  3. Kontrolle der berechneten Werte des Wasserdargebots und des Wasseräquivalents
  4. (Anpassungen der Schnee-Modellparameter)

Anpassungen der Schnee-Modellparameter

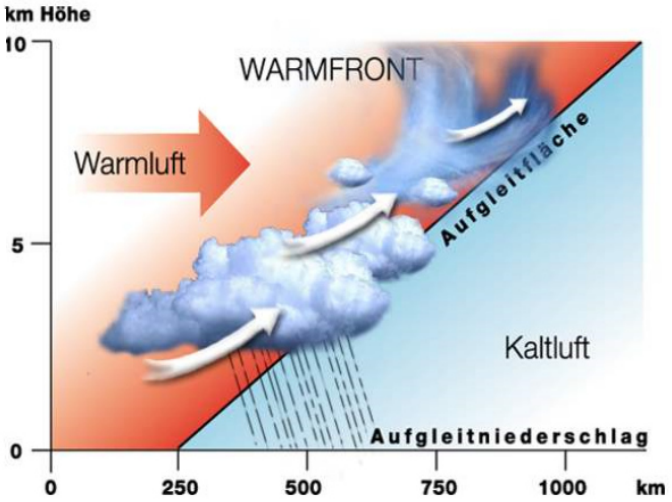
4. Anpassungen der Schnee-Modellparameter

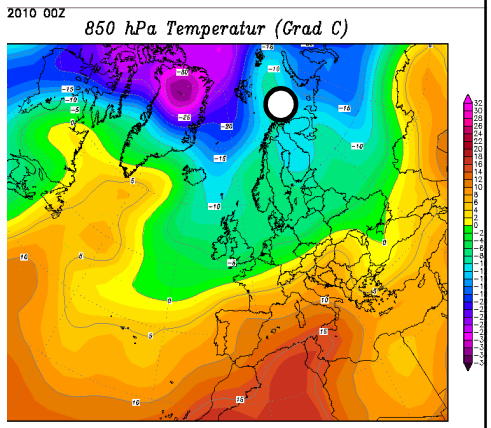
Bei systematischen Abweichungen der Ergebnisse des Schneemodells von der Wirklichkeit können Modellanpassungen sinnvoll sein.

- Modifizierbare Parameter: z.B. Parameter für Option Schneeregen *Tmit_Sr* und *Tspann_Sr* bzw. Grenztemperatur T_{Gr}



- **Dezember 2010**: Niederschläge aus stationärer Aufgleitfront
- **Real: Bodennähe ~0°C Trotzdem: Regen aus aufgleitender Warmluft**
- **Modell: Bei T_{gr}=+0,5°C: Simulation von Schnee**





© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

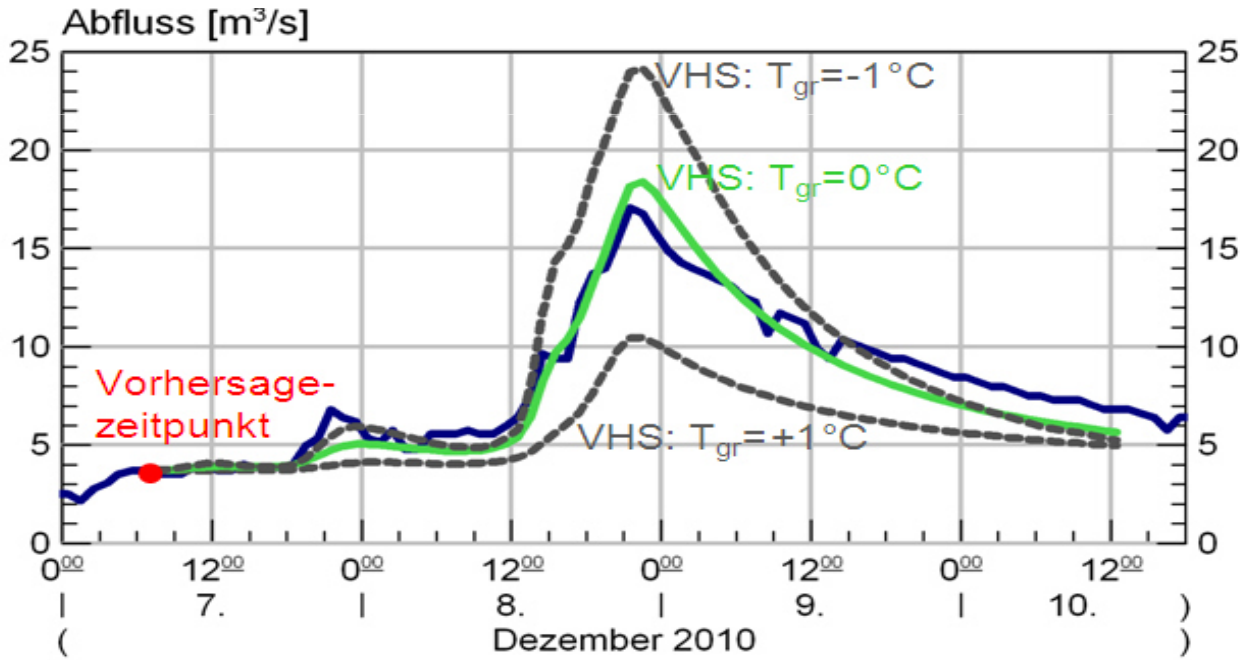
Anpassungen der Schnee-Modellparameter

Modifizierbare Parameter: *Tmit_Sr bzw.* Grenztemperatur T_{Gr}

Grenztemperatur a priori nicht bekannt

⇨ Berücksichtigung der Vorhersageunsicherheit durch Ensemblerechnung mit variablem *Tmit_Sr* bzw. T_{Gr}

Pegel Baden-Baden/ Oosbach



© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Anpassungen der Schnee-Modellparameter

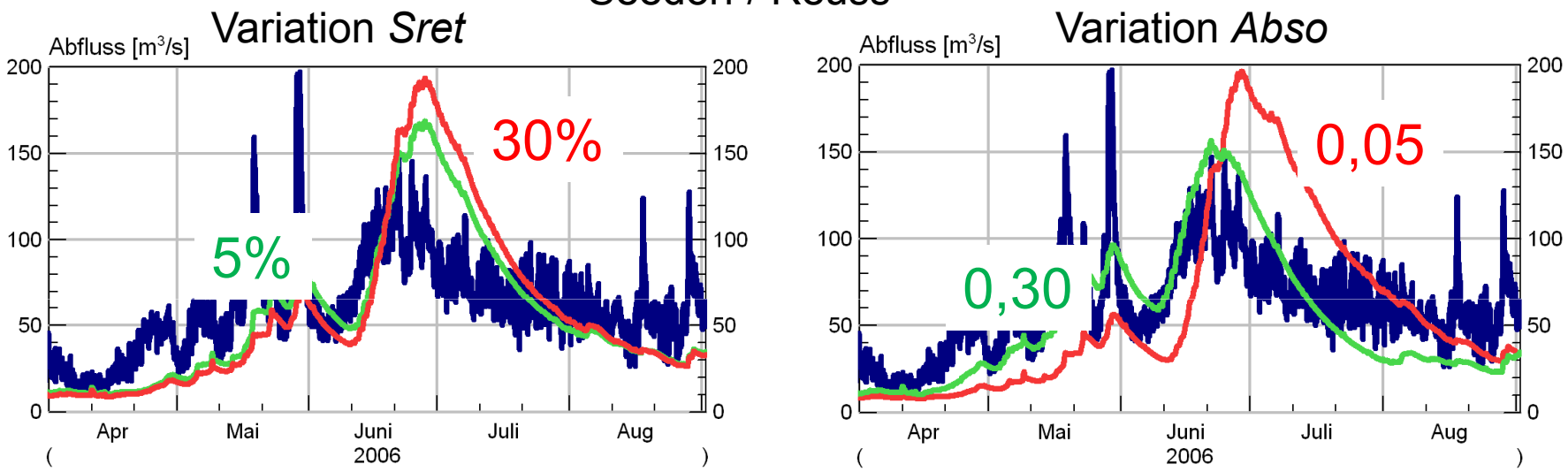
- Modifizierbare Parameter:
  - *Tmit_Sr bzw.* Grenztemperatur T_{Gr} (-1,0 bis 1,0)
  - maximale Schnee-Retention *Sret* (5 bis 40)
  - Absorptionskoeffizient *Abso (0,02 bis 0,3)*
  - (Konstanten *a0* und *a1* zur Berechnung des turbulenten Stroms fühlbarer und latenter Wärme)
  - (Parameter des Bodenwärmestroms i_G)
  - (Parameter *FrostFak* zur Steuerung der Wirkung der Bodengefrornis)
- Veränderung in der vorhergesagten Lufttemperatur mit ARIMA LUFTTEMPERATUR

© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Anpassungen der Schnee-Modellparameter

Variation von *Sret* oder *Abso*:

Seedorf / Reuss



Maximale Modellgüte alpine / nivale Einzugsgebiete:

	Variation Sret			Variation Abso	
	Sret	NSC		*Abso*	NSC
Seedorf / Reuss	5%	0,44		0,30	0,44
Domat / Alpenrhein	5%	0,50		0,30	0,54

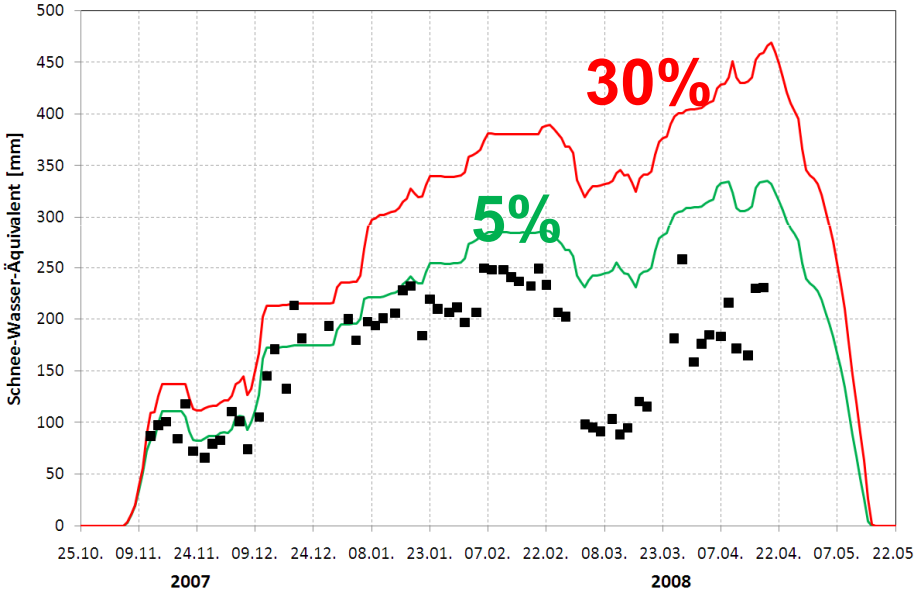
© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Anpassungen der Schnee-Modellparameter

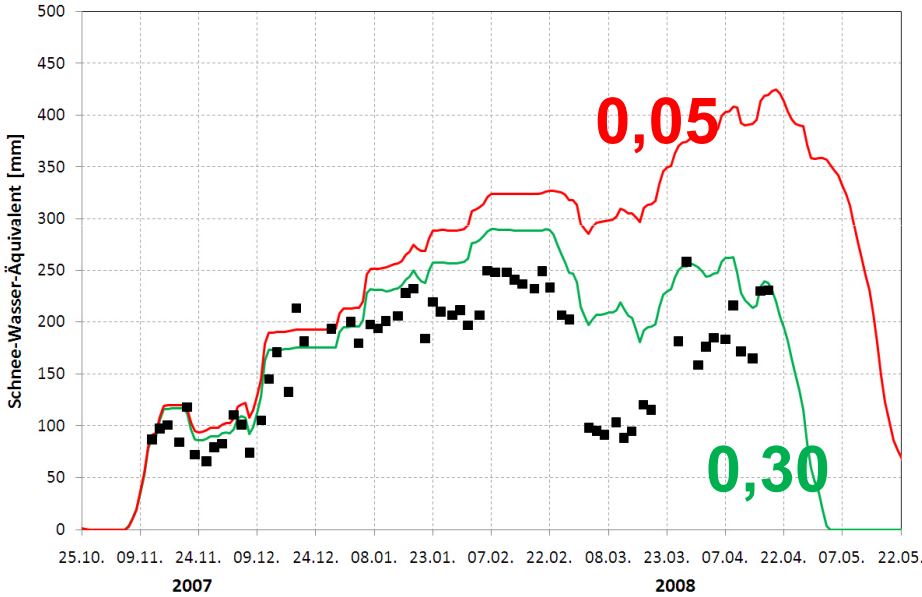
Variation von *Sret* oder *Abso*:

Station Feldberg

Variation *Sret*



Variation *Abso*



© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Anpassungen der Schnee-Modellparameter

Variation von *Sret* oder *Abso*:

Maximale Modellgüte nivo-pluviale Mittelgebirgs-Einzugsgebiete:

	Variation Sret			Variation Abso	
	Sret	NSC		Abso	NSC
Kirchen-Hausen / Donau	5%	0,84		0,30	0,85
Schwaibach / Kinzig	5%	0,88		0,30	0,89

- ⇨ *Abso* wirkt über Energiebilanz der Schneedecke,
  Sret wirkt über Setzung der Schneedecke.
- ⇨ Beide Parameter sind sensitiv für die Schneesimulation.
- ⇨ Häufig ähnliche Wirkung erzielbar, trotz unterschiedlicher Wirkungspfade.
- ⇨ Beste Ergebnisse meist für extreme Werte der Parameter
  (*Sret* 5%, *Abso* 0,30)
- ⇨ Durch Variation von *Abso* meist etwas bessere Anpassung erzielbar.

© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Anpassungen der Schnee-Modellparameter

Eine Korrektur der Schneedecke kann durch Nachberechnung mit geänderten Parameterwerten durchgeführt werden:

- Schneewasseräquivalente in einzelnen Pegelkontrollbereichen zu hoch, da zu viel Niederschlag als Schnee gefallen ist?

  Modellnachberechnung mit niedrigem T_{Gr} (z.B. -0,25).

- Schneewasseräquivalente in einzelnen Pegelkontrollbereichen zu hoch, da beim letzten Abflussereignis zu wenig Schnee abgeschmolzen ist?

  Modellnachberechnung mit niedrigem SRet und/oder hohem Abso.

- Schneewasseräquivalente in einzelnen Pegelkontrollbereichen zu niedrig, da zu viel Niederschlag als Regen gefallen ist?

  Modellnachberechnung mit hohem T_{Gr} (z.B. 1,0).

- Schneewasseräquivalente in einzelnen Pegelkontrollbereichen zu niedrig, da beim letzten Abflussereignis zu viel Schnee abgeschmolzen ist?

  Modellnachberechnung mit erhöhtem SRet und/oder niedrigem Abso

© LARSIM-Entwicklergemeinschaft

Zusammenfassung: Beeinflussung der Schnee-Ergebnisse

- Aufgaben des Anwenders:
  1. Kontrolle der gemessenen Niederschlags- und Temperaturdaten
  2. Kontrolle der Vorhersagen der Lufttemperatur
  3. Kontrolle der berechneten Werte des Wasserdargebots und des Wasseräquivalents
  4. (Anpassungen der Schnee-Modellparameter)
  5. Nachführung der Schnee-Ergebnisse des Modells

© LARSIM-Entwicklergemeinschaft