

## **Validierung der Schneedeckenmodellierung des LARSIM-Modells für das Einzugsgebiet des Hochrheins**

**Clara Hohmann**

HYDRON Ingenieurgesellschaft für Umwelt und Wasserwirtschaft mbH

In Zusammenarbeit mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

# Gliederung

- Einführung
- Methoden und Ergebnisse
  - Erster Überblick
  - Räumliche Auswertung
  - Zeitliche Auswertung
- Zusammenfassung
- Ausblick

# Problemstellung

- Großskalige Wasserhaushaltsmodelle modellieren die Schneedecke/-schmelze als ein Abflussbildungsprozess
- Validierung der Schneedynamik kommt oft zu kurz
  - Kompensation durch Kalibrierung aller Modellparameter
- Abfluss am Pegel stellt immer das Integral über das gesamte Einzugsgebiet dar
  - verschiedene Abflussbildungsprozesse
- In großen Flussgebieten mit Gebirgs-/Gletscheranteil Schmelzwasser-Abflusskomponente entscheidend
  - Eine gut validierte Schneemodellierung ist unumgänglich, um die Auswirkungen von Klimaänderungen auf die schneebürtige Abflusskomponente und das Abflussregime abzuschätzen.

# Zielsetzung

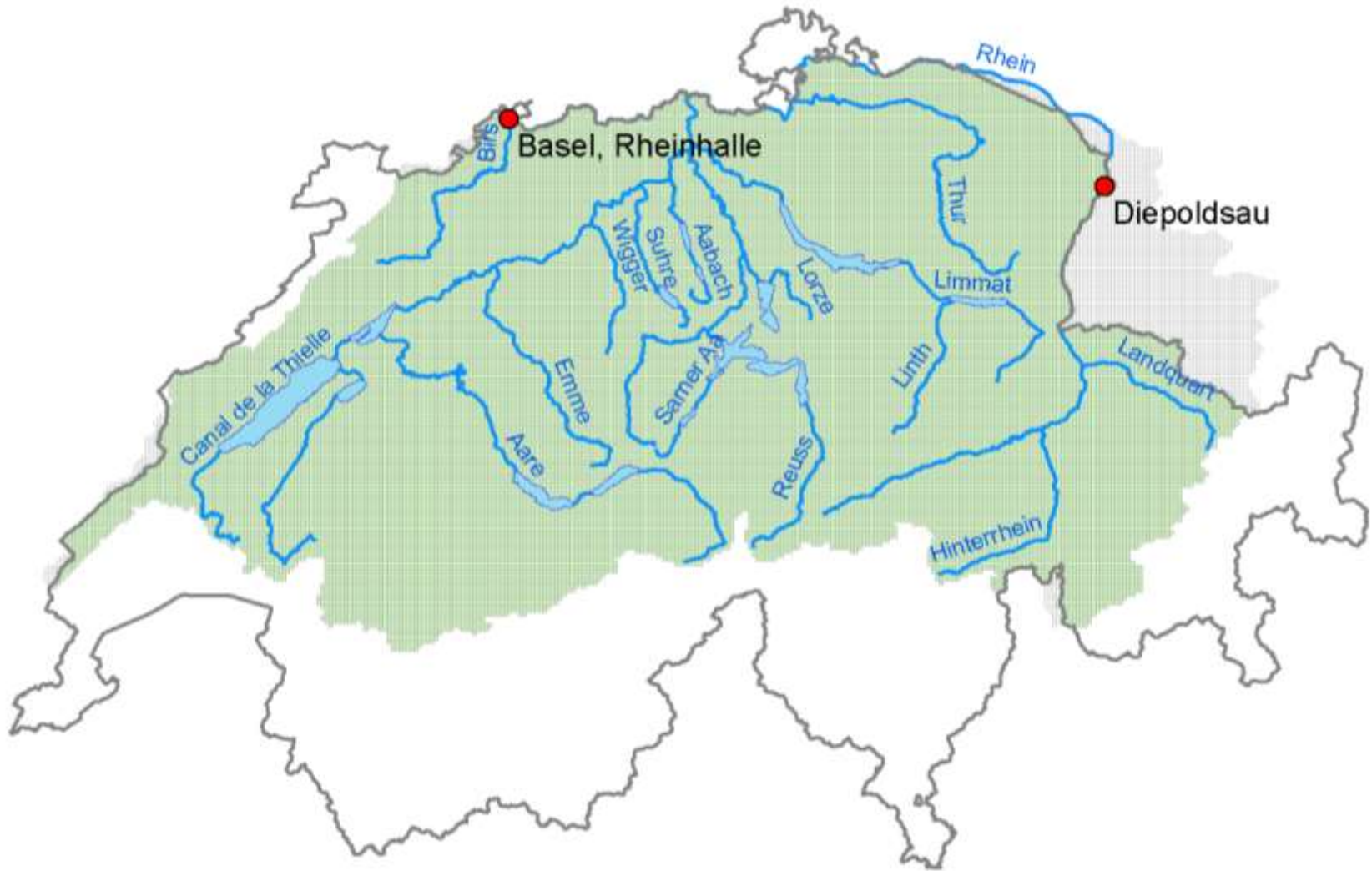
- Validierung der Schneemodellierung von LARSIM
- Hauptdaten: Karten der Schneewasseräquivalente (SWE) des schweizerischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) → Vergleich mit dem in LARSIM flächig modellierten SWE
- Zuerst: Entwicklung von Methoden zur Raum-Zeit-Auswertung (**wo?** und **wann?**)
- Anschließend: Bewertung und Identifikation maßgeblicher Einflussfaktoren/Fehlerquellen (**warum?**)

# Datengrundlagen

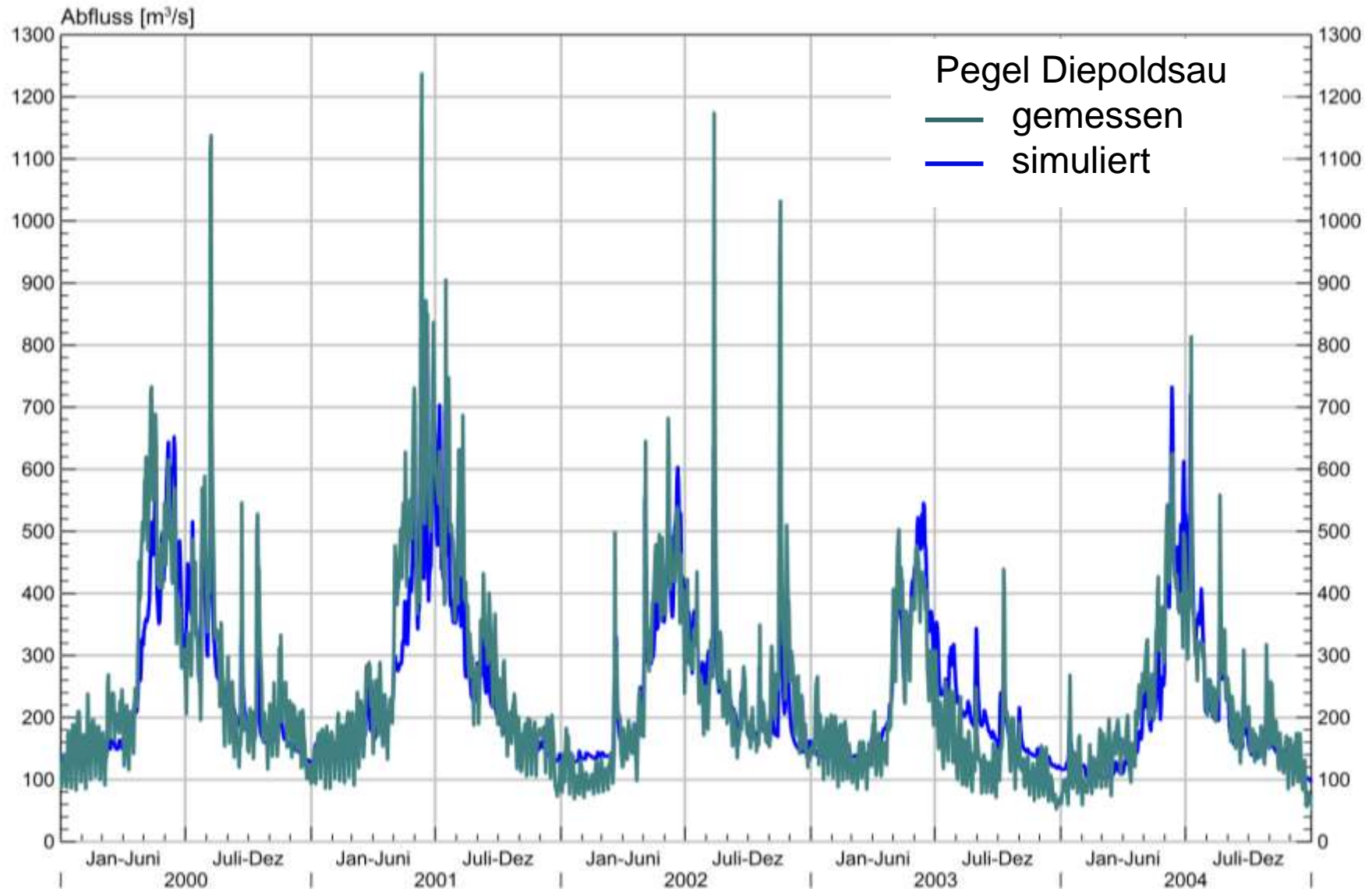
## Datenbeschaffung → Umformatierung → Plausibilisierung

- Antriebsdaten für LARSIM
  - Niederschlag, Temperatur, relative Luftfeuchte (1x1km HYRAS-Daten des DWD)
  - Globalstrahlung, Windgeschwindigkeit, Luftdruck (Stationsdaten)
- Vergleichsdaten
  - Flächige Daten (1x1km) SWE-Produkt vom SLF
  - Abflüsse
- Untersuchungszeitraum 01.11.1998 bis 15.06.2006
- Tageswertmodell des Rhein-Einzugsgebiets bis Basel

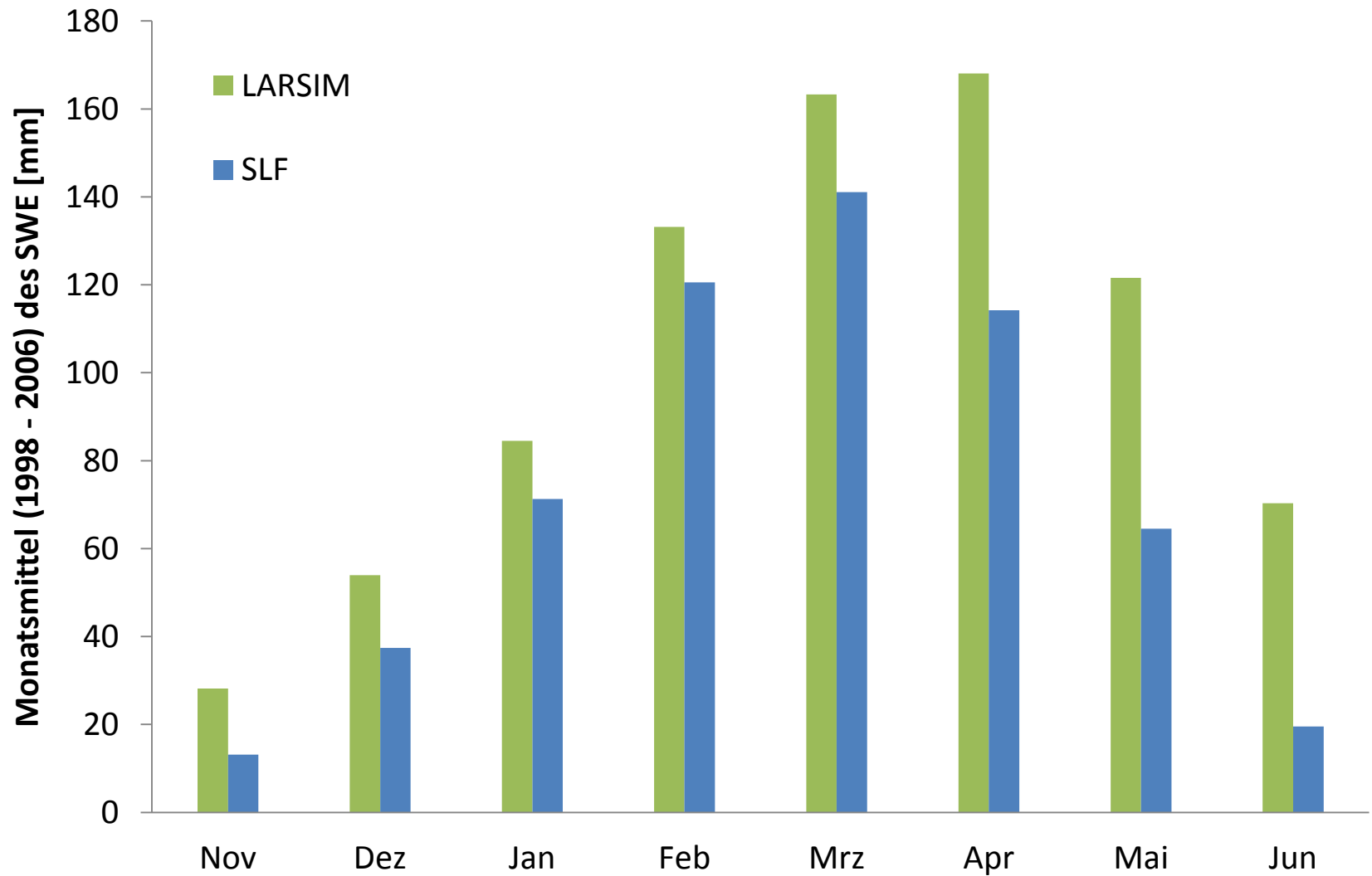
# Untersuchungsgebiet



# Modell Validierung



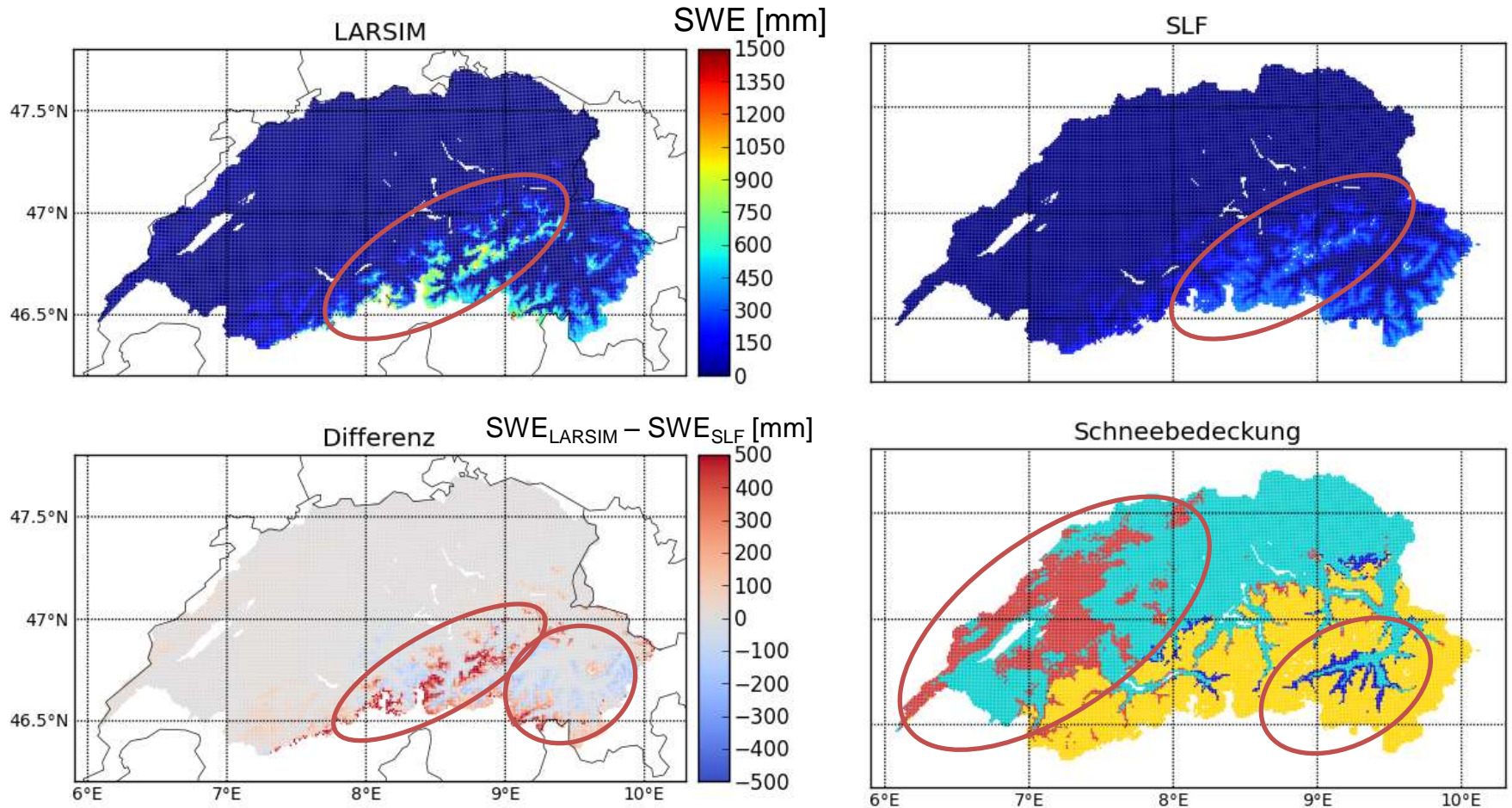
# Erster Überblick





# Räumliche Auswertung

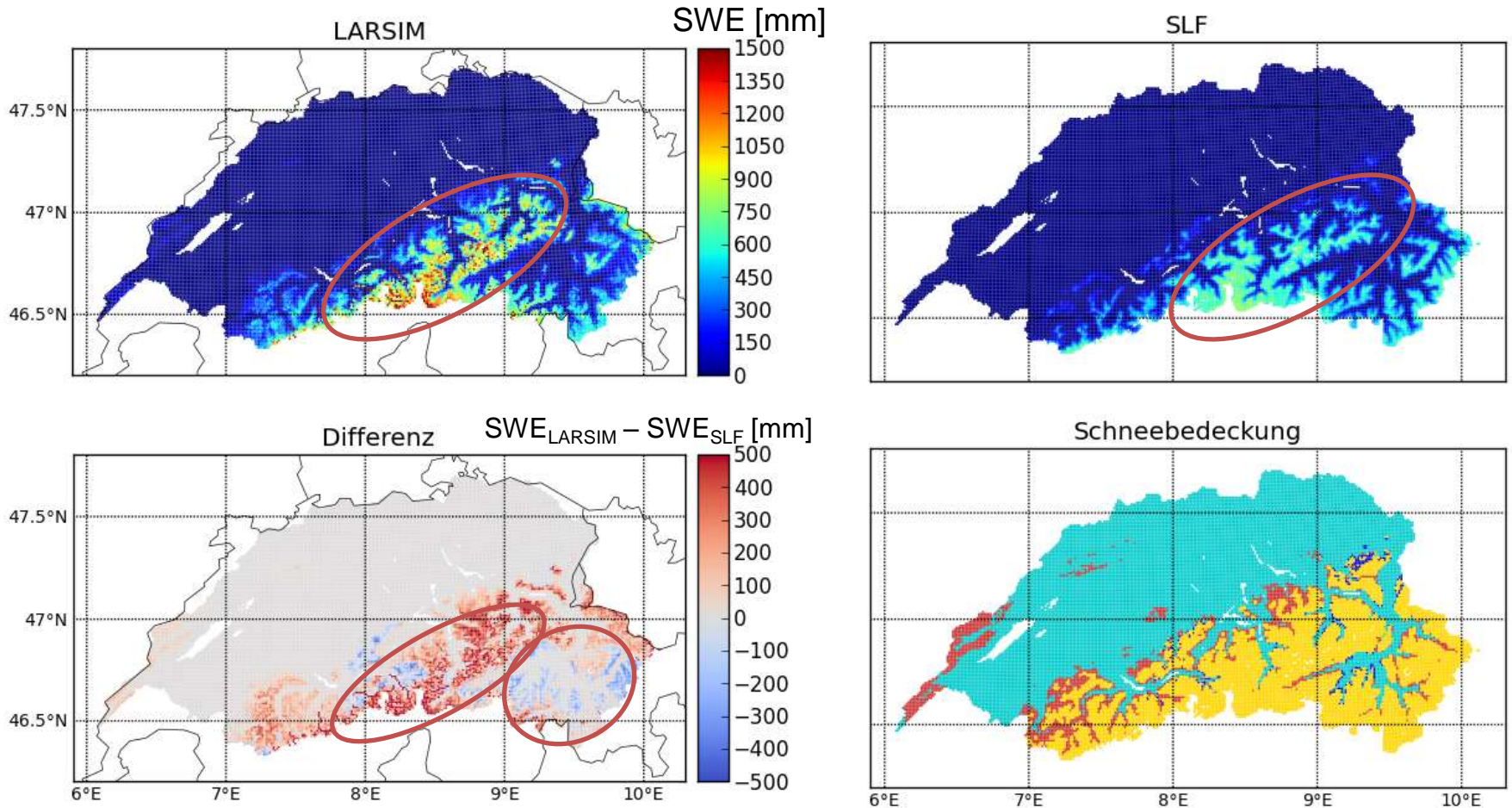
15. Dezember 2002



Nur LARSIM Schnee (rot), nur SLF-Produkt Schnee (blau), beide Schnee (gelb) und beide kein Schnee (türkis).

# Räumliche Auswertung

7. April 2003

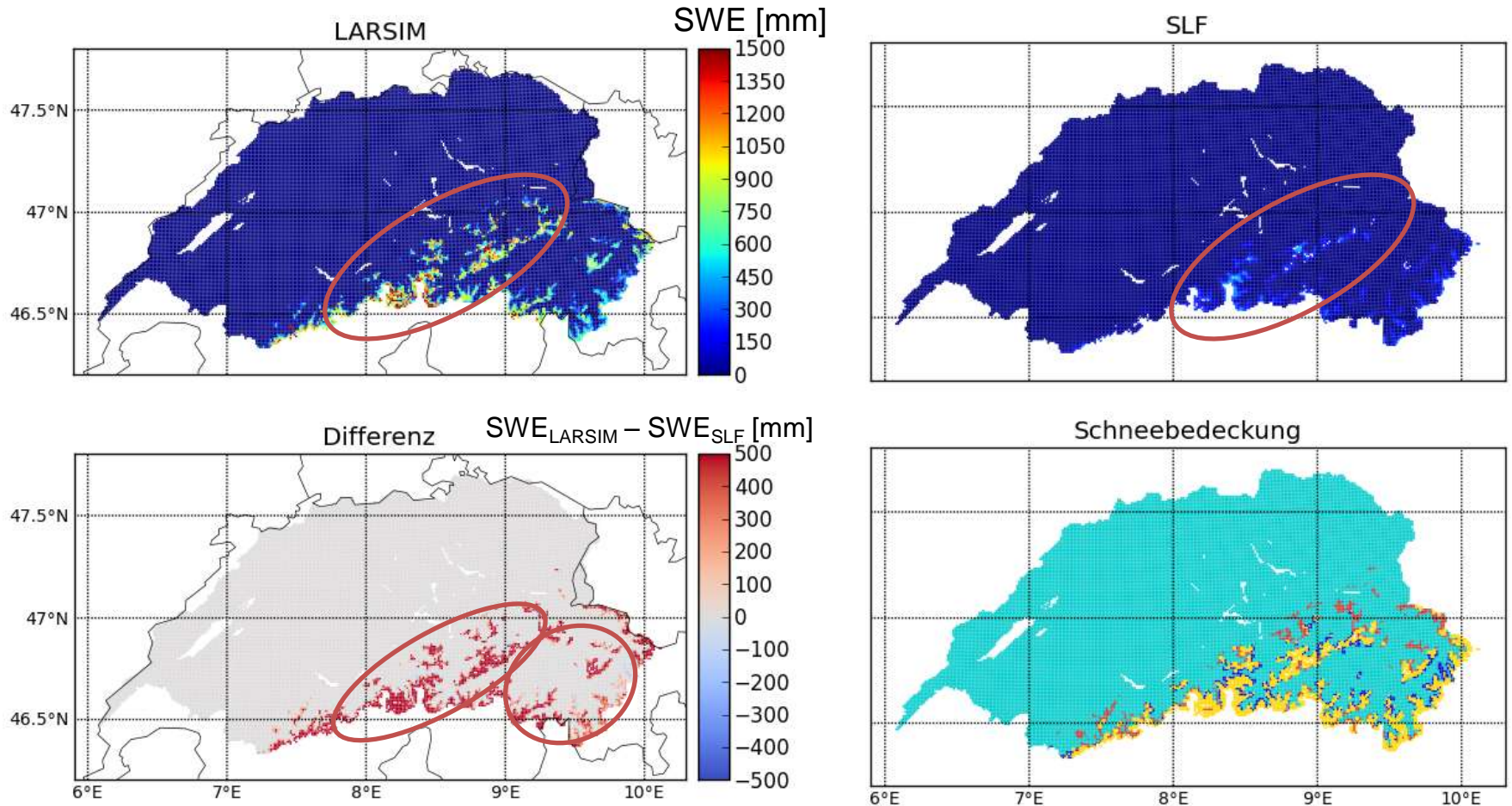


Nur LARSIM Schnee (rot), nur SLF-Produkt Schnee (blau),  
beide Schnee (gelb) und beide kein Schnee (türkis).



# Räumliche Auswertung

1. Juni 2003

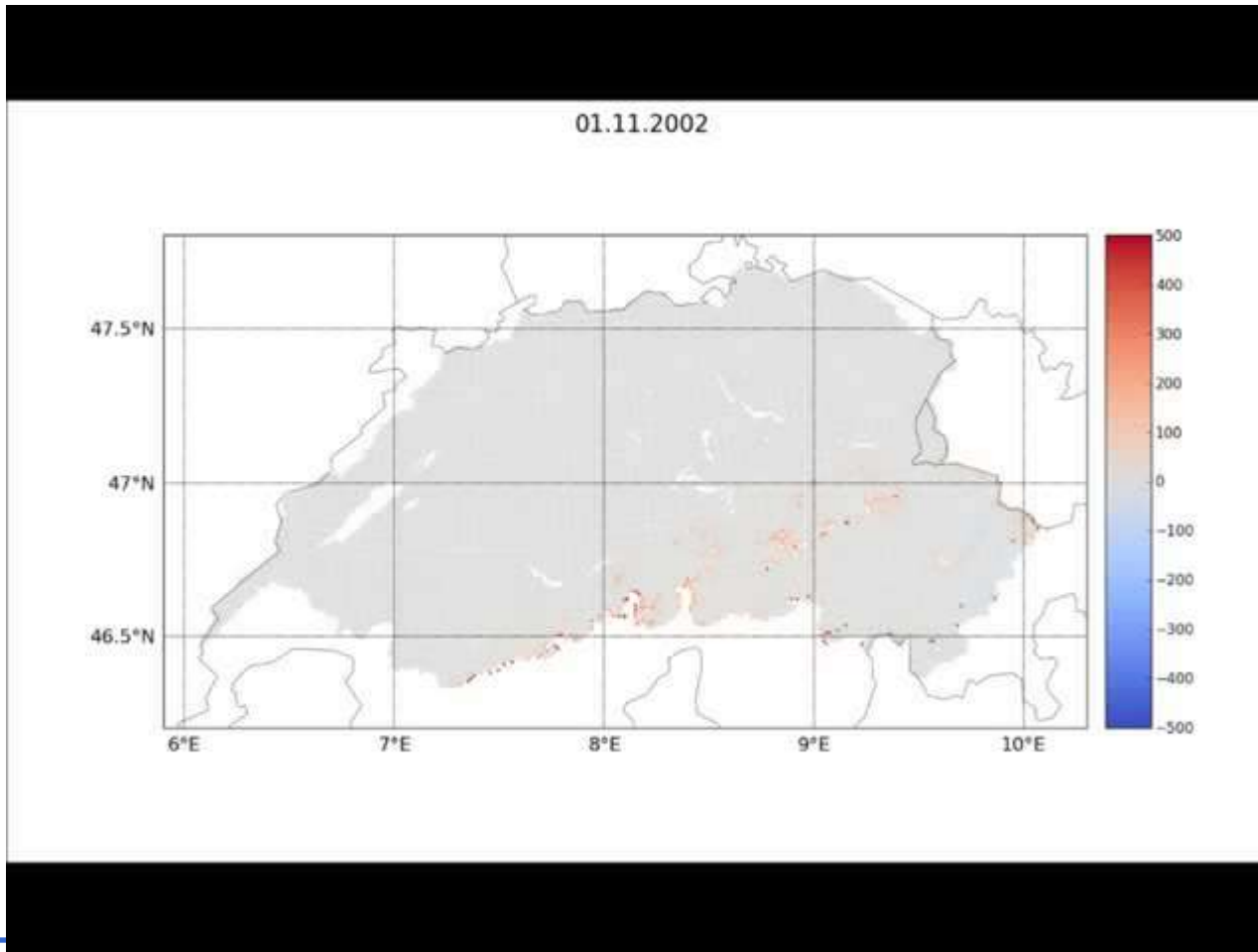


Nur LARSIM Schnee (rot), nur SLF-Produkt Schnee (blau), beide Schnee (gelb) und beide kein Schnee (türkis).

# Räumliche Auswertung

Film der Differenzen  $SWE_{LARSIM} - SWE_{SLF}$

Beispielhafter Winter 1. November 2002 bis 15. Juni 2003



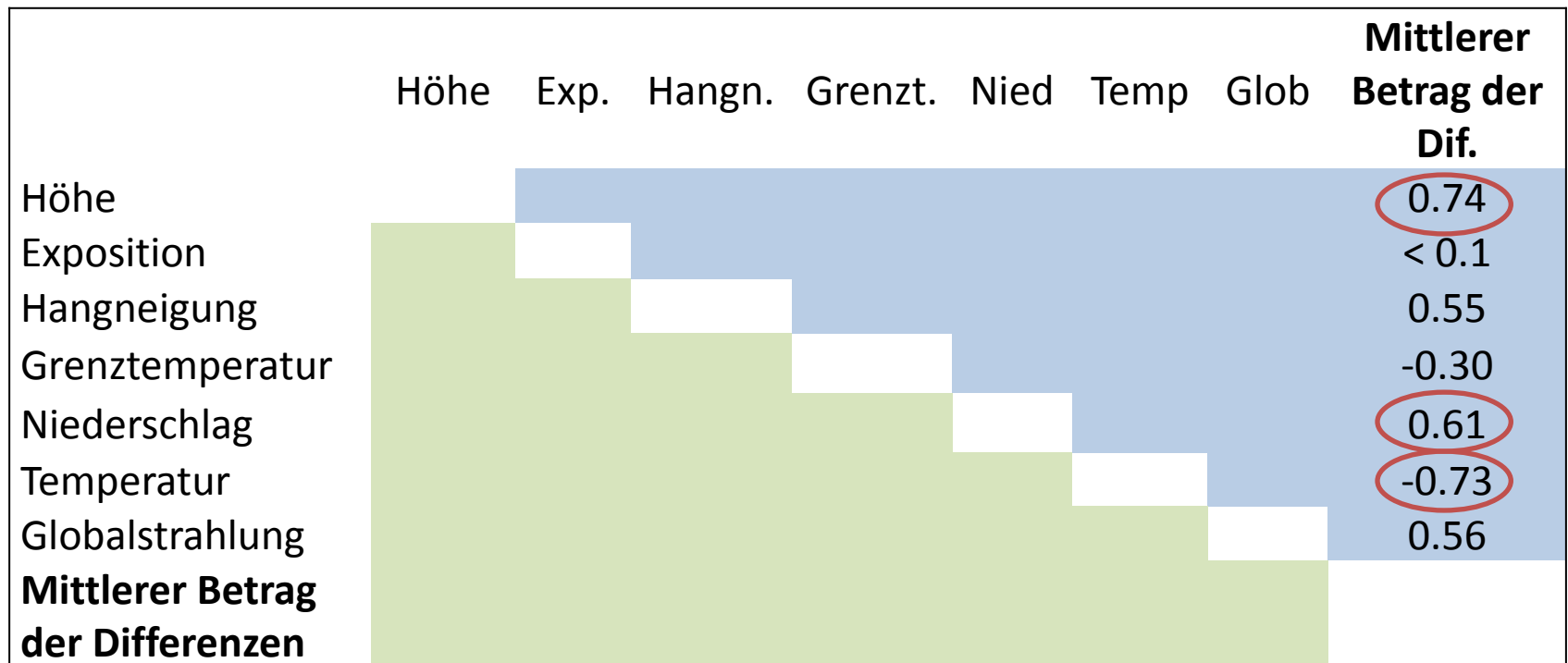
Rot: höheres SWE  
von LARSIM im  
Vergleich zu dem  
SLF-Produkt

Blau: niedrigeres  
SWE

# Räumliche Auswertung

Korrelation zwischen dem Fehlermaß „Mittlerer Betrag der Differenzen“ und möglichen Einflussfaktoren

Pearsons  $r$



Kenndals  $\tau$

# Räumliche Auswertung

Korrelation zwischen dem Fehlermaß „Mittlerer Betrag der Differenzen“ und möglichen Einflussfaktoren

Pearsons  $r$

	Höhe	Exp.	Hangn.	Grenzt.	Nied	Temp	Glob	Mittlerer Betrag der Dif.
Höhe								0.74
Exposition								< 0.1
Hangneigung								0.55
Grenztemperatur								-0.30
Niederschlag								0.61
Temperatur								-0.73
Globalstrahlung								0.56
<b>Mittlerer Betrag der Differenzen</b>	0.72	< 0.1	0.56	-0.23	0.45	-0.72	0.45	

Kenndals  $\tau$

# Räumliche Auswertung

Korrelation zwischen dem Fehlermaß „Mittlerer Betrag der Differenzen“ und möglichen Einflussfaktoren

Pearsons  $r$

	Höhe	Exp.	Hangn.	Grenzt.	Nied	Temp	Glob	Mittlerer Betrag der Dif.
Höhe		< 0.1	0.77	-0.38	0.41	-1.00	0.85	0.74
Exposition	< 0.1		< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Hangneigung	0.62	< 0.1		-0.31	0.46	-0.76	0.58	0.55
Grenztemperatur	-0.28	< 0.1	-0.24		-0.29	0.39	-0.31	-0.30
Niederschlag	0.32	< 0.1	0.31	< 0.1		-0.4	0.15	0.61
Temperatur	-0.95	< 0.1	-0.62	0.28	-0.33		-0.85	-0.73
Globalstrahlung	0.59	< 0.1	0.39	-0.19	< 0.1	-0.58		0.56
Mittlerer Betrag der Differenzen	0.72	< 0.1	0.56	-0.23	0.45	-0.72	0.45	

Kenndals  $\tau$

# Räumliche Auswertung

## Multiple lineare Regression

R <sup>2</sup>	1. Prädiktor	2. Prädiktor	3. Prädiktor	4. Prädiktor
<b>Höhe</b>	0.55			
<b>Niederschlag</b>	0.37	0.66		
<b>Hangneigung</b>	0.30	0.55	0.67	
Grenztemperatur	0.09	0.55	0.66	0.67
Exposition	0.00	0.55	0.66	0.67
Globalstrahlung	0.31	0.56	0.66	0.67
Temperatur	0.54	0.55	0.66	0.67

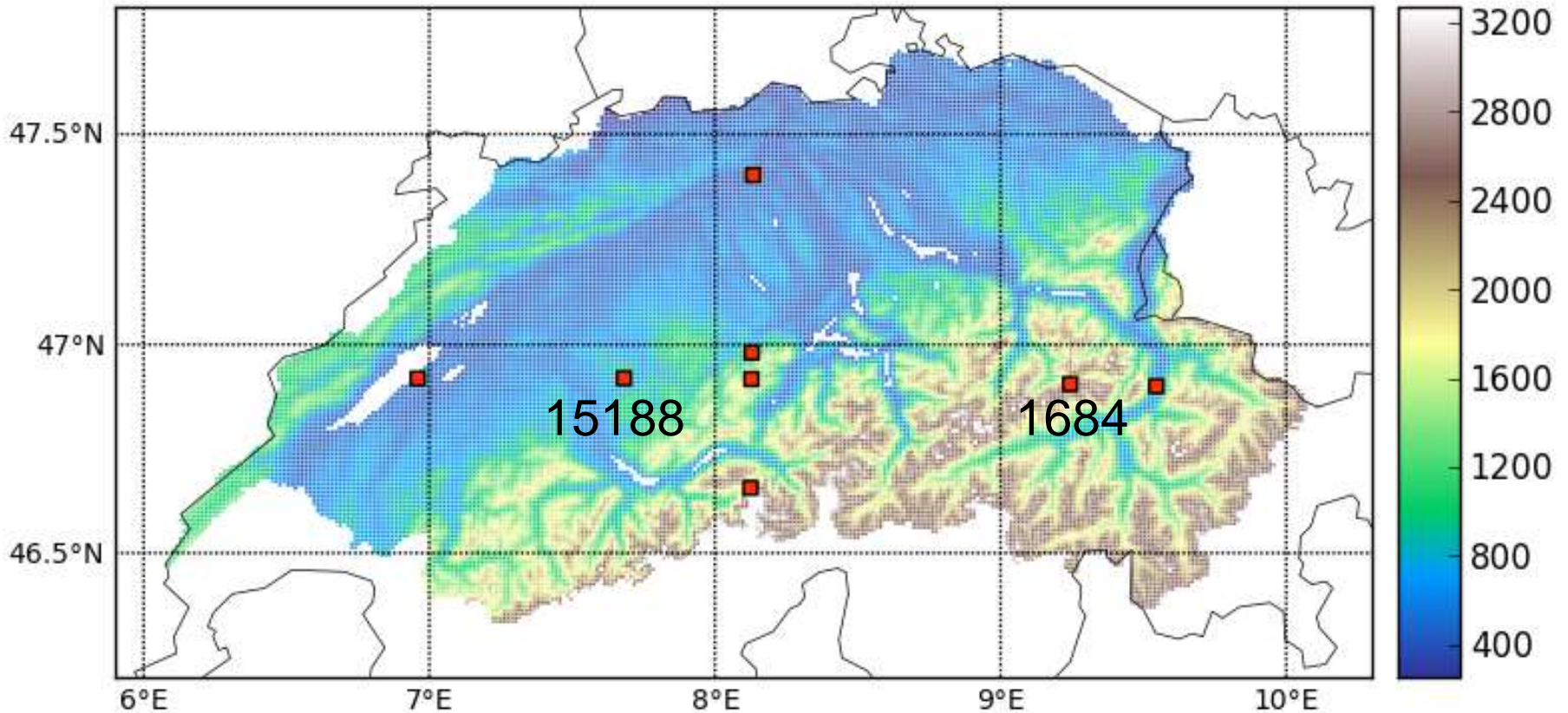
$$|DIF_{mean}|_{\text{Regression}} = -117 + 0.08 \cdot \text{Höhe} + 0.1 \cdot \text{Niederschlag} - 1.2 \cdot \text{Hangneigung}$$



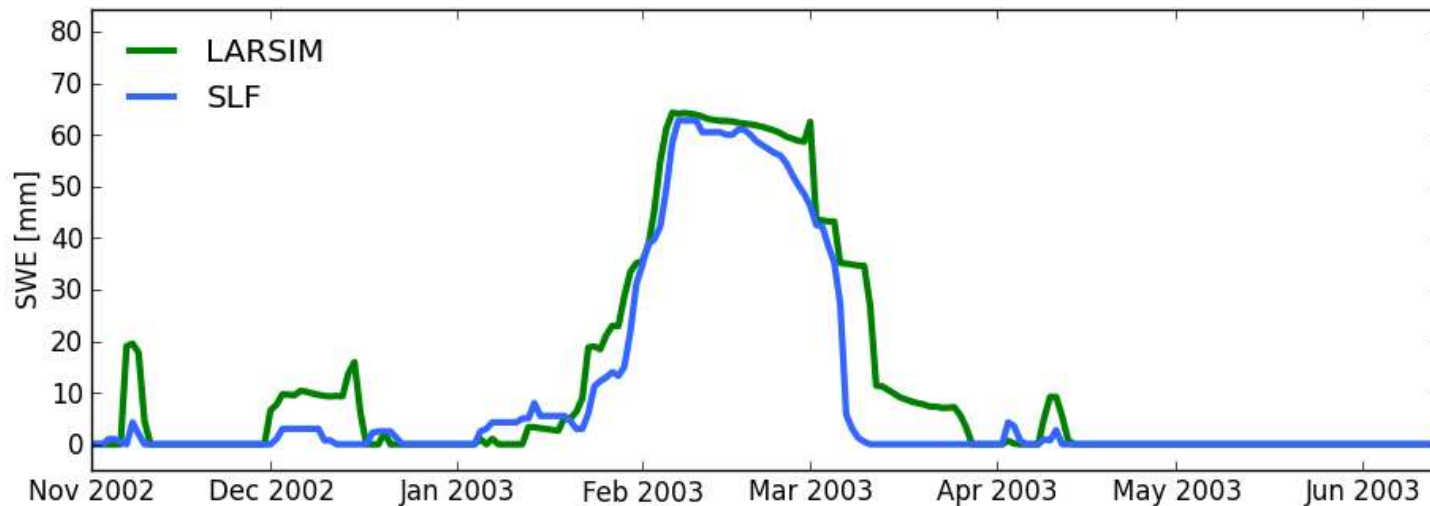
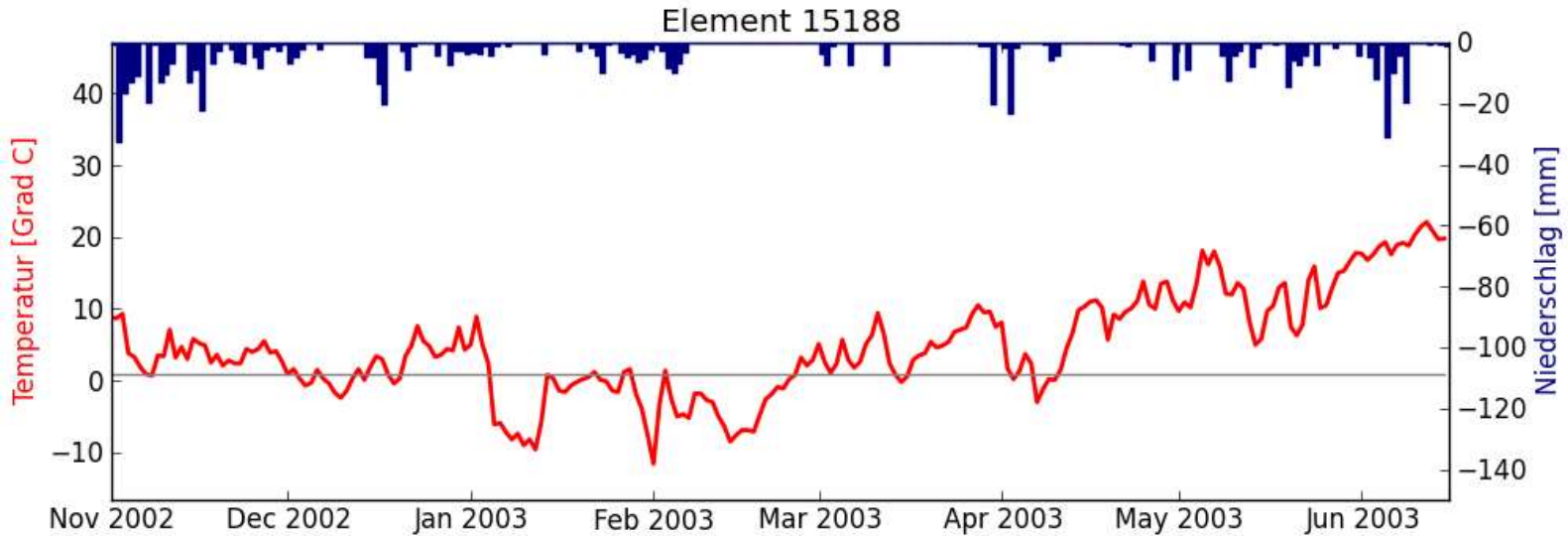
# Zeitliche Auswertung

Lage der analysierten Rasterelemente

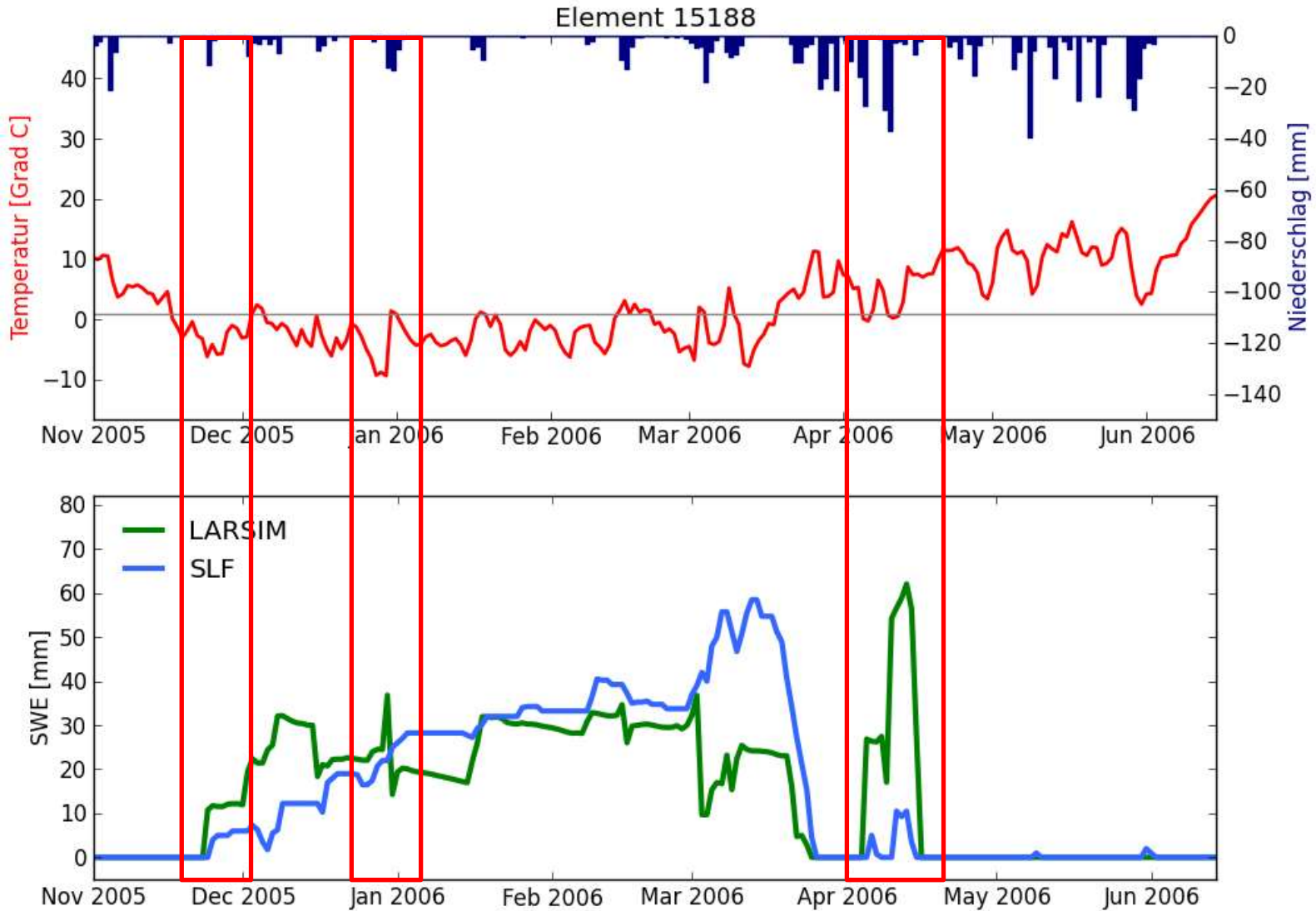
Mittlere Höhe der  
LARSIM-Elemente  
[m]



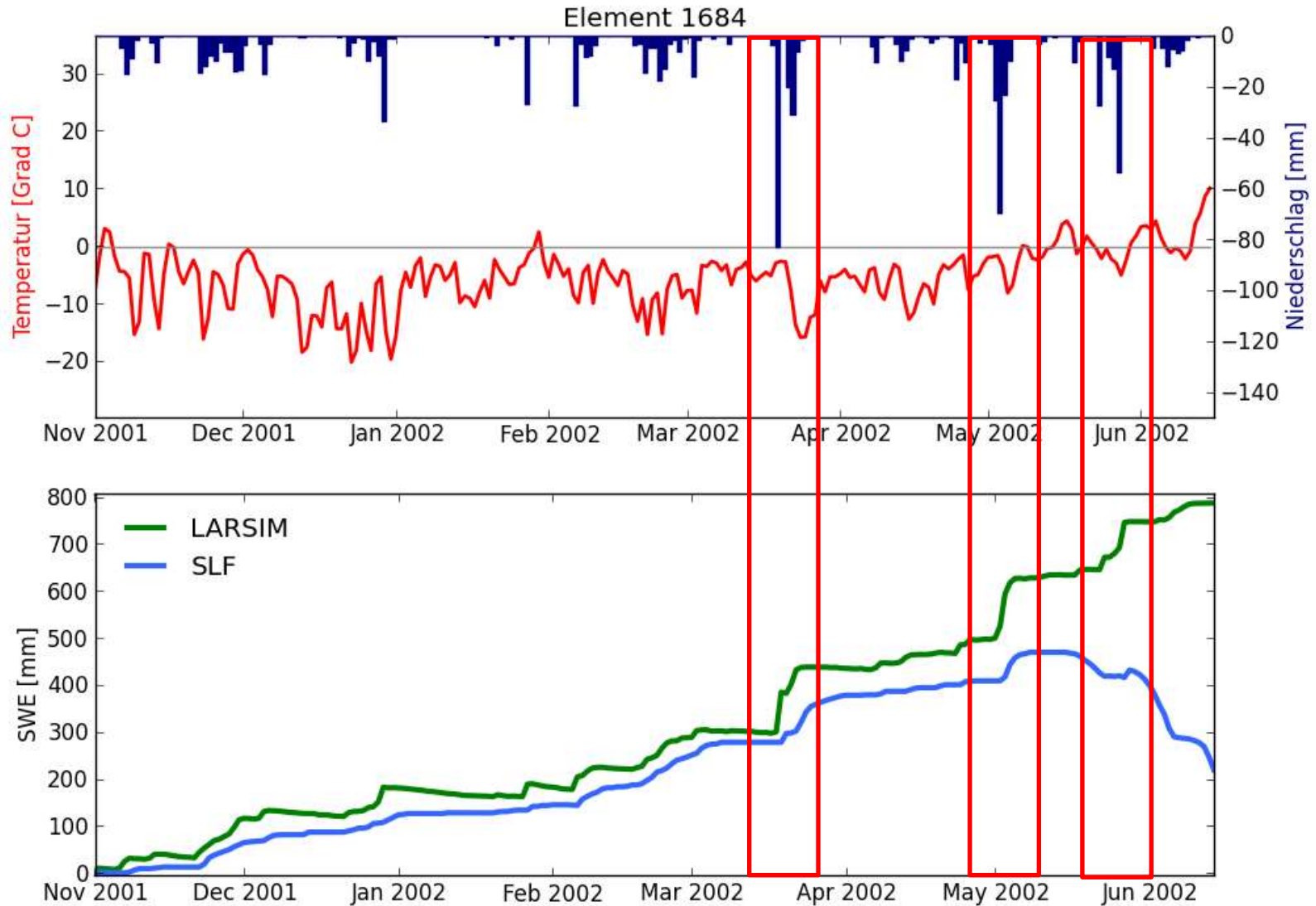
# Zeitliche Auswertung



# Zeitliche Auswertung



# Zeitliche Auswertung



# Zusammenfassung

## Wo?

Wo treten Unterschiede auf:

- Abweichungen können überall auftreten
- Alpenhauptkamm: meist (teilweise sehr viel) höheres SWE in LARSIM als bei dem SLF-Produkt
- Graubünden und Alpenvorland: Tendenz zu geringerem SWE in LARSIM als bei dem SLF-Produkt
- an den Schneerandgrenzen
- Einfluss Massentransport Schnee

# Zusammenfassung

## Wann?

Wann treten Unterschiede auf:

- zu jeder Zeit
- bei Niederschlagsereignissen, unterschiedliche Einschätzung/Menge bei LARSIM und SLF
- besonders kritisch bei Niederschlägen mit Lufttemperatur um  $0^{\circ}\text{C}$  (Schnee? oder Regen?)
- Tendenz zum späten Abschmelzen in LARSIM, dort wo sehr hohe SWE vorliegen



# Zusammenfassung

## Warum?

Warum treten Unterschiede auf:

- Niederschlagsinput  $\leftrightarrow$  SLF-Produkt
- Grenztemperatur: Übergang Regen - Schnee, von Wetterlagen abhängig, zeitlich variabel (in LARSIM fixiert)
- späteres Abschmelzen, zum Teil in Folge von zu mächtiger Schneedecke in LARSIM
- Vereinfachungen bei der Schneesimulation z.B.
  - keine Schichtung der Schneedecke
  - Exposition nicht berücksichtigt

# Ausblick

- Derzeit Vergleiche mit neuem SLF-Produkt (homogenisierte SWE-Karten ab 1971 bis heute)
  - Verbesserter Datensatz durch mehr Stationen sowie durch Einbeziehung der Landnutzung und Topographie
  - Auswertungen von Pegeln und Pegelkontrollbereichen mit Betrachtung der Höhenlagen
- Erste Ergebnisse zeigen, dass das SWE aus LARSIM deutlich besser mit den neuen SWE-Karten des SLFs zusammen passt
- Nachführung der LARSIM-Zustandsdatei mit den SLF-Daten
  - weitere unabhängige Validierungsgröße (Abfluss) ermöglicht Rückschlüsse, ob der Abfluss mit dem SLF-Produkt besser nachgebildet werden kann als mit der LARSIM internen Schnee-modellierung
- Wünschenswert wäre eine ereignisabhängige Bestimmung, ob Schnee oder Regen fällt (starre Grenztemperatur nicht immer richtig)



**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!**