

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

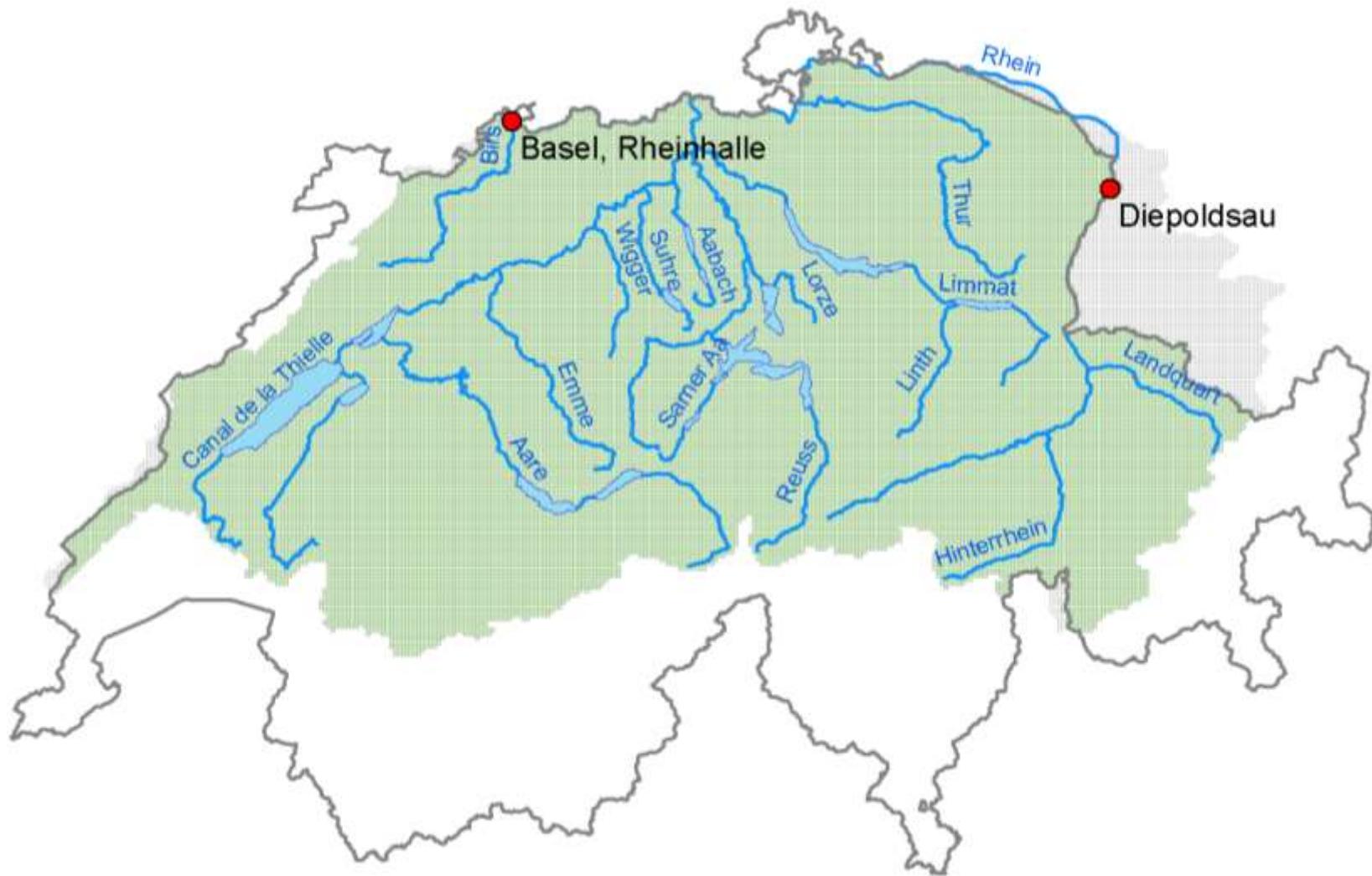
- Validierung der Schneemodellierung von LARSIM
- Hauptdaten: Karten der Schneewasseräquivalente (SWE) des schweizerischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) → Vergleich mit dem in LARSIM flächig modellierten SWE
- Zuerst: Entwicklung von Methoden zur Raum-Zeit-Auswertung (**wo?** und **wann?**)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

Datengrundlagen

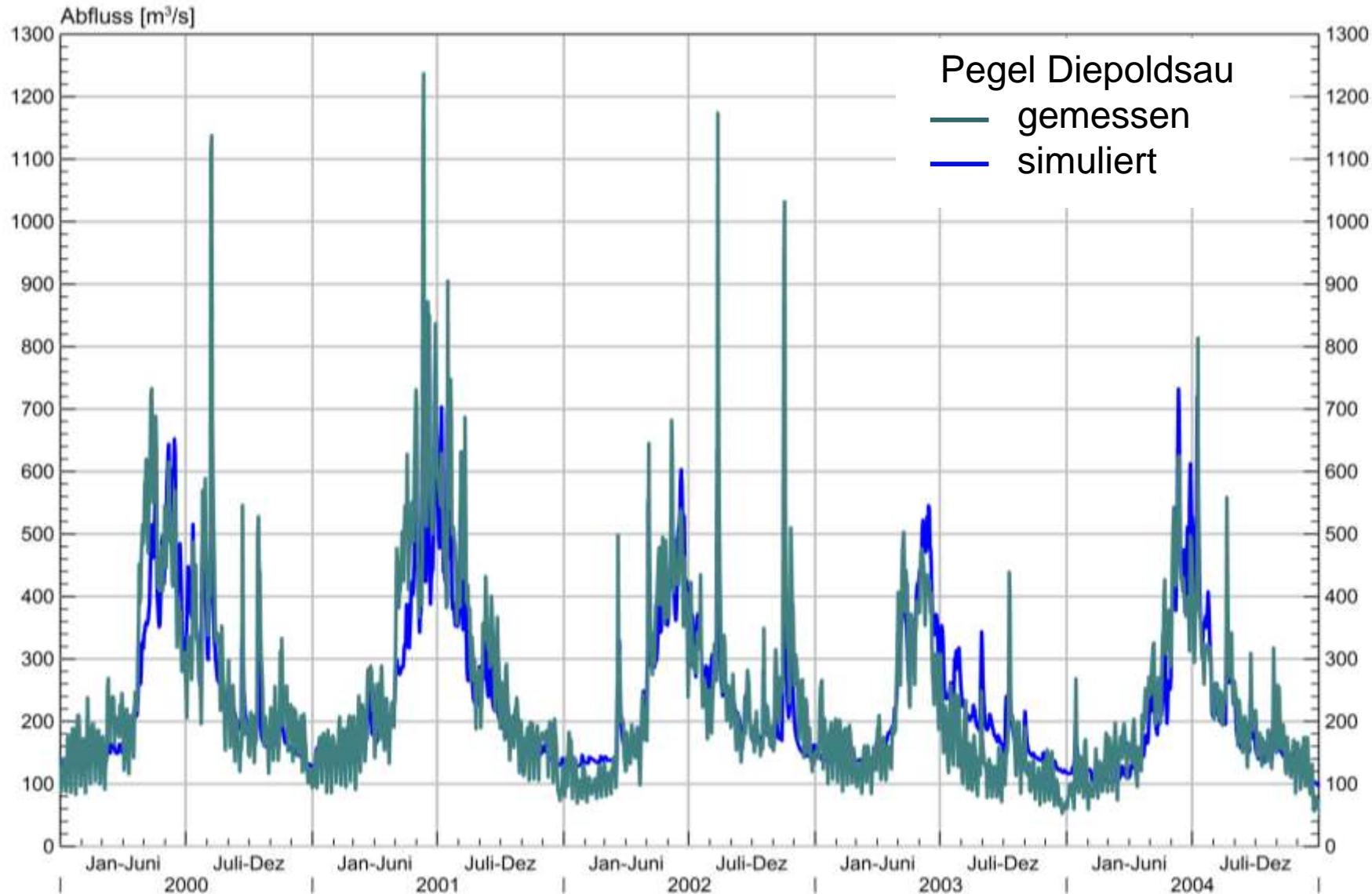
Datenbeschaffung → Umformatierung → Plausibilisierung

- 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

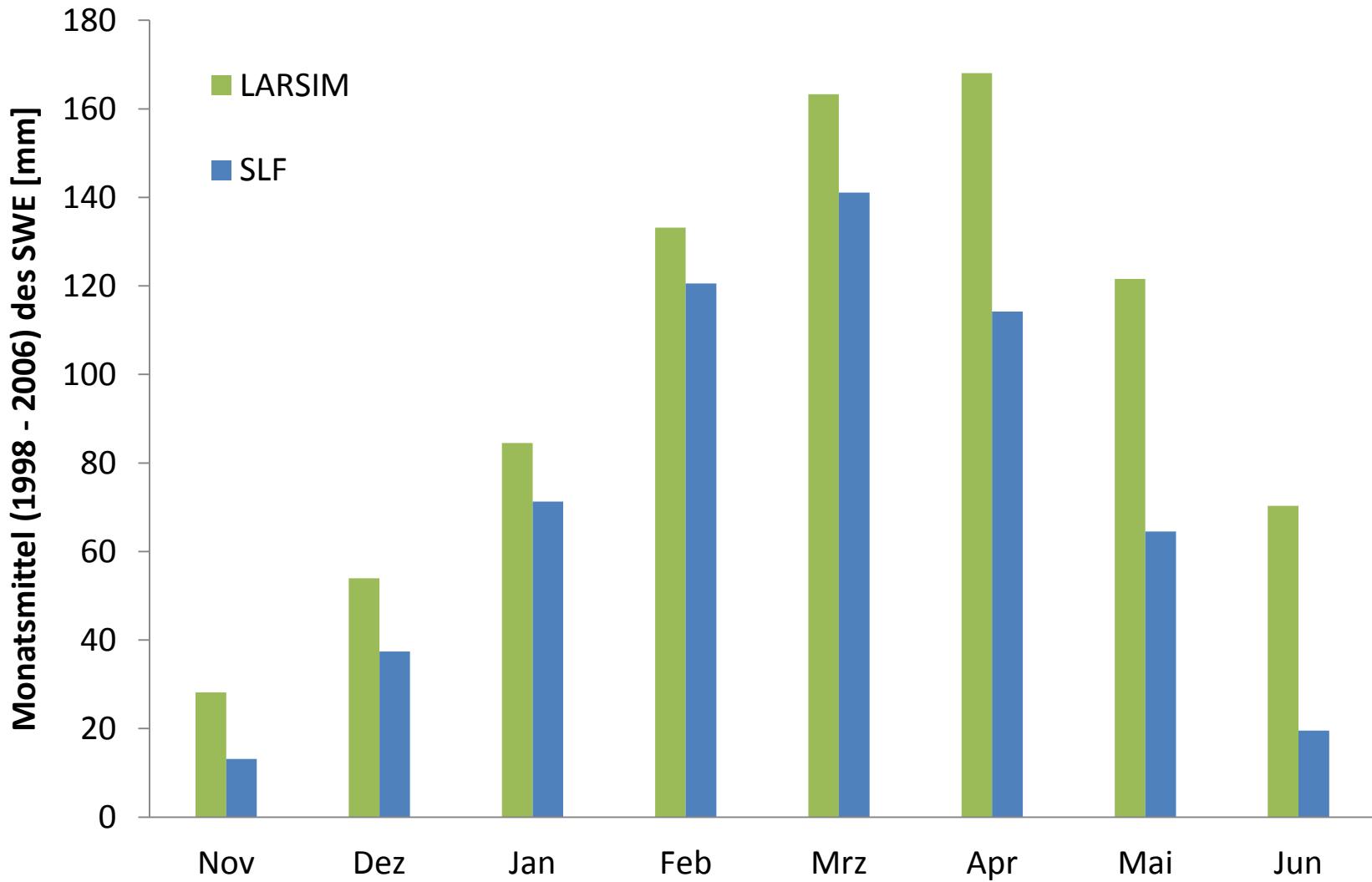
Untersuchungsgebiet



Modell Validierung

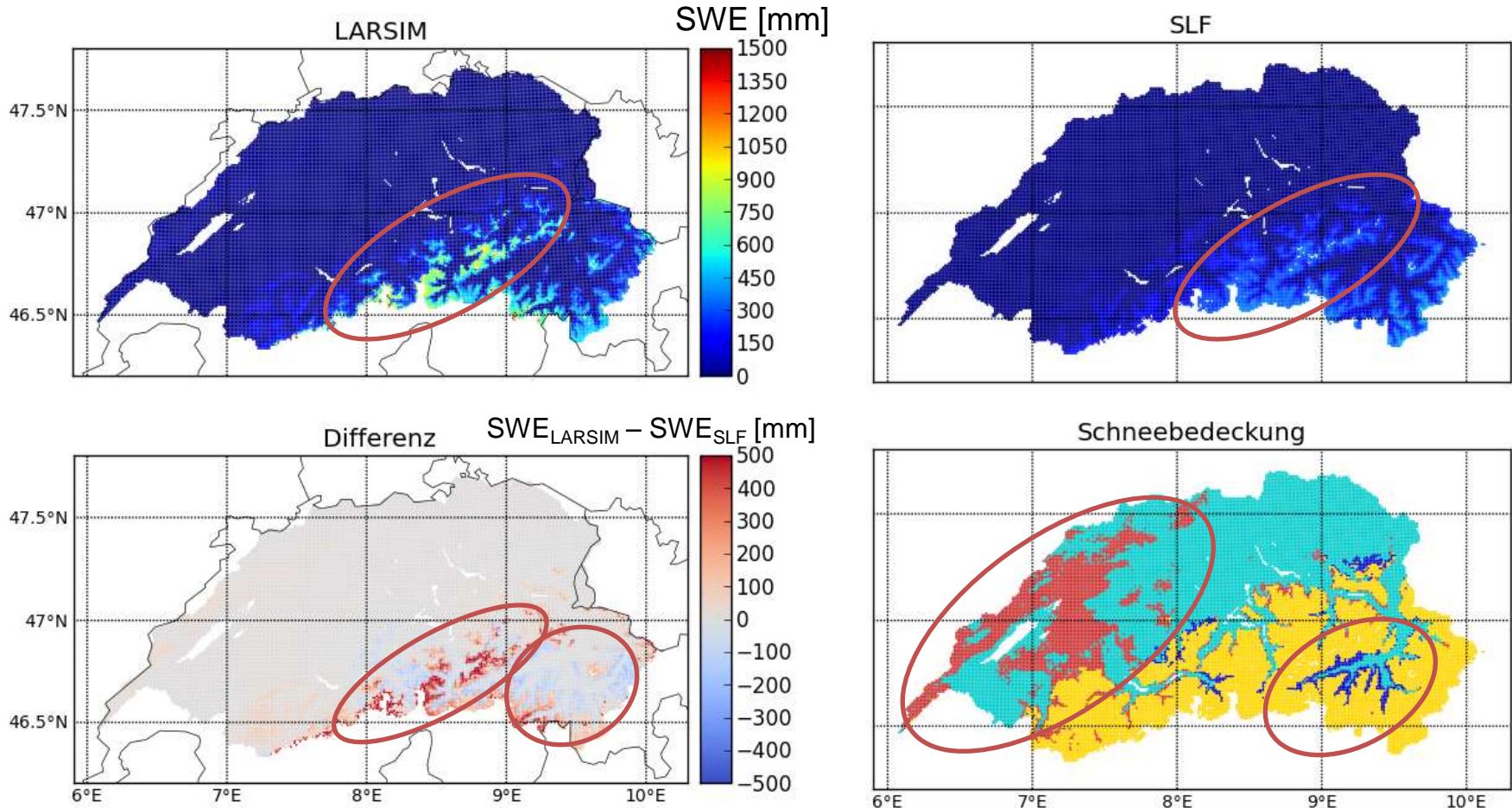


Erster Überblick



Räumliche Auswertung

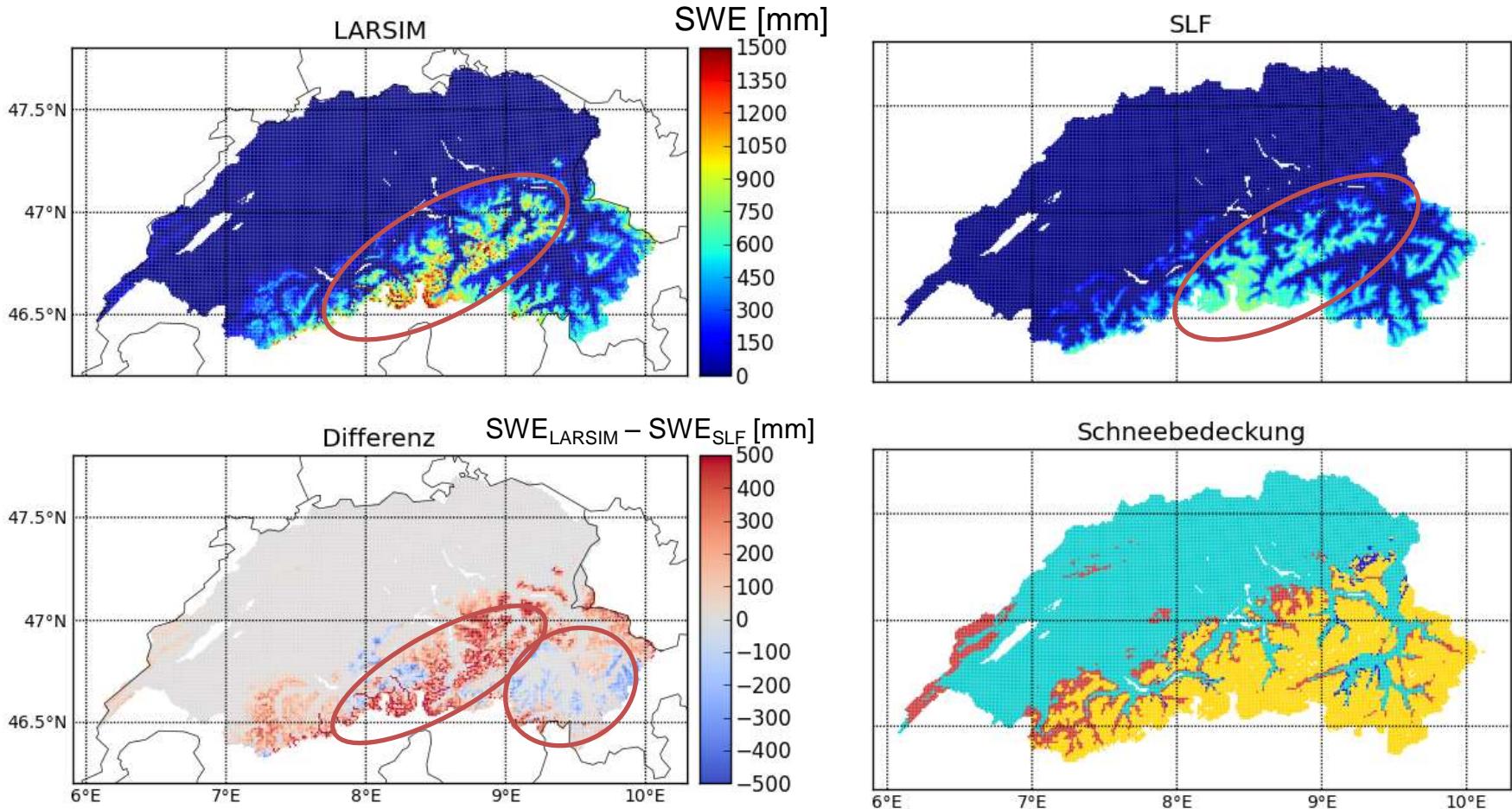
15. Dezember 2002



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

Räumliche Auswertung

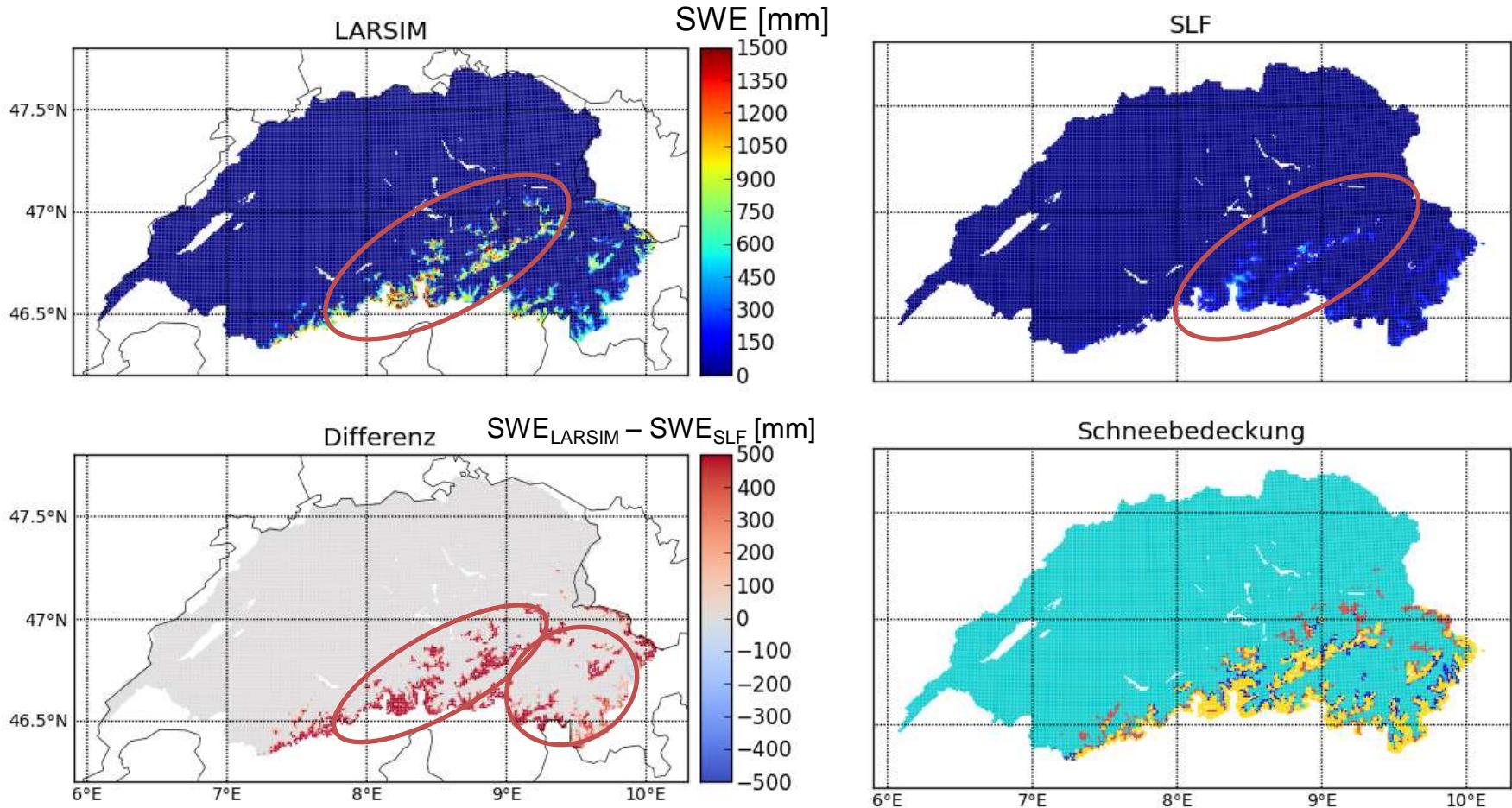
7. April 2003



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

Räumliche Auswertung

1. Juni 2003

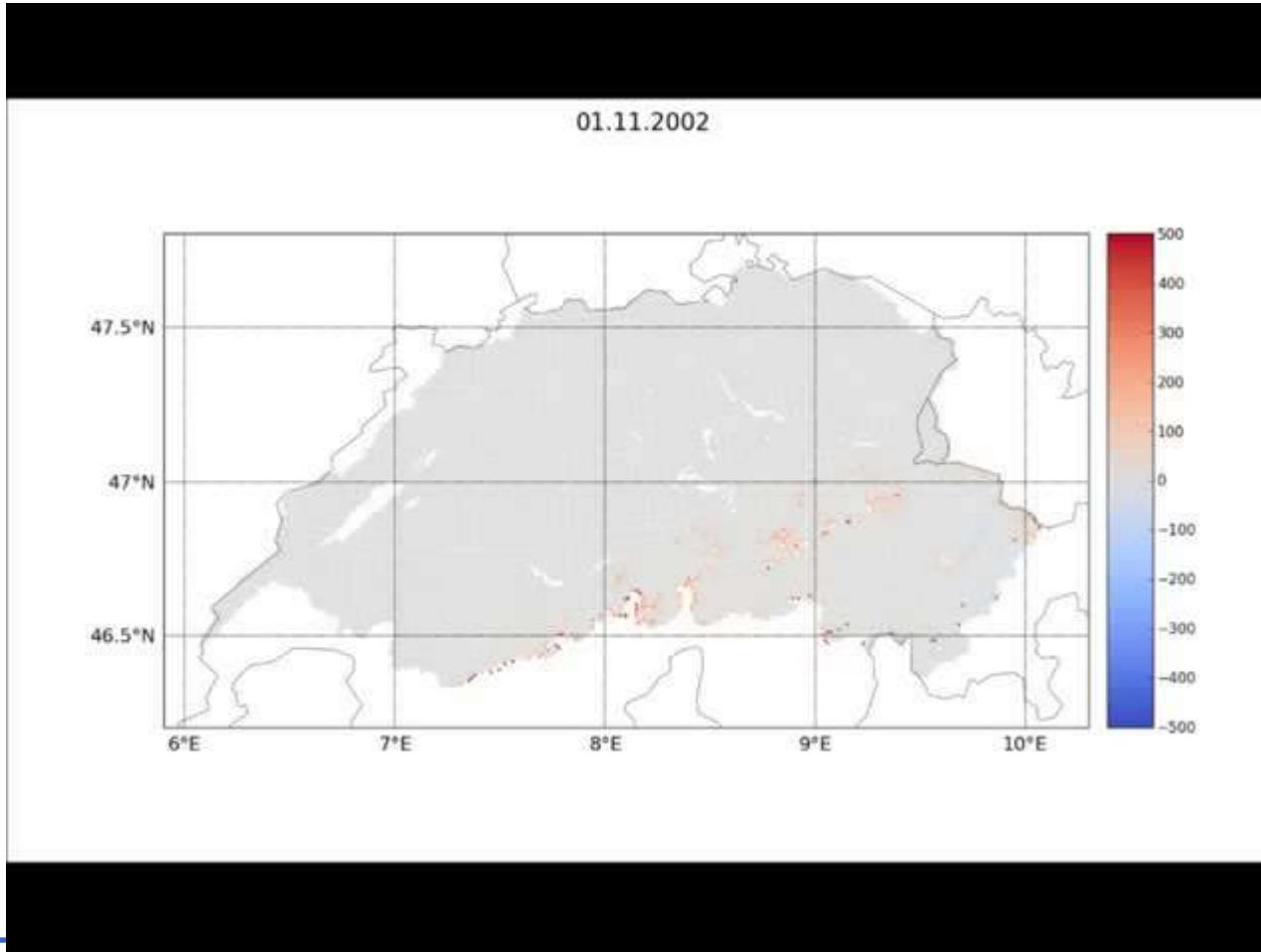


Nur LARSIM Schnee (rot), nur SLF-Produkt Schnee (blau),
beide Schnee (gelb) und beide kein Schnee (türkis).

Räumliche Auswertung

Film der Differenzen $\text{SWE}_{\text{LARSIM}} - \text{SWE}_{\text{SLF}}$

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

	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
Mittlerer Betrag der Differenzen								

Kenndals τ

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
Mittlerer Betrag der Differenzen	0.72	< 0.1	0.56	-0.23	0.45	-0.72	0.45	

Kenndals τ

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	< 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 τ

Räumliche Auswertung

Multiple lineare Regression

R ²	1. Prädiktor	2. Prädiktor	3. Prädiktor	4. Prädiktor
Höhe	0.55			
Niederschlag	0.37	0.66		
Hangneigung	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

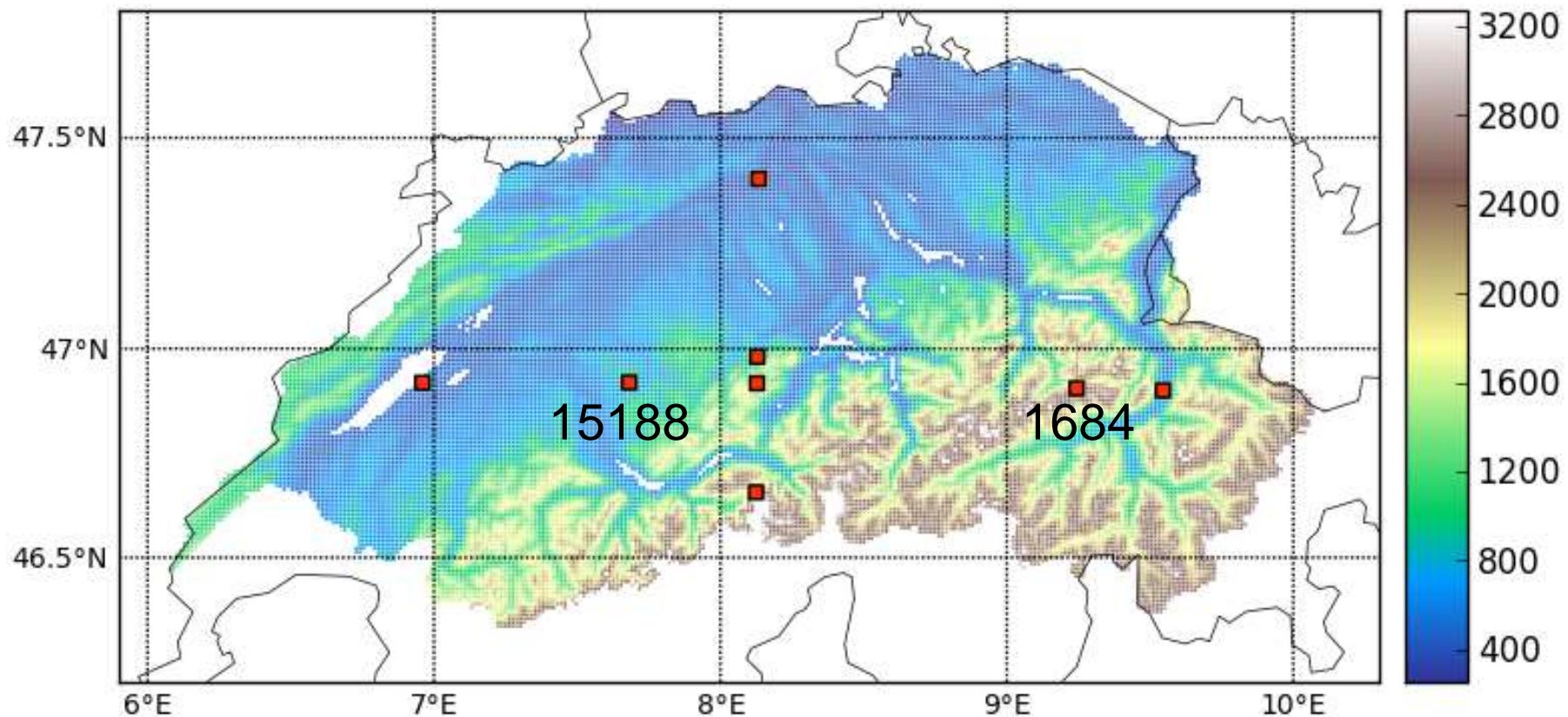
$$|DIF_{mean}| = -117 + 0.08 \cdot \text{Höhe} + 0.1 \cdot \text{Niederschlag} - 1.2 \cdot \text{Hangneigung}$$

Regression

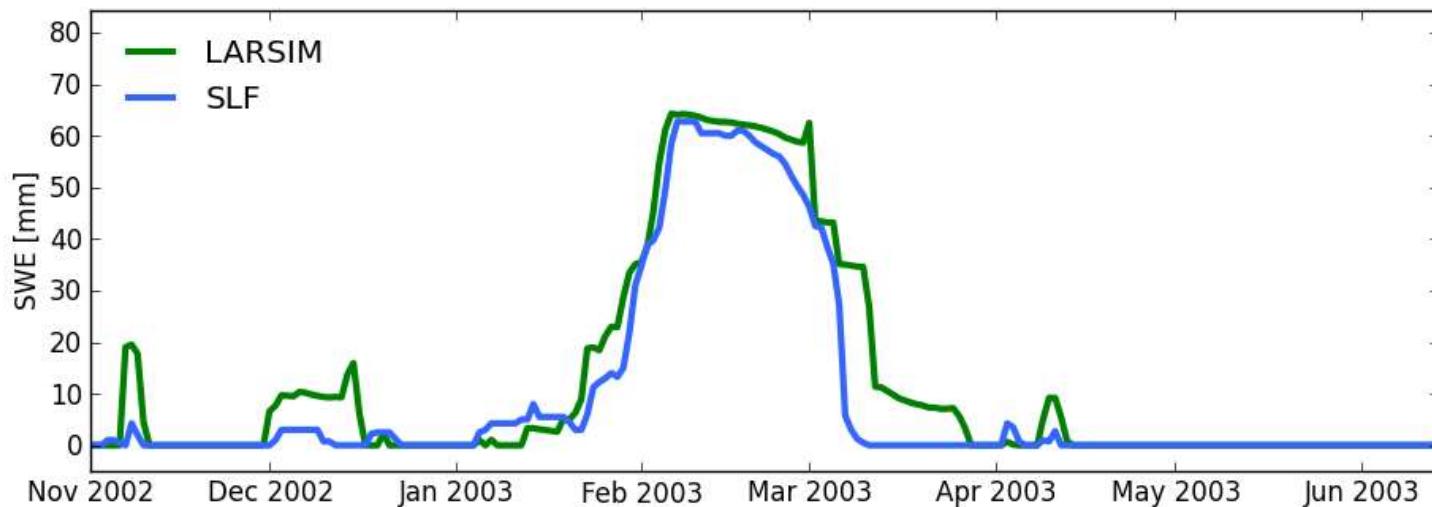
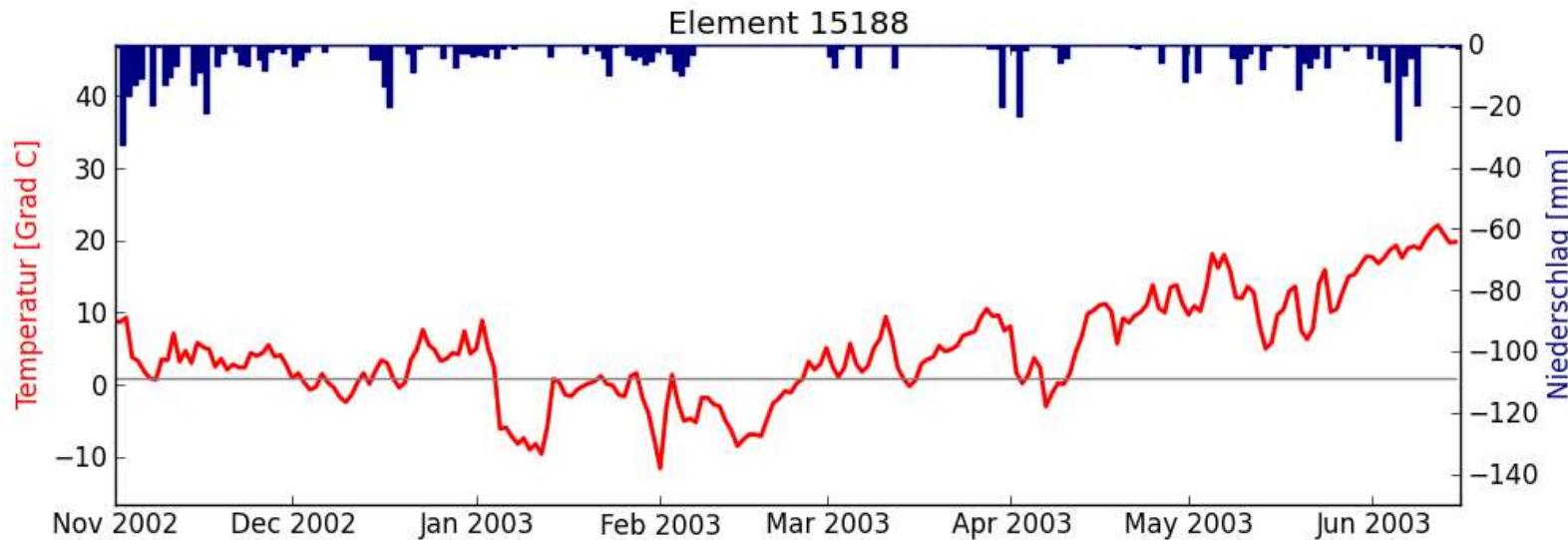
Zeitliche Auswertung

Lage der analysierten Rasterelemente

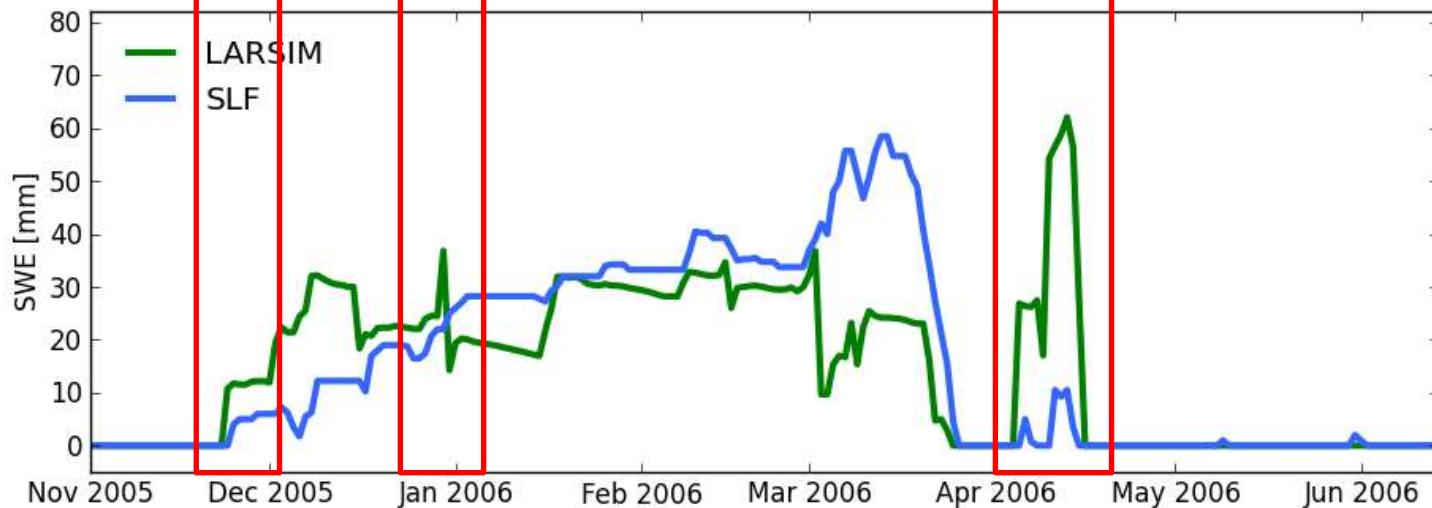
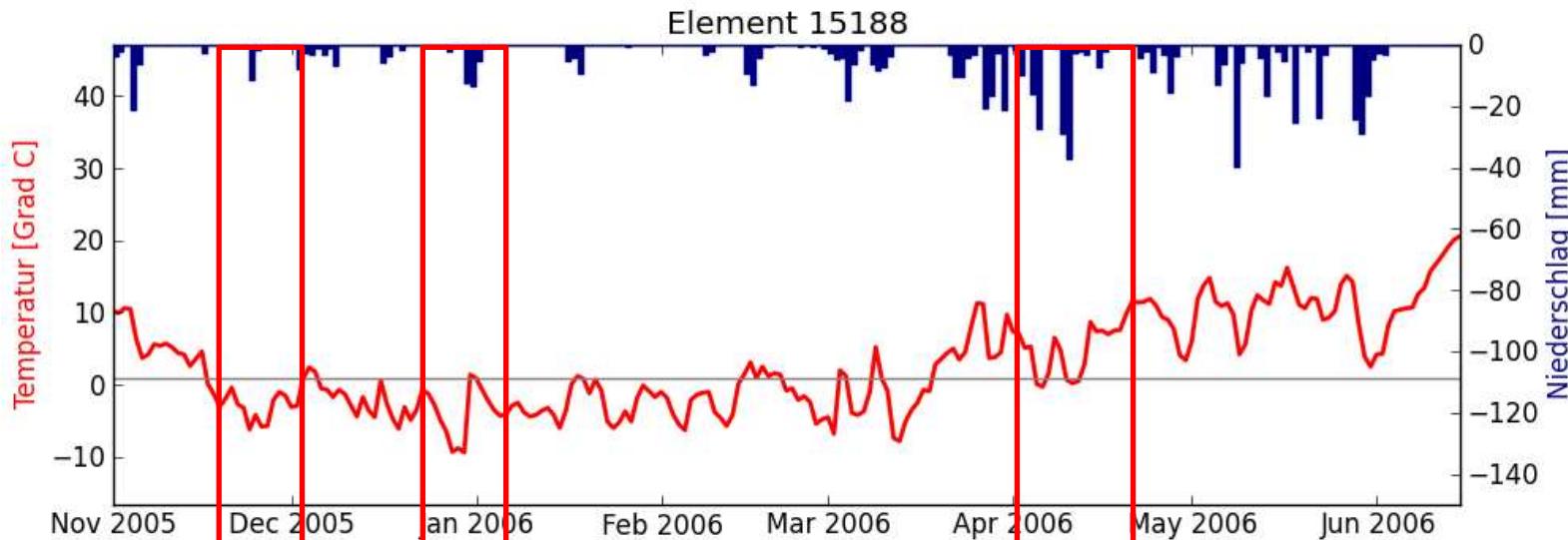
Mittlere Höhe der
LARSIM-Elemente
[m]



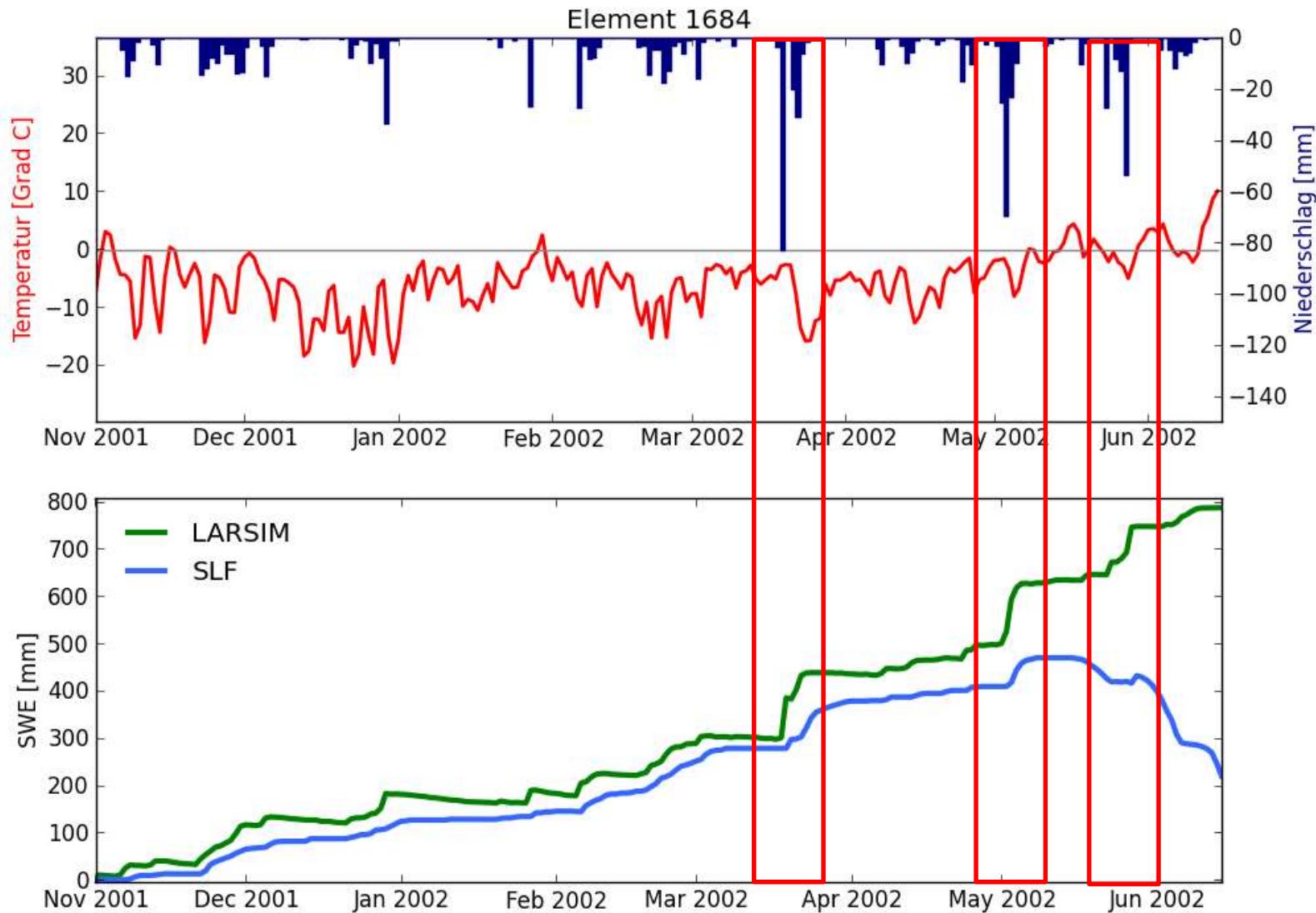
Zeitliche Auswertung



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°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 Schneemodellierung
- Wünschenswert wäre eine ereignisabhängige Bestimmung, ob Schnee oder Regen fällt (starre Grenztemperatur nicht immer richtig)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!