geo7
Geowissenschaftliches Büro

Hydrologische Szenarien als Grundlage für Schutzmassnahmen und Analysen

Das hydrologische Aare-Modell von geo7 im Einsatz

Peter Mani

9. September 2016

Die Geburtsstunde: Winter 1999

Quelle: aarewasser.ch

Quelle: blick.ch

99 15:54 RSTHA THUN 033 2276910 P.02/03

Beilage 1

Schneeschmelze
Berner Oberland

Info vom 12.5.99

Die Temperaturen gehen in den nächsten Tagen leicht zurück, bleiben aber mild. Am Mittwoch (12.5.) [illegible] in den Alpen intensivere Regenfälle bis in eine Höhe von 3000 m zu erwarten. In den kommenden Tagen wird es weiter regnen, allerdings ist die quantitative Niederschlagsprognose schwierig. Ebenfalls sind die höchsten Zuflüsse in die Seen zu erwarten. In den nächsten Tagen werden diese [illegible]

Entwicklung in den letzten Tagen

Die anhaltend hohen Temperaturen der letzten Tage haben den Schneedeckenabbau beschleunigt. Der Zufluss in die Seen [illegible] der Schmelze sehr hoch. Die Niederschläge, die bis in grosse Höhen als Regen gefallen sind, [illegible] Schmelze verstärkt und die Abflüsse zusätzlich erhöht.

Aktuelle Lage

In den vergangenen 36 Stunden fielen im Mittelland grössere Regenmengen. In Bern sind ca. 50 mm Regen gefallen. Im Alpen- und Voralpengebiet waren die Niederschläge geringer (Interlaken 25 mm). Die Niederschlagszone stösst nur in die Alpen vor. Hier trifft sie auf eine stark durchfeuchtete Schneedecke. Bis auf 2400 m ist die Schneedecke weitgehend gesättigt.

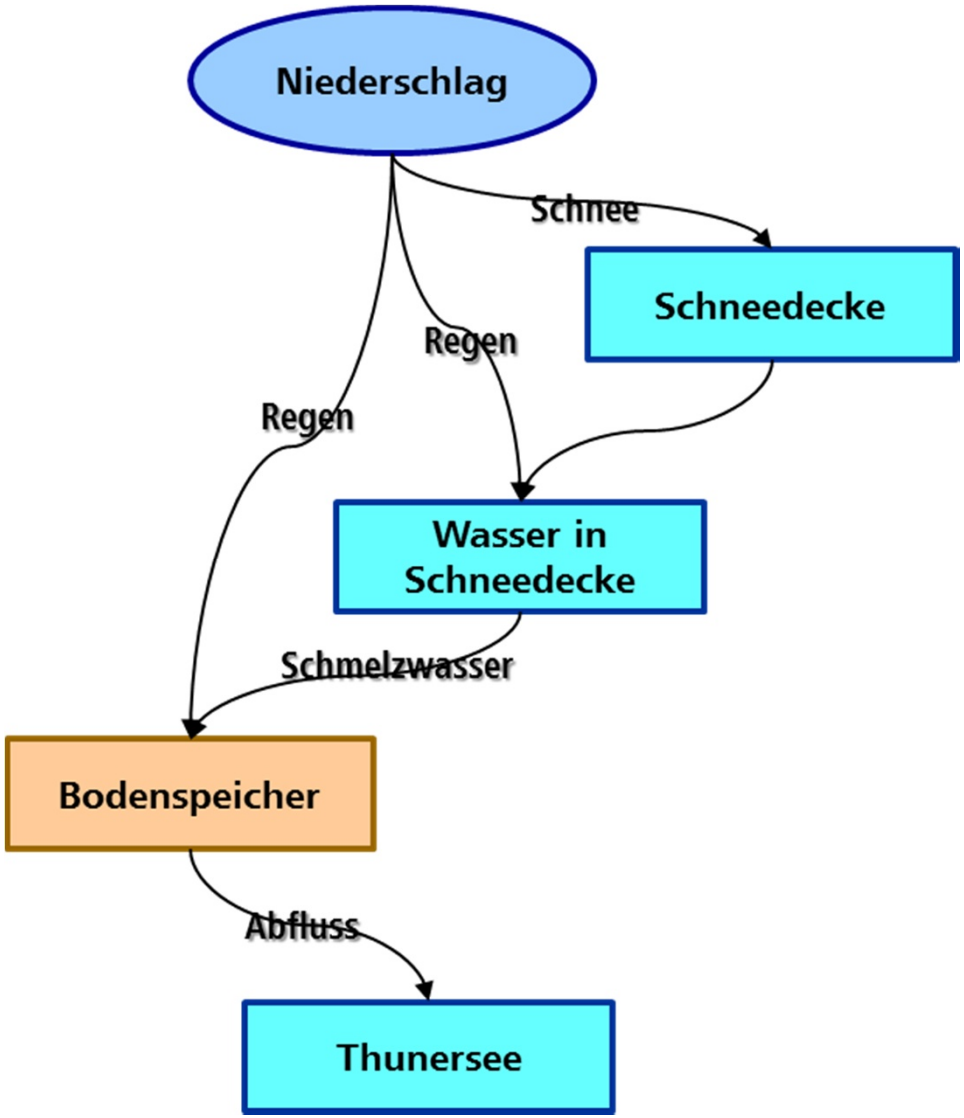
Prognose bis 18. Mai

Wetterprognose	[illegible] stösst die Niederschlagszone in die Alpen vor. In den kommenden Tagen bleibt die Schweiz im Bereich einer Luftmassengrenze. Die Niederschlagsprognose ist äusserst unsicher und unzuverlässig, da ein hoher Anteil konvektiver Niederschläge dabei ist. Tendenziell gehen die Temperaturen leicht zurück. Ein markanter Kaltlufteinbruch ist vorderhand nicht in Sicht, aber auch nicht ausgeschlossen. Fakt: Es bleibt in den kommenden Tagen mild mit einer Nullgradgrenze um 2800 Meter. Niederschläge sind täglich zu erwarten. Die Ergiebigkeit variiert erheblich, da der Regen konvektiver Natur ist.
Schneeschmelze	Die Schneeschmelze wird am Mittwoch im Zusammenhang mit den zu erwartenden Niederschlägen den Höhepunkt erreichen. Zusammen mit dem Regen können in Höhenlagen zwischen 1400 und 1800 m 50 – 80 l Wasser pro m² anfallen. Der Schmelzwasseranfall reicht nun bis in eine Höhe von 2800 m ü.M. Mit der erwarteten leichten Abkühlung geht der Schmelzwasseranfall leicht zurück.
Abflüsse, Hang- und Gerinneprozesse	**Zufluss in die Seen:** Die Zuflüsse in die Seen nehmen am 12.5. nochmals deutlich zu. Anschliessend werden sie aufgrund der leicht sinkenden Temperaturen tendentiell zurückgehen. Das Niederschlagsgeschehen kann aber diesen generellen Trend überprägen. **Hangprozesse:** Weiterhin ist bis in eine Höhe von 2600 m ü.M. mit einem bedeutenden Wasseranfall zu rechnen. Zwischen 1400 und 2000 m ü.M. beträgt der Wasseranfall für die Prognoseperiode 200 - 300 mm. Die Böden in dieser Höhenstufe werden gesättigt sein. Die Disposition für Hangprozesse ist dadurch hoch. Spontane oberflächliche Rutschungen sind vielerorts zu erwarten. **Bäche:** Im Zusammenhang mit dem hohen Schmelzwasserabfluss und den möglicherweise starken Regenfällen sind Probleme in den Bächen zu erwarten, jetzt auch in Bächen mit einem höhergelegenen Einzugsgebiet.

Grundlagen: Datengrundlagen: Meteo (SMA), Schneemessungen (SLF)
Schneeverteilung: Satellit 9.5.99, Simulation Schneeverteilung 11.5.99 (GIUB)
Wetterprognose: 11.5.99, 9:00 (Meteotest)
Simulation Schmelze und Wasserangebot: 11.5.99 (Geo7)

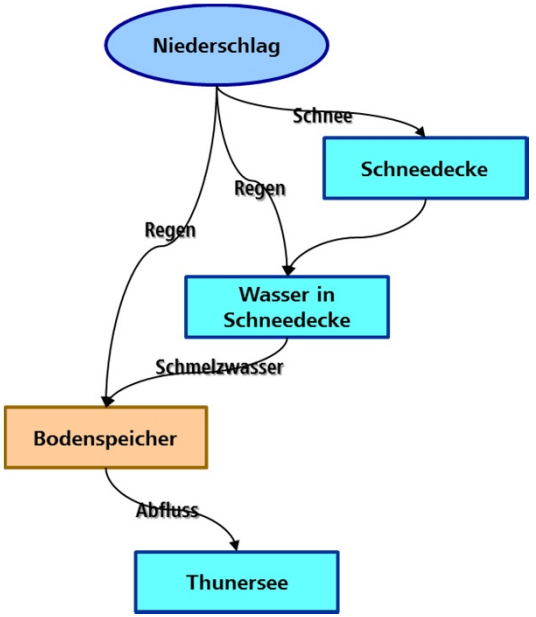
Quelle: 20minuten.ch

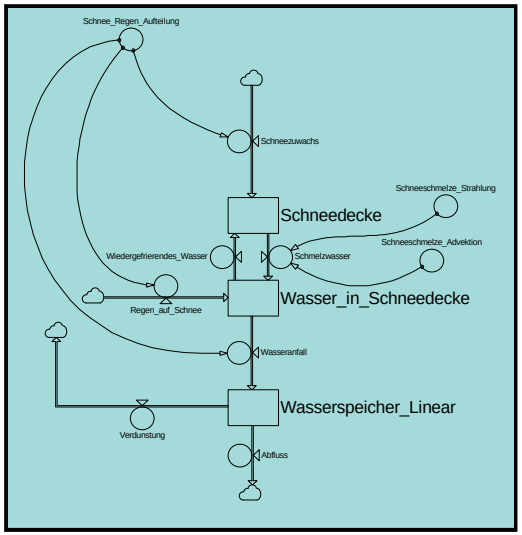
Modellgrundlagen



Modellgrundlagen

- Modellansätze
  - Erweitertes Taggradverfahren (Braun 1985, Gurtz et al. 1997, Schulla 1997)
  - Verdunstung nach Hamon (Federer & Lash 1983)
  - Abflusskonzentration mit Einzellinearspeicher
- Umsetzung in Powersim®
  - Teileinzugsgebiete
  - Höhenstufen
  - Flächenanteil mit Schnee

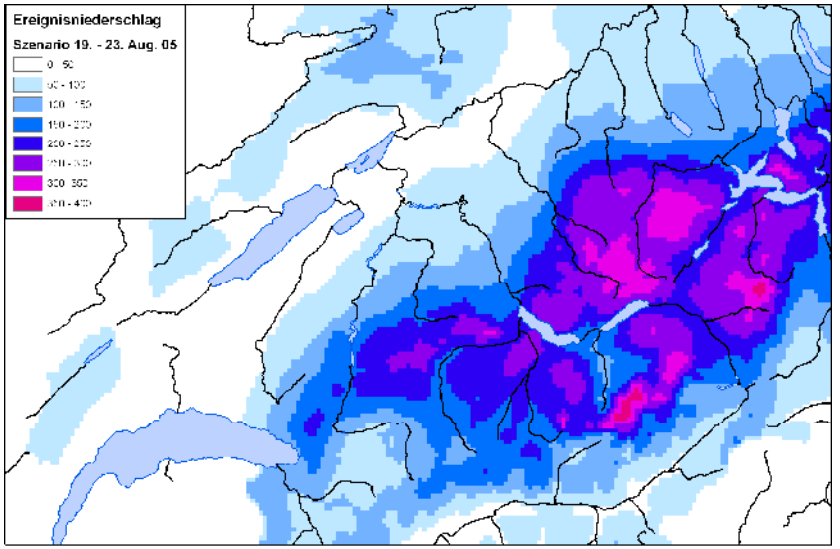




Extremhochwasser im Aare-Einzugsgebiet

Auswirkungen extremer Hochwasser im Einzugsgebiet der Aare

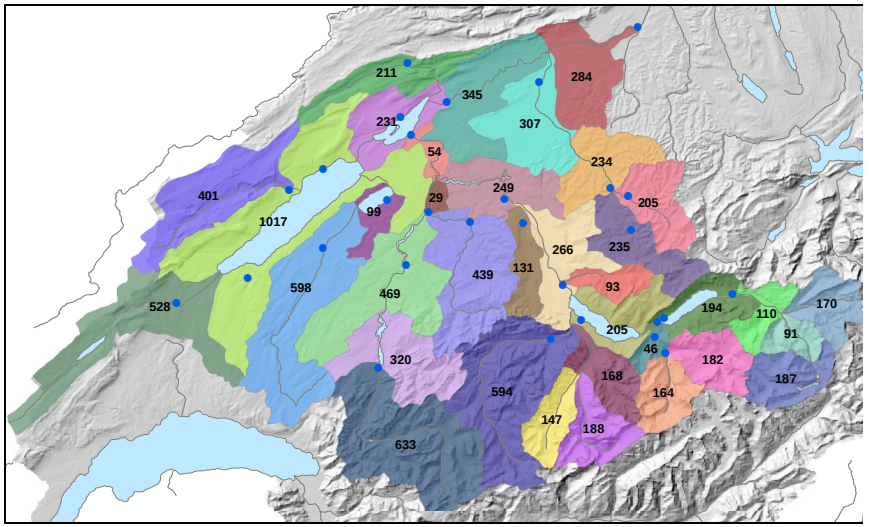
- Niederschlagsszenarien

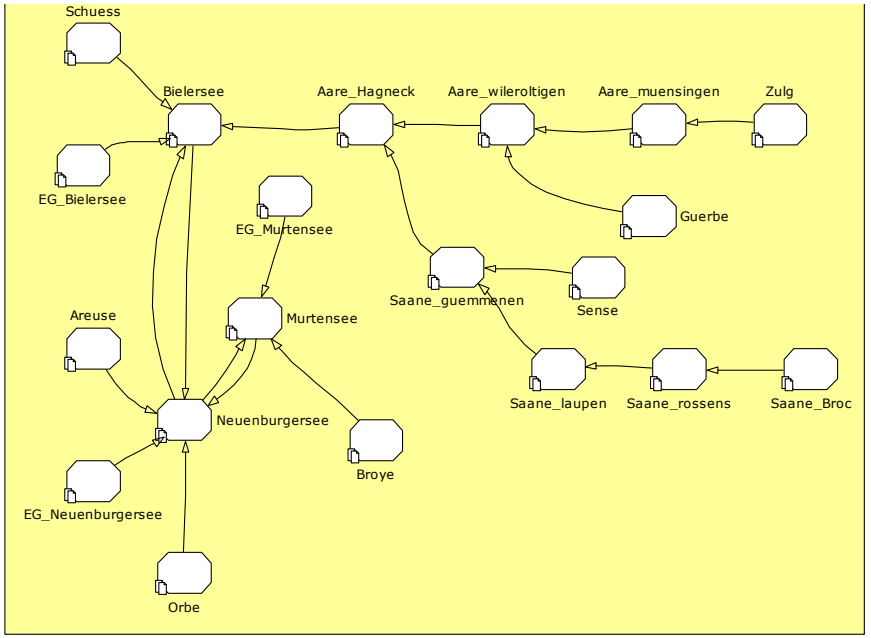


Extremhochwasser im Aare-Einzugsgebiet

Auswirkungen extremer Hochwasser im Einzugsgebiet der Aare

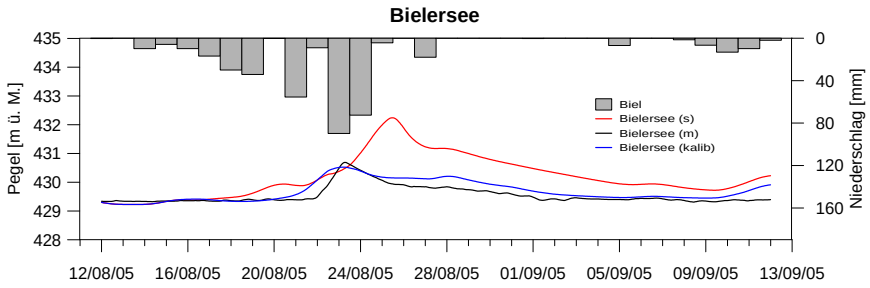
- Szenarien
- Simulation Abflüsse
- Input für 2D-Überflutungssimulationen
- Schadenanalysen

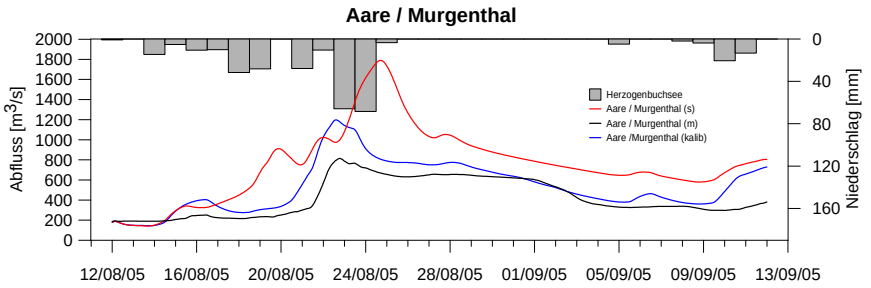




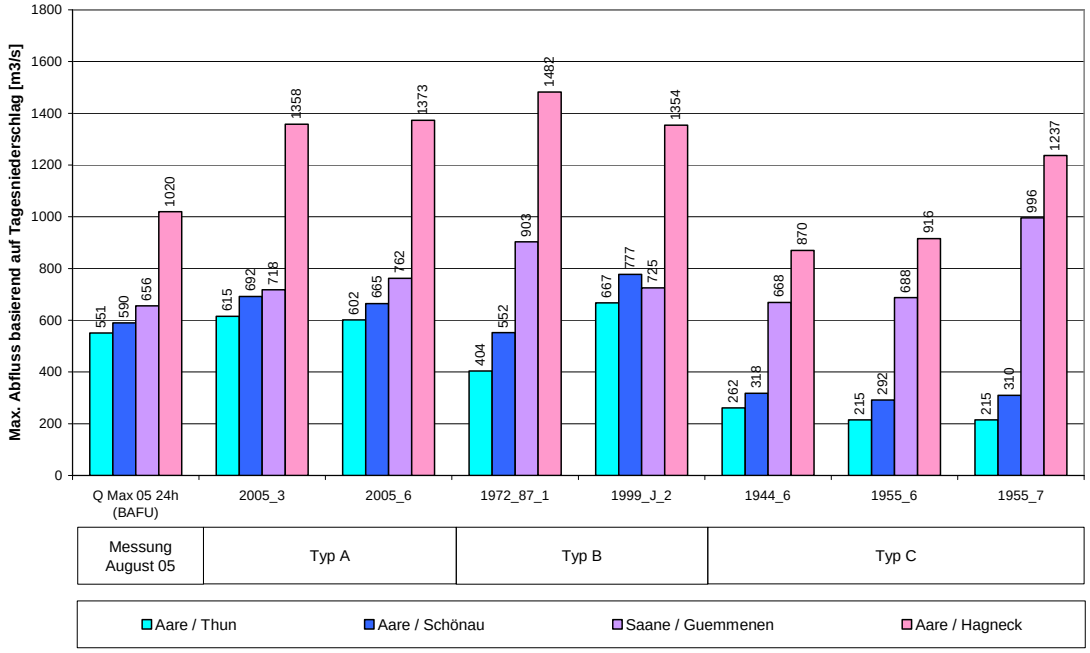
Extremhochwasser im Aare-Einzugsgebiet

Abflüsse und Seestände: Szenario 1972/87





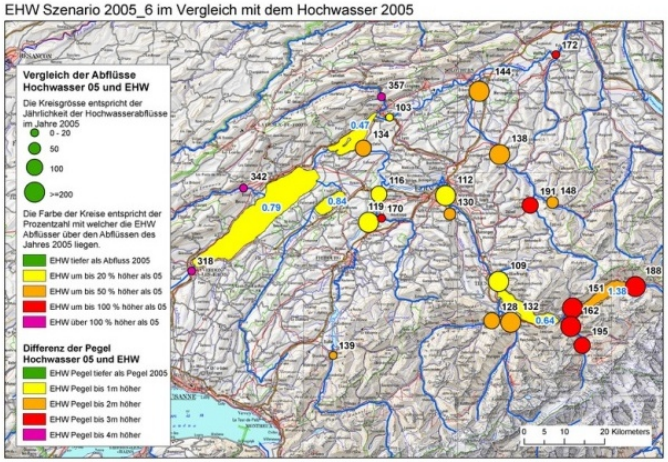
Maximale Abflüsse Aare Bern, Hagneck und Saane



Extremhochwasser im Aare-Einzugsgebiet

Auswirkungen Szenario Typ A

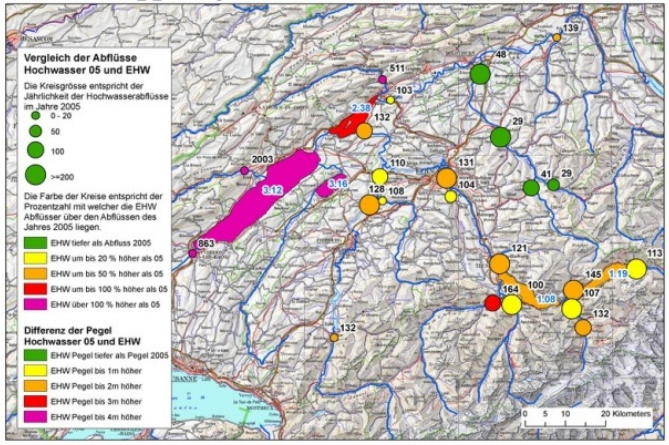
EHW Szenario 2005_6 im Vergleich mit dem Hochwasser 2005



	Sehr rascher Anstieg von Fluss- und Seepegeln
	ca. 8000 Gebäude mit 80'000 Personen und 130 Sonderobjekte betroffen
	• Lauterbrunnentäler abgeschnitten (10‘000 Personen betroffen) • evtl. Überflutung A1 und Neubaustrecke SBB durch Emme
	ca. eine Woche

Auswirkungen Szenario Typ B

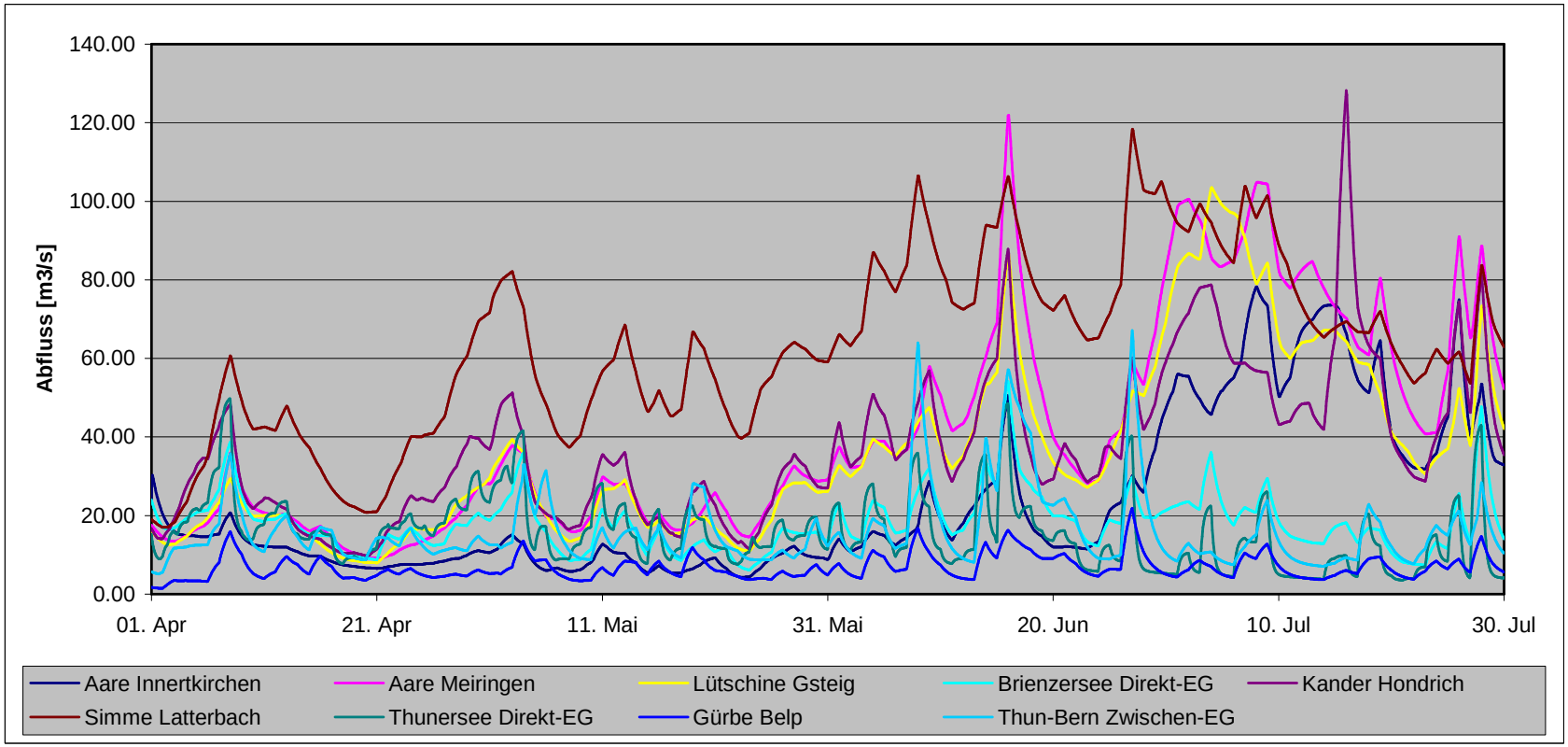
EHW Szenario 1999_J_2 im Vergleich mit dem Hochwasser 2005



	Lange Phase mit hohen Seeständen und hohen Abflüssen unterhalb der Seen
	ca. 8000 Gebäude mit 80'000 Personen und 130 Sonderobjekte betroffen
	• Lauterbrunnentäler abgeschnitten (10‘000 Personen betroffen) • Viele Verkehrsverbindungen am Bielersee unterbrochen
	einige Wochen

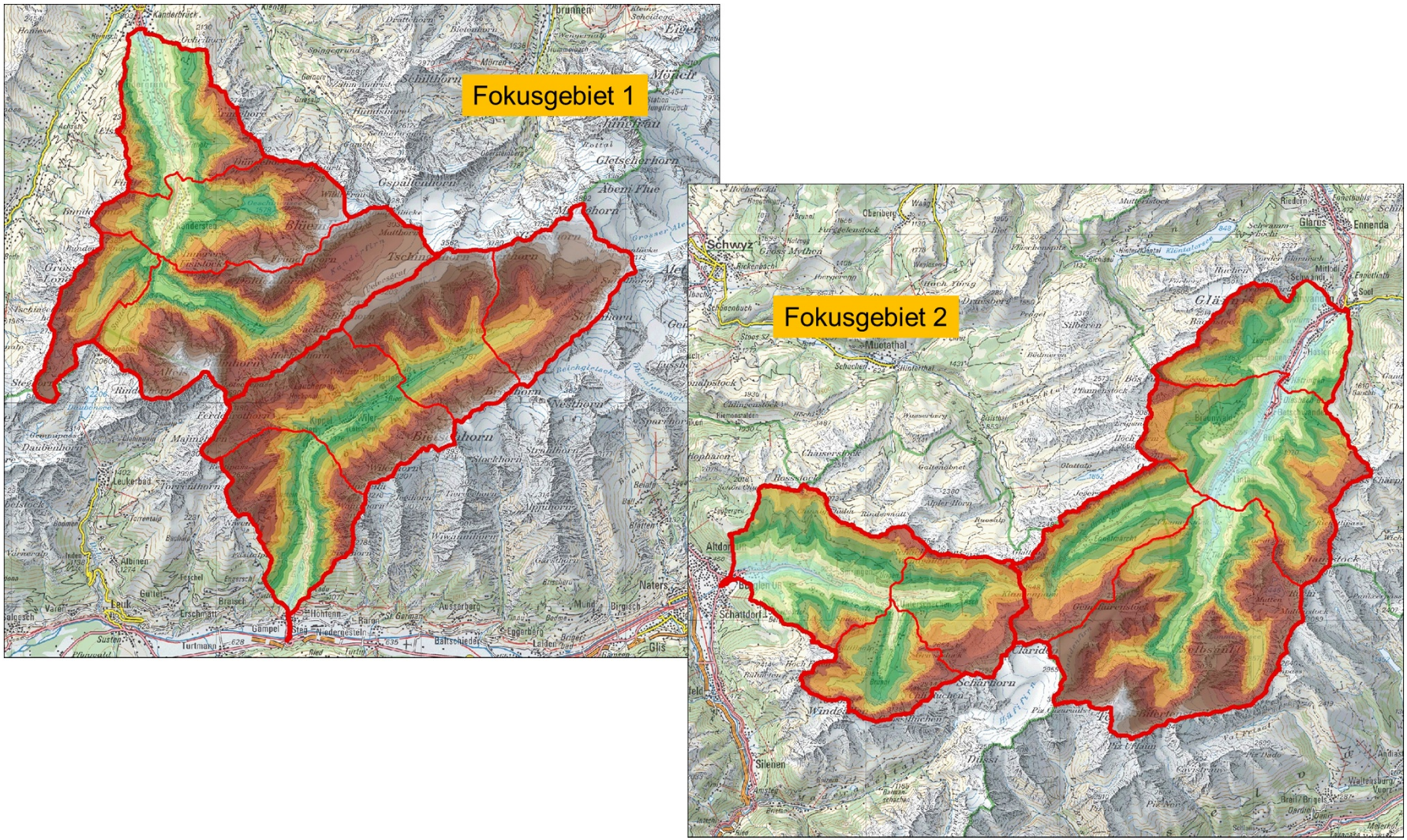
Entlastungsstollen Thunersee: Zufluss-Szenarien

Szenario Schnee 1999 / Witterung 1987



Analyse ROS-Ereignis Oktober 2011

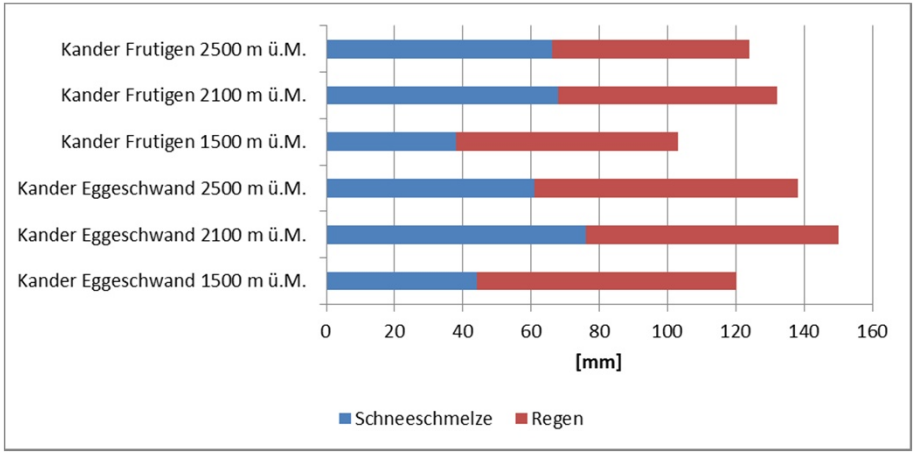
Analyse ROS-Ereignis Oktober 2011

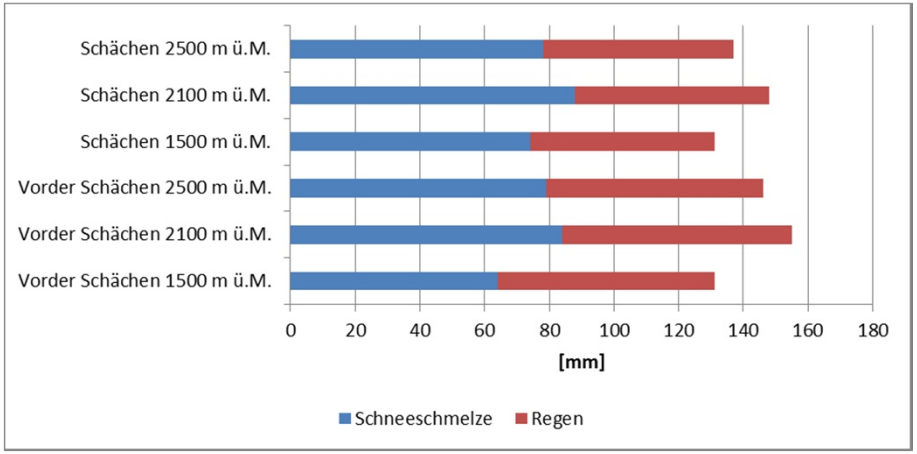


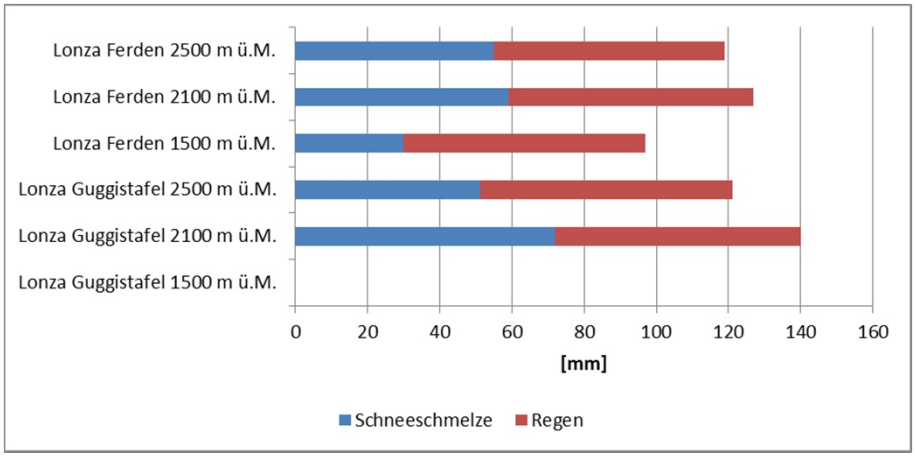
Analyse ROS-Ereignis Oktober 2011

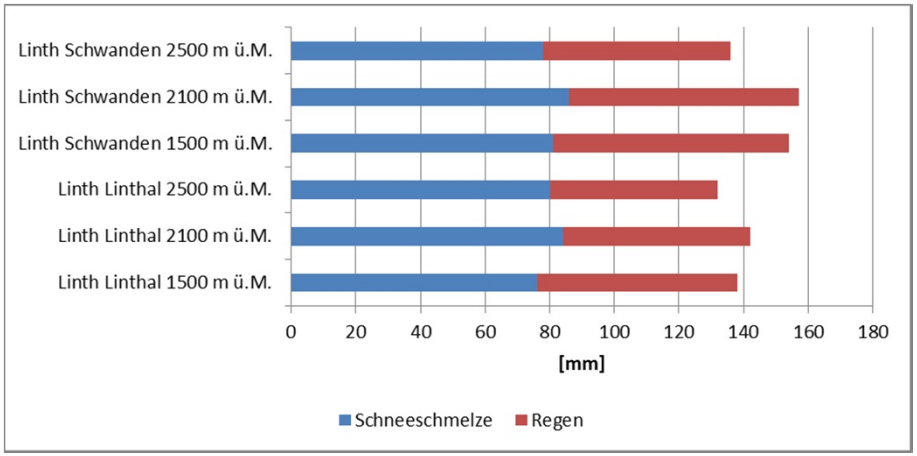
Beitrag Regen und Schneeschmelze

9.10. 12:00 – 10.10. 23:00

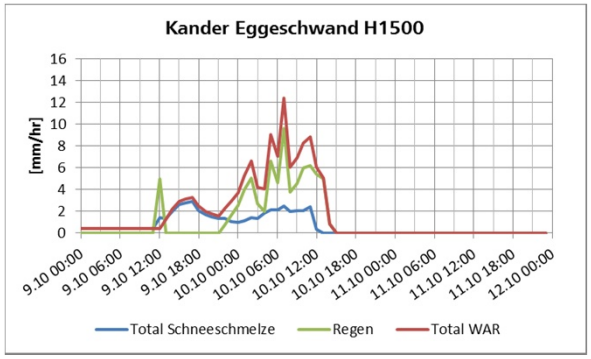


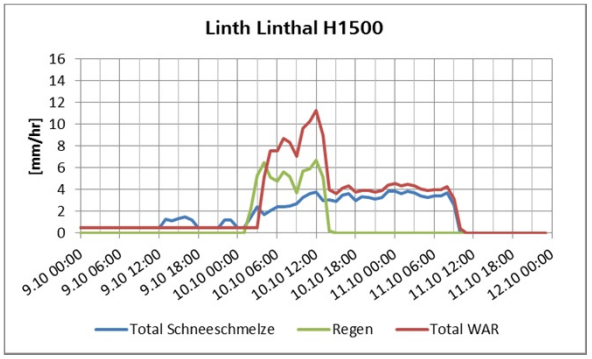


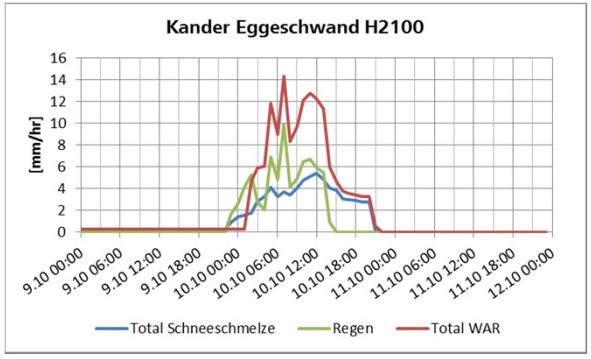


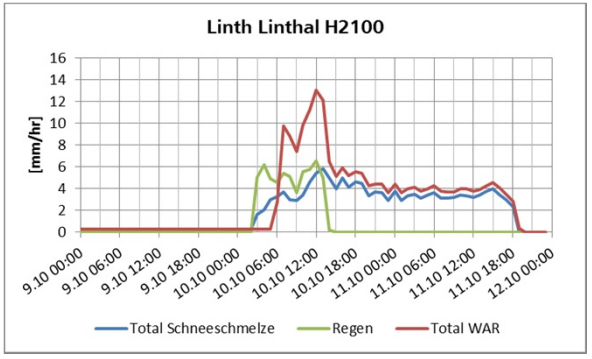


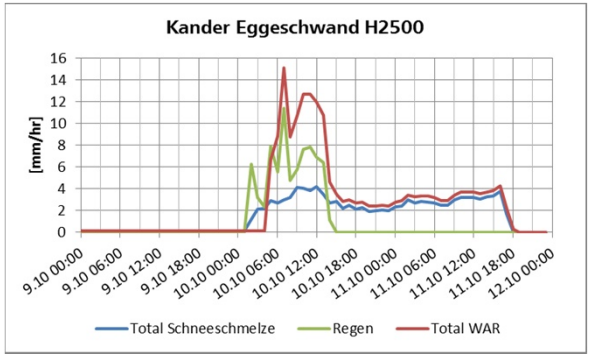
Analyse ROS-Ereignis Oktober 2011

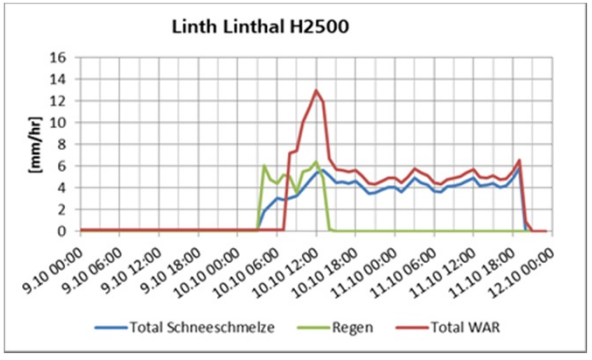




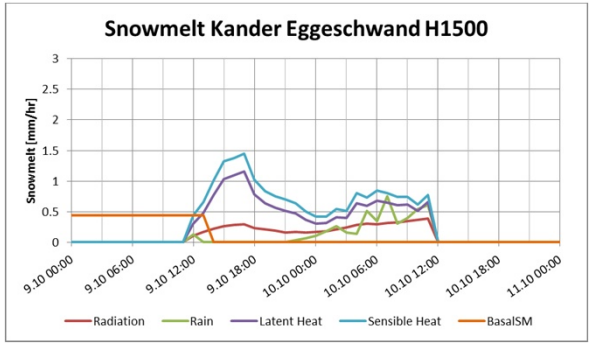


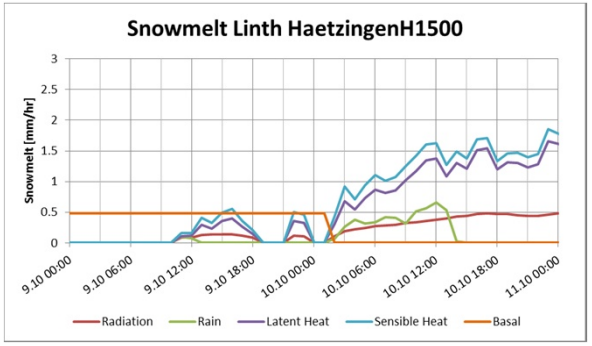


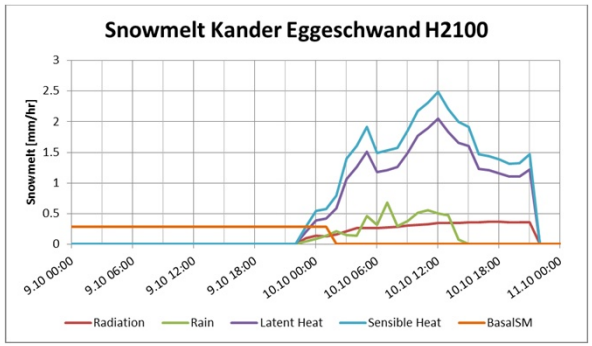


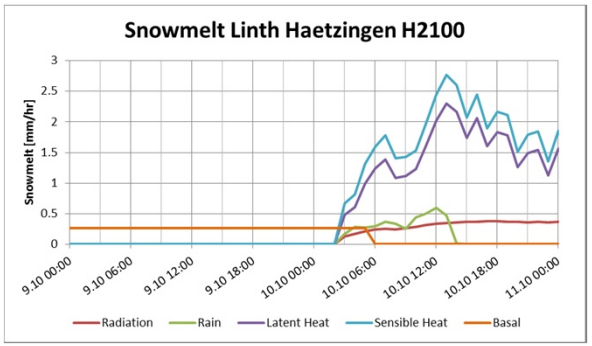


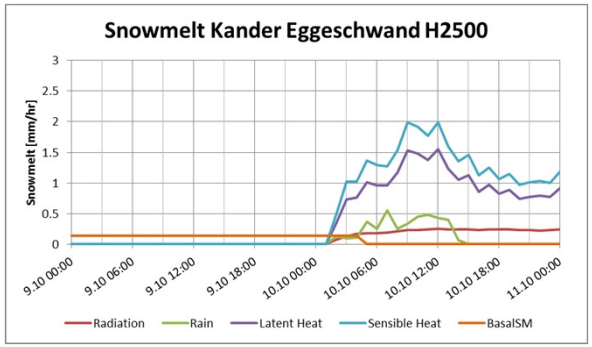
Analyse ROS-Ereignis Oktober 2011

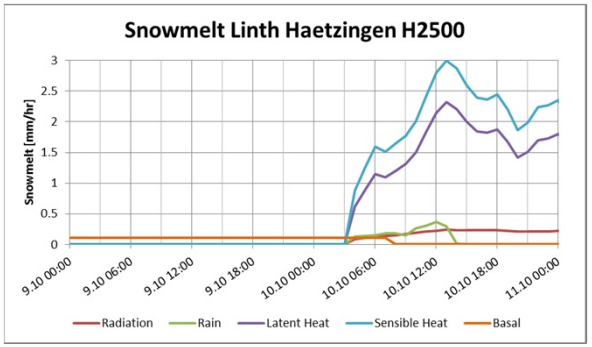




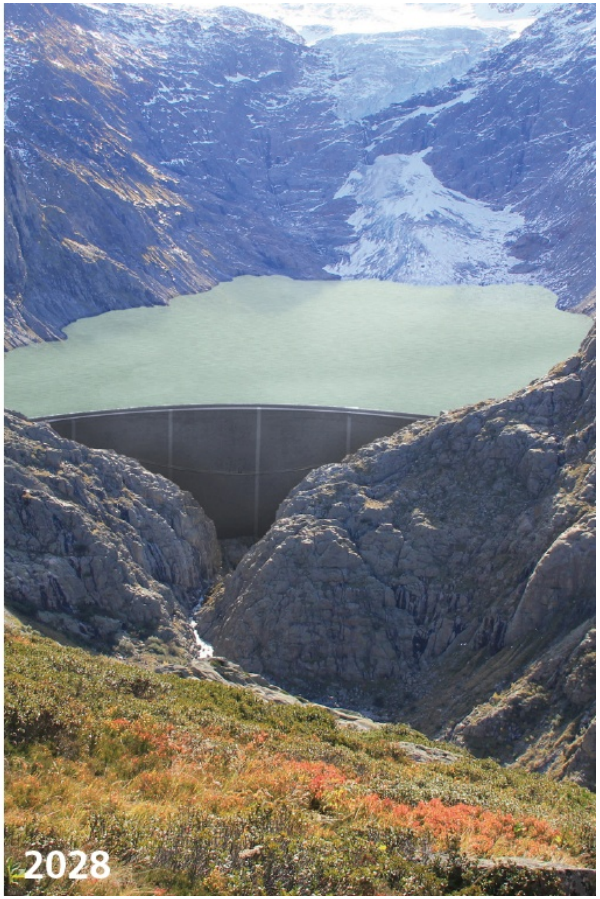








Handlungsoptionen Multifunktionsbecken



Quelle: KWO

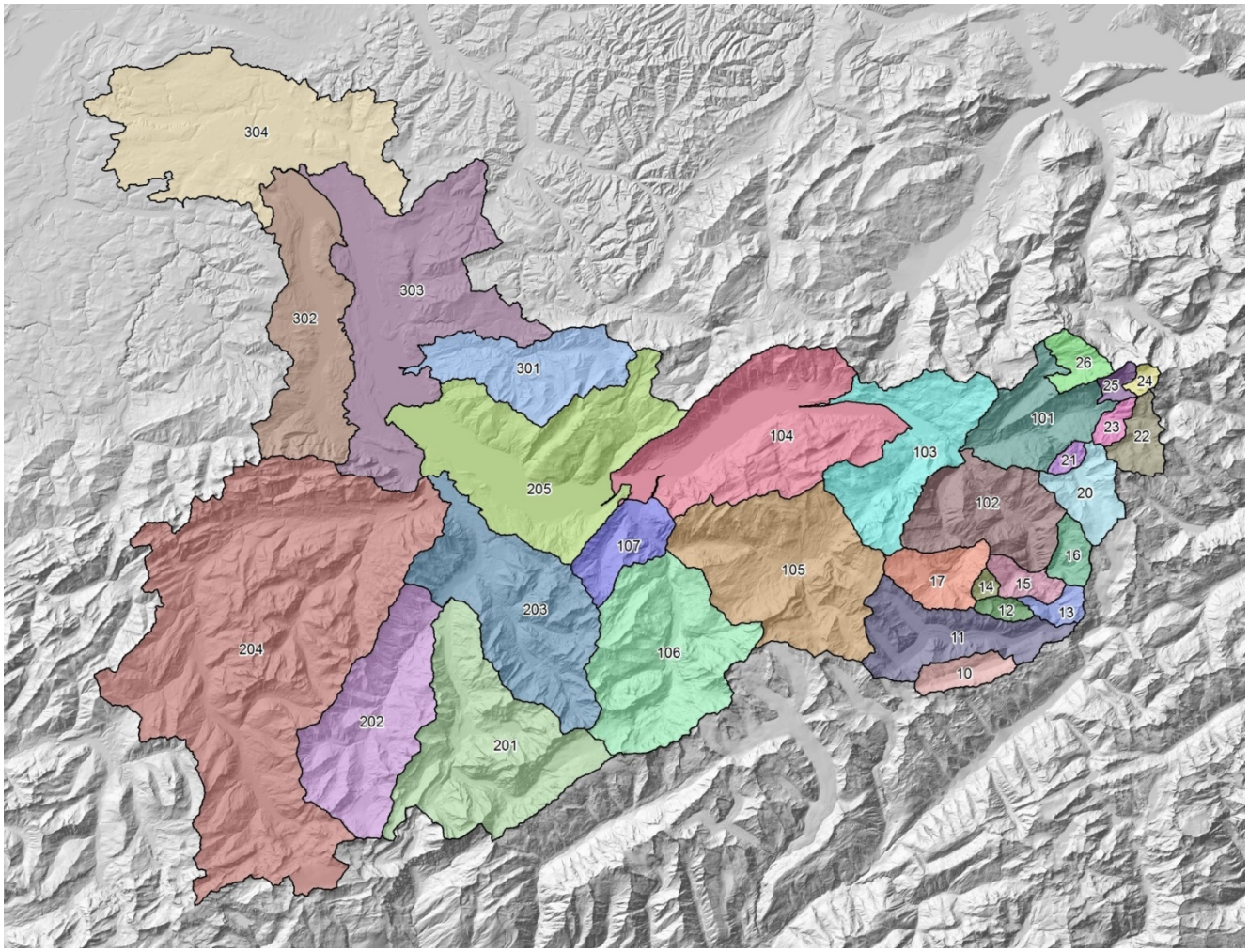
Handlungsoptionen Multifunktionsbecken

Hochwassersicherheit

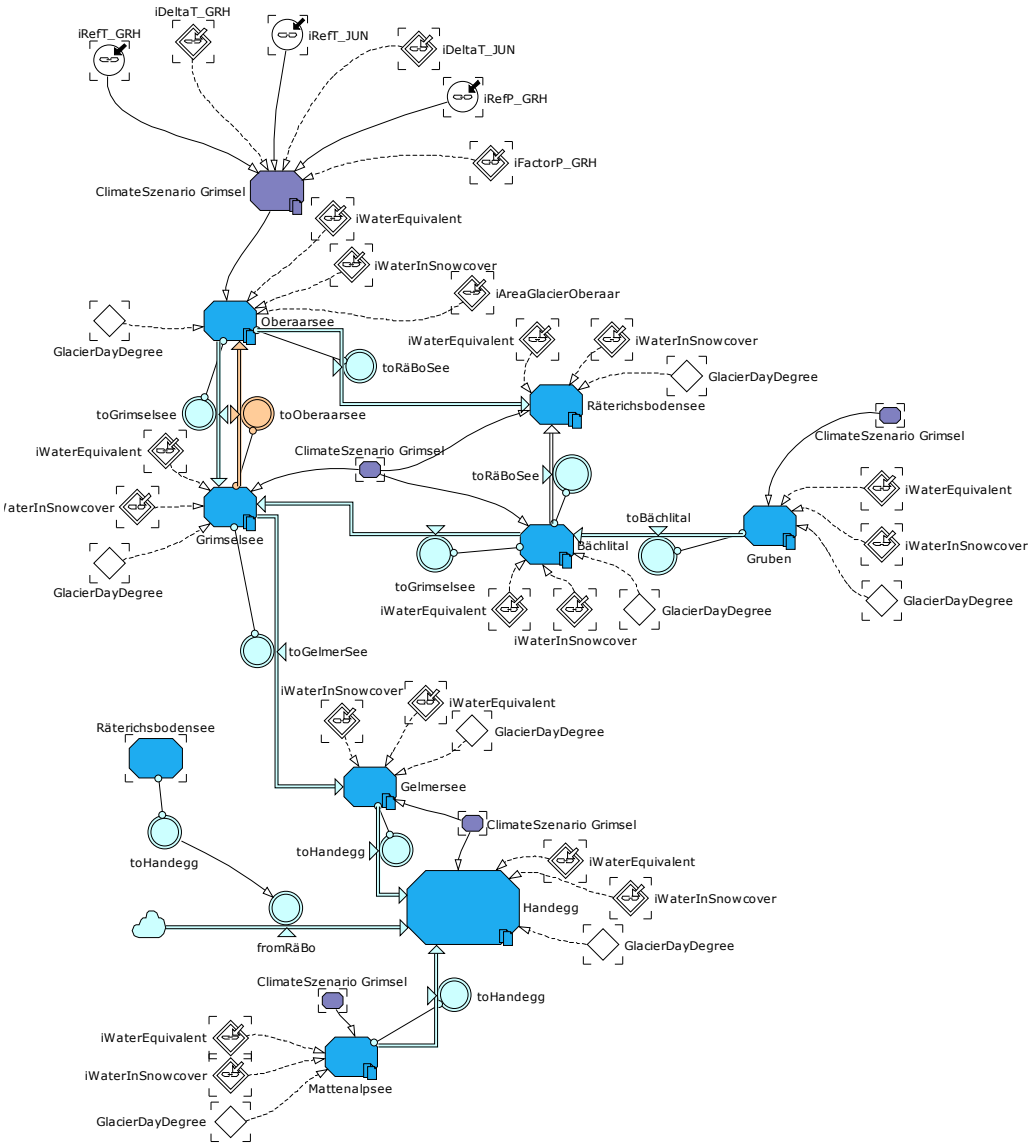
Trockenheit

Handlungsoptionen Multifunktionsbecken

Einzugsgebietsgliederung



Handlungsoptionen Multifunktionsbecken



Schlussfolgerungen

- Hydrologische Modelle liefern in einem breiten Feld von Fragestellungen wertvolle Beiträge.
- Modelle erlauben es, verschiedene Szenarien durchzuspielen und abgelaufene Ereignisse zu analysieren.
- Mit dem Aare-Modell verfügt geo7 über ein flexibles, einfach erweiterbares Modell (z.B. Ensembles).

geo7
Geowissenschaftliches Büro

… weil unsere Welt sich wandelt