

Gemeinden des Saastals, hotelleriesuisse, Kanton Wallis, Netzwerk Wasser im Berggebiet NWB, Schweizer Berghilfe, Schweizerischer Versicherungsverband SVV, WWF Schweiz

Anpassung an die Klimaänderung im Berggebiet Fallstudie Saastal

Anhang zum Schlussbericht und Literaturverzeichnis

21. März 2011

Inhalt

A-1	Grundlagen	2
A-2	Teilprojekt Wasser	6
A-3	Teilprojekt Siedlung/Infrastrukturen	18
A-4	Teilprojekt Biodiversität	29
A-5	Teilprojekt Tourismus	40
	Literatur	45

A-1 Grundlagen

A-1.1 Das heutige Klima im Saastal: Daten der Messstation Zermatt

Folgende Tabelle fasst die mittleren klimatologischen Verhältnisse an der Messstation Zermatt von MeteoSchweiz zusammen. Es handelt sich dabei um Mittelwerte (bzw. Normwerte) über den Zeitraum 1961-1990.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Temperaturmittel 2m [°C]	-4.8	-4.0	-1.5	2.0	6.7	10.0	12.5	11.7	9.0	4.8	-0.8	-3.8	3.5
Temperaturmaximum 2m [°C]	0.2	1.3	3.7	7.3	12.1	15.6	18.9	17.9	15.4	11.2	4.6	1.1	9.1
Temperaturminimum 2m [°C]	-8.4	-7.8	-5.5	-2.2	2.1	4.8	6.8	6.7	4.2	0.7	-4.0	-7.1	-0.8
Eistage [Anzahl Tage]	12.5	11.6	7.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	5.1	13.9	51.7
Frosttage [Anzahl Tage]	30.8	27.9	29.5	20.3	6.7	1.3	0.3	0.2	1.7	8.7	24.8	30.0	182.2
Sommertage [Anzahl Tage]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.6	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	4.4
Hitzetage [Anzahl Tage]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Tage mit Niederschlag [Anzahl Tage]	6.6	6.3	7.7	6.7	10.0	8.6	8.9	9.9	6.9	6.7	7.0	6.7	92.0
Niederschlagssummen [mm]	43	46	49	50	61	56	47	60	41	55	55	49	611
Absolute Sonnenscheindauer [h]	85	103	135	146	159	175	200	185	166	139	93	81	1666
Relative Sonnenscheindauer [%]	54	58	56	58	56	60	68	68	69	65	58	55	61
Globalstrahlung [W/m²]	63	102	160	197	222	233	236	205	160	109	68	51	151
Windgeschwindigkeit [m/s]	1.2	1.3	1.7	2.1	2.3	2.3	2.2	2.0	1.9	1.6	1.3	1.2	1.8
Luftdruck [hPa]	834.1	832.4	833.1	832.5	835.7	838.5	840.5	840.1	840.3	838.7	835.1	834.2	836.3
Dampfdruck [hPa]	2.6	2.7	3.3	4.3	6.1	7.9	9.0	9.0	7.8	5.8	3.9	3.0	5.5

Tabelle 1: Mittelwerte für den Zeitraum 1961-1990 (Ausnahmen: Globalstrahlung und Windgeschwindigkeit sind Mittelwerte für den Zeitraum 1981-2000) der klimatischen Verhältnisse an der Messstation Zermatt, jeweils für die 12 Monate und für den Jahresdurchschnitt.

(Quelle: MeteoSchweiz http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/klima/klima_schweiz/tabellen.html).

Erläuterungen zu den Parametern

- Temperaturmittel 2m: Durchschnittstemperatur 2m über Boden
- Eistage: die Maximum-Temperatur bleibt unter 0° C.
- Frosttage: die Minimum-Temperatur sinkt unter 0° C.
- Sommertage: die Maximum-Temperatur beträgt 25° C oder mehr.
- Hitzetage: die Maximum-Temperatur beträgt 30° C oder mehr.

A-1.2 Bevölkerungsentwicklung der Saaser Gemeinden

Tabellarische Darstellung der Einwohnerzahlen der vier Saaser Gemeinden:

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Saas-Fee	1345	1414	1483	1551	1620	1689	1673	1656	1640	1623	1607	1595	1609	1618	1638	1672	1674	1677	1677	1719
Saas-Grund	986	1023	1060	1098	1135	1172	1171	1170	1169	1168	1167	1161	1090	1139	1140	1109	1120	1098	1106	1105
Saas-Almagell	429	429	422	441	446	431	437	437	429	427	421	406	394	394	390	390	395	400	384	377
Saas-Balen	k.A.	414	413	410	411	409	410	408	406	403	405									

Tabelle 2: Einwohnerzahlen gemäss Angaben der einzelnen Gemeinden für die Jahre 1990 bis 2009. Ab 2009 wird von stagnierenden Einwohnerzahlen ausgegangen (Gemäss Einschätzung Herr Kalbermatten, Gemeindeschreiber Saas-Fee).

A-1.3 Zeitplan des Projekts

Arbeitsschritte	Mar	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	
Auftragsvergabe und Start der Arbeiten ①															
1 Erarbeitung der Szenarien und Grundlagen	■														
2 Startsitzen mit Begleitgruppe		◆													
3 Startveranstaltung mit allen Projektteiligen im Saastal			■	◆	■										
Start Teilprojekte															
4 Arbeitsschritt: Auswirkungen der Klimaänderung				■											
5 Erste Sitzung mit den Teilprojekten								■	◆	■					
6 Arbeitsschritt: Identifizierung von Bereichen mit Handlungsbedarf								■							
7 Zweite Sitzung mit den Teilprojekten										■	◆	■			
8 Arbeitsschritt: Entwickeln von möglichen Handlungsoptionen								■							
9 Workshop im Saastal mit Teilprojekten, Begleitgruppe, lokalen Stakeholdern										■	◆	■			
10 Finalisieren der Arbeiten in den Teilprojekten und der Entwicklungsszenarien durch die Gesamtprojektleitung											■				
Abschluss der Teilprojekte															
11 Projektbericht und Vorgehensmodell für andere Fallstudienregionen							■								
12 Abschlussveranstaltung für die Öffentlichkeit im Saastal												■	◆	■	
13 Abschluss der Projektarbeiten										■			◆	■	
Projektabschluss ②															

Tabelle 3: Zeitlicher Ablauf der Arbeiten für das Projekt «Anpassung an die Klimaänderung im Berggebiet». Start der Arbeiten: März 2010, Projektabschluss: April 2011.

A-2 Teilprojekt Wasser

A-2.1 Teilnehmer Experteninterviews

	Behörde / Organisation	Teilnehmer	Ort und Datum
Gemeinden			
Saas-Fee	Wasserversorgung/Abwasserreinigung	Ivo Bumann	Saas-Fee, 06.09.10
	Saas-Fee Bergbahnen AG	Albert Kalbermatten	per Mail
	Ferienart&Spa	Beat Anthamatten	Saas-Fee, 07.09.10
Saas-Grund	Trinkwassergenossenschaft Tutterkinn	Walter Ruppen	per Mail und Telefon
	Trinkwassergenossenschaften	Fabian Zurbriggen	Saas-Fee, 07.09.10 (spontan)
Stalden	Kraftwerke Mattmark AG	Karl Sarbach	per Mail
Kanton VS			
	Landwirtschaftszentrum Visp	Norbert Agten	Visp, 18.08.10
	Dienststelle für Wald und Landschaft	Charly Wuilloud	Sion, 18.08.10
	Dienststelle für Umweltschutz	Frédéric Zuber	Sion, 18.08.10

Tabelle 4: Teilnehmer Experteninterviews.

A-2.2 Leitfaden Experteninterviews¹

A Situation heute

- Welche Bedeutung hat Wasser für die verschiedenen Wirtschaftsbereiche im Saastal?
- Wodurch wird die Menge des Wasserverbrauchs beeinflusst? (z.B. Temperatur, Saison, Tageszeit, Wetter, etc.)
- Wie hat sich die Nachfrage nach Trinkwasser in den letzten Jahren verändert? (mehr/weniger Wasserverbrauch, punktueller, saisonaler, etc.)
- Falls eine Veränderung der Nachfrage nach Trinkwasser stattgefunden hat, worauf können diese Veränderungen hauptsächlich zurückgeführt werden?

B Blick in die Zukunft

Nutzungsänderungen

- Wie wird sich die Nachfrage nach Trinkwasser Ihrer Meinung nach in Zukunft verändern? (mehr/weniger Wasserverbrauch, punktueller, saisonaler, etc.)

¹ Der Leitfaden wurde für die einzelnen Wirtschaftsbereiche leicht angepasst (Abänderung von Fragen, Ergänzung von Fragen etc.).

- Gibt es Pläne für Nutzungsänderungen von Wasser in den Gemeinden des Saastals? (z.B. im Bereich Wasserkraftwerke, Hotels, Wasserleitungen, Wasserumleitungen, neue Restwassermengen, Kläranlagen, Trinkwasserversorgungen, Schneekanonen, Wasserstauungen, Grundwassernutzungen, Landwirtschaftsbewässerungen, Nutztierwirtschaften, etc.)
- Wenn ja, inwiefern werden diese Nutzungsänderungen die Wassernutzung in den Gemeinden des Saastals beeinflussen?

Engpässe in der Wassernutzung

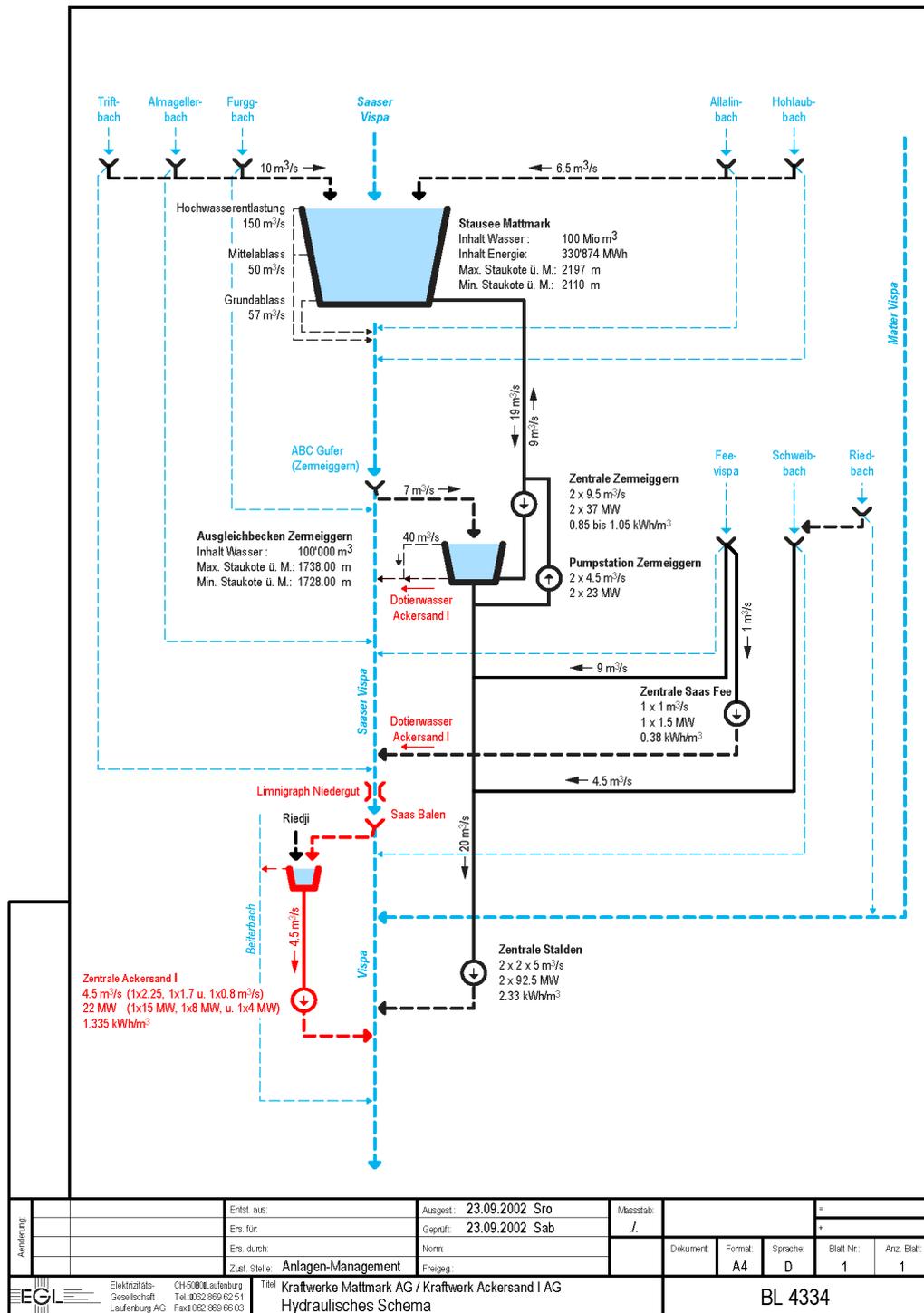
- Haben Sie bedenken in Bezug auf Schutz und Nutzung von Wasser in der Zukunft? Wenn ja, welche?
- Erleben Sie bereits heute Engpässe in der Wassernutzung? Wenn ja, in welchen Wirtschaftsbereichen?
- Wird es Ihrer Meinung nach in Zukunft (vermehrt) zu Engpässen in der Wassernutzung kommen? Wenn ja, in welchen Wirtschaftsbereichen?
- Wie könnten Konflikte zukünftig vermieden werden?
- In welchen Wirtschaftsbereichen könnte man Ihrer Meinung nach mit weniger Wasser auskommen?

C Schlussfrage

- Was erscheint Ihnen im Zusammenhang mit Klimawandel und Wasser im Saastal zusätzlich noch wichtig zu erwähnen?

A-2.3 Hydraulisches Schema Kraftwerke Mattmark

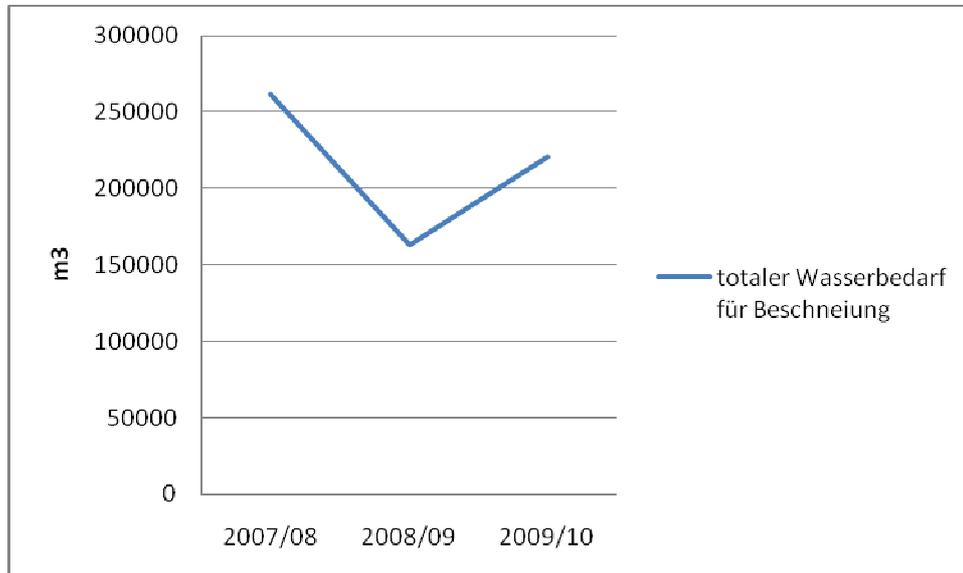
«Hydraulisches Schema Kraftwerke Mattmark»



Figur 1: Hydraulisches Schema Kraftwerke Mattmark (Kraftwerke Mattmark).

A-2.4 Wasserbedarf der technischen Beschneigung im Skigebiet Hohsaas, Saas-Grund

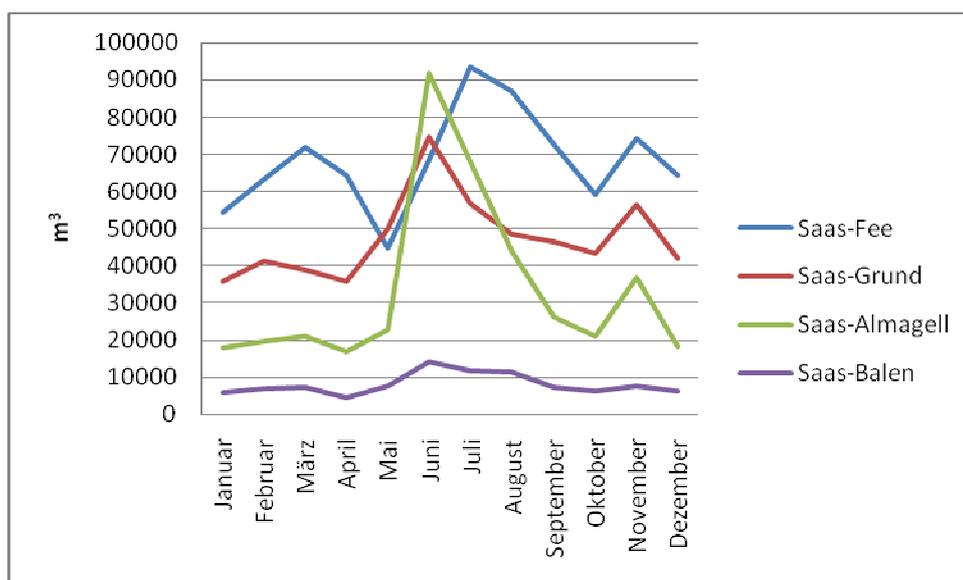
«Wasserbedarf der technischen Beschneigung im Skigebiet Hohsaas, Saas-Grund»



Figur 2: Wasserbedarf der technischen Beschneigung im Skigebiet Hohsaas, Saas-Grund, 2007/08-2009/10 (eigene Darstellung nach Daten Bergbahnen Hohsaas).

A-2.5 Saisonale Variabilität der Abwassermengen im Saastal 2008

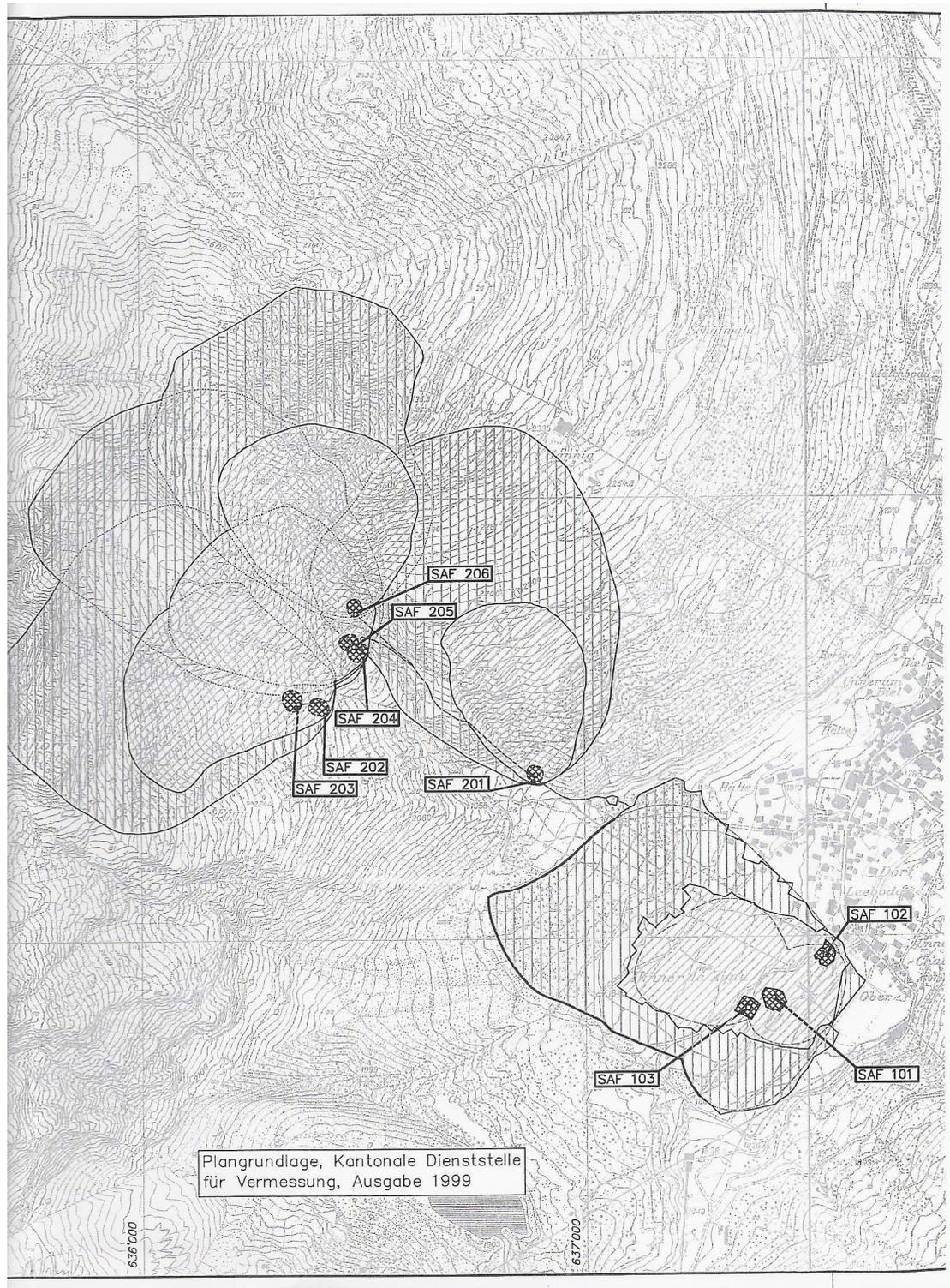
«Saisonale Variabilität der Abwassermengen im Saastal 2008»



Figur 3: Saisonale Variabilität der Abwassermengen im Saastal 2008 (eigene Darstellung nach Daten Wasserversorgung Gemeinde Saas-Fee).

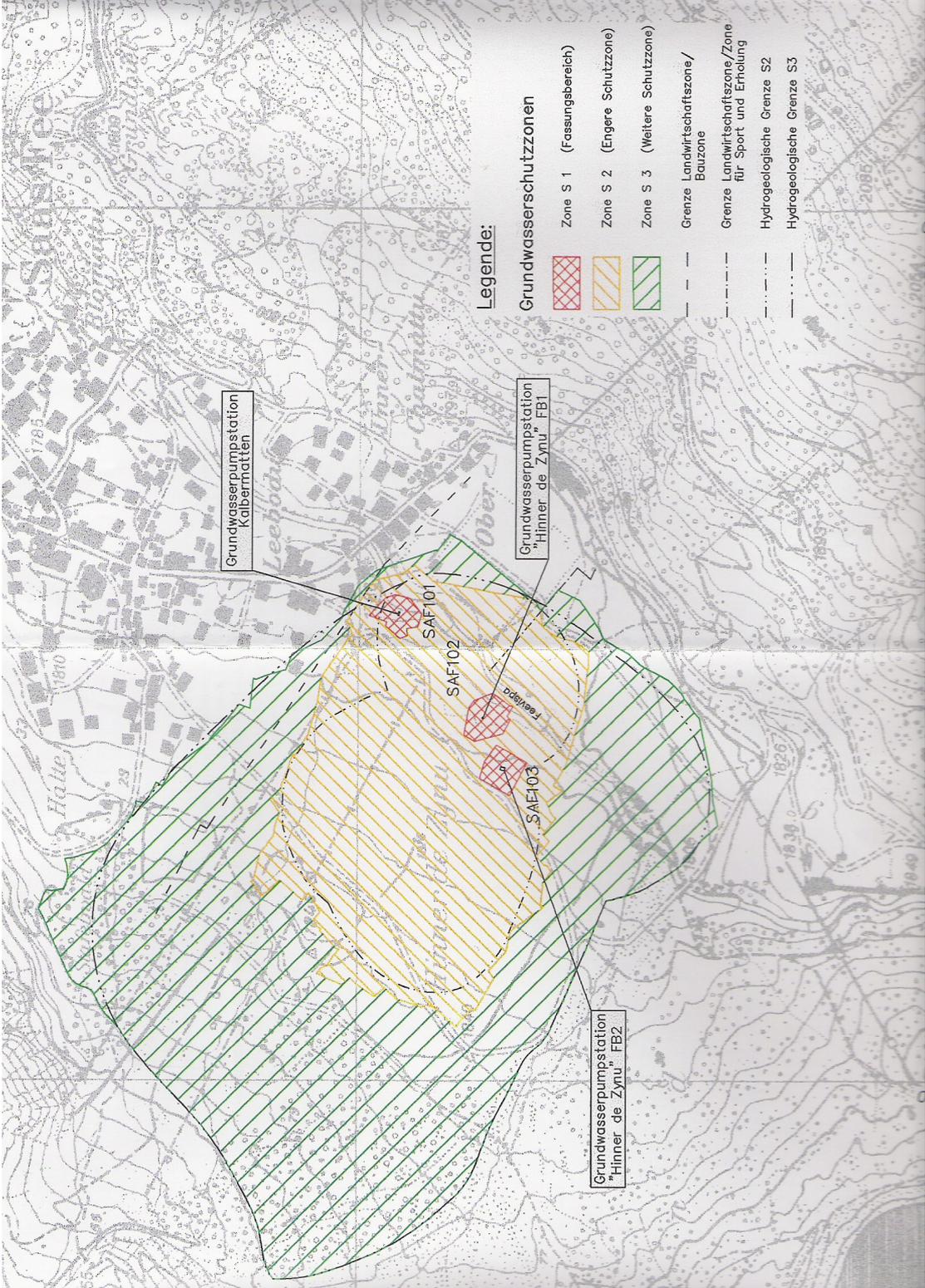
A-2.6 Quell- und Grundwasserfassungen Saas-Fee, Saas-Grund und gesamtes Saastal

«Quell- und Grundwasserfassungen Saas-Fee»



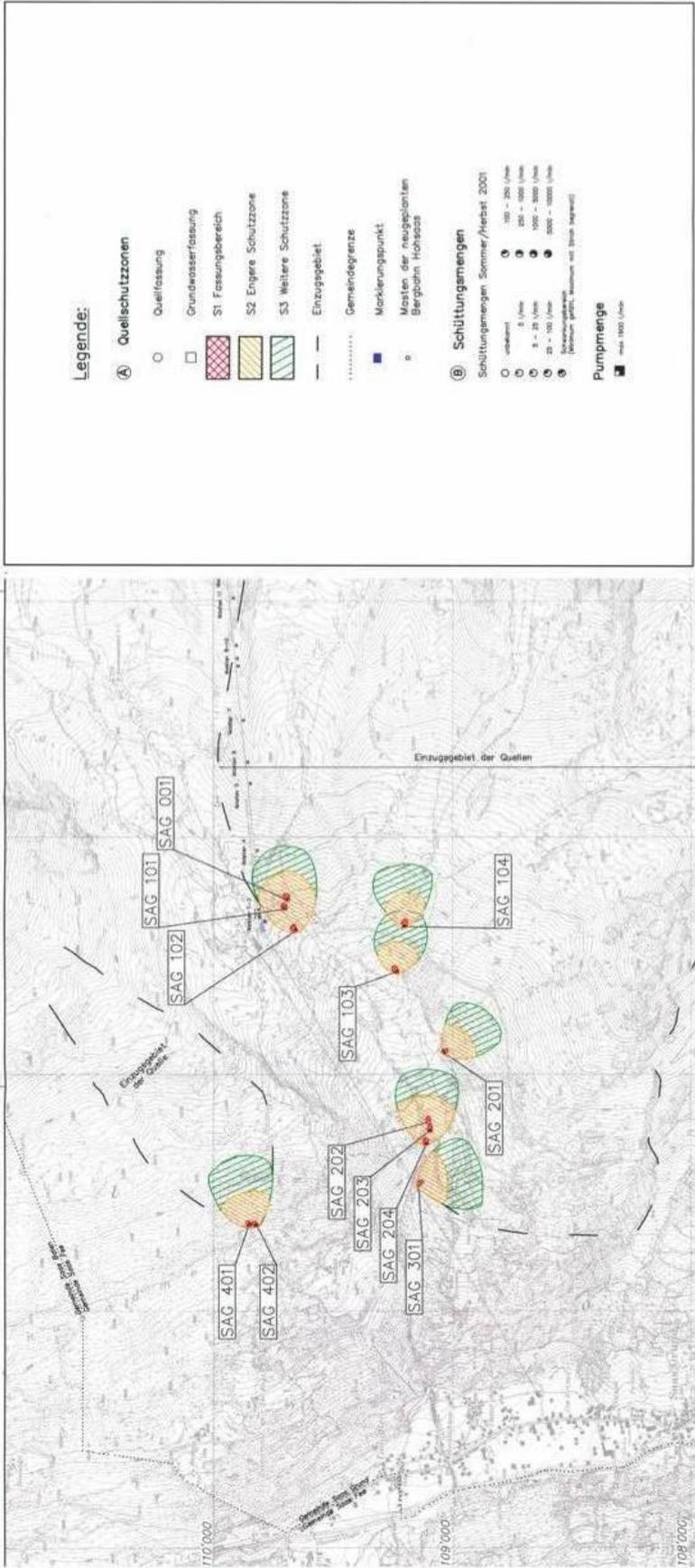
Figur 4: Quell- und Grundwasserfassungen Saas-Fee (Wasserversorgung Gemeinde Saas-Fee).

«Grundwasserschutzzonen Saas-Fee»



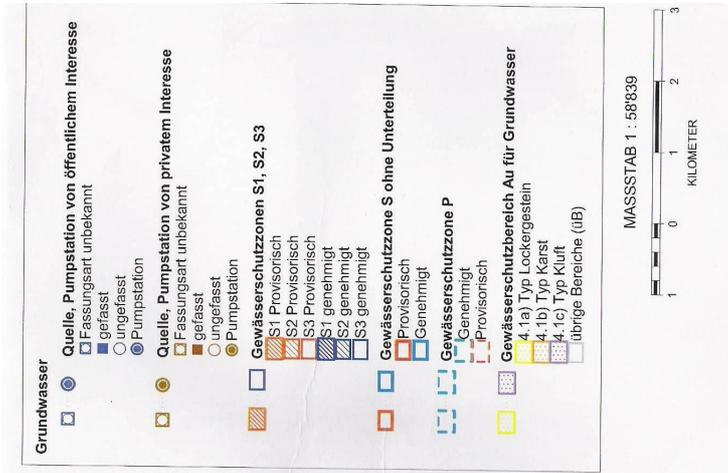
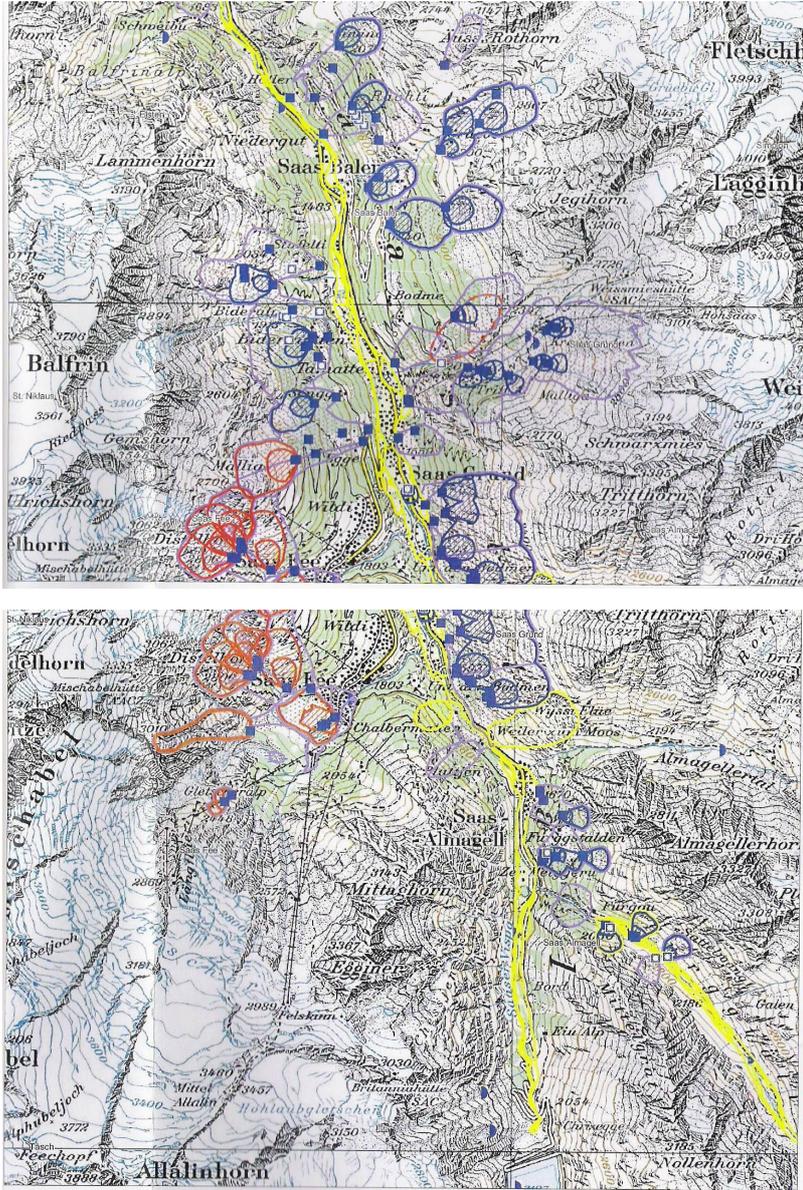
Figur 5: Grundwasserschutzzonen Saas-Fee (Wasserversorgung Gemeinde Saas-Fee).

«Quellfassungen Saas-Grund»



Figur 6: Quellfassungen Saas-Grund (Gemeinde Saas-Grund).

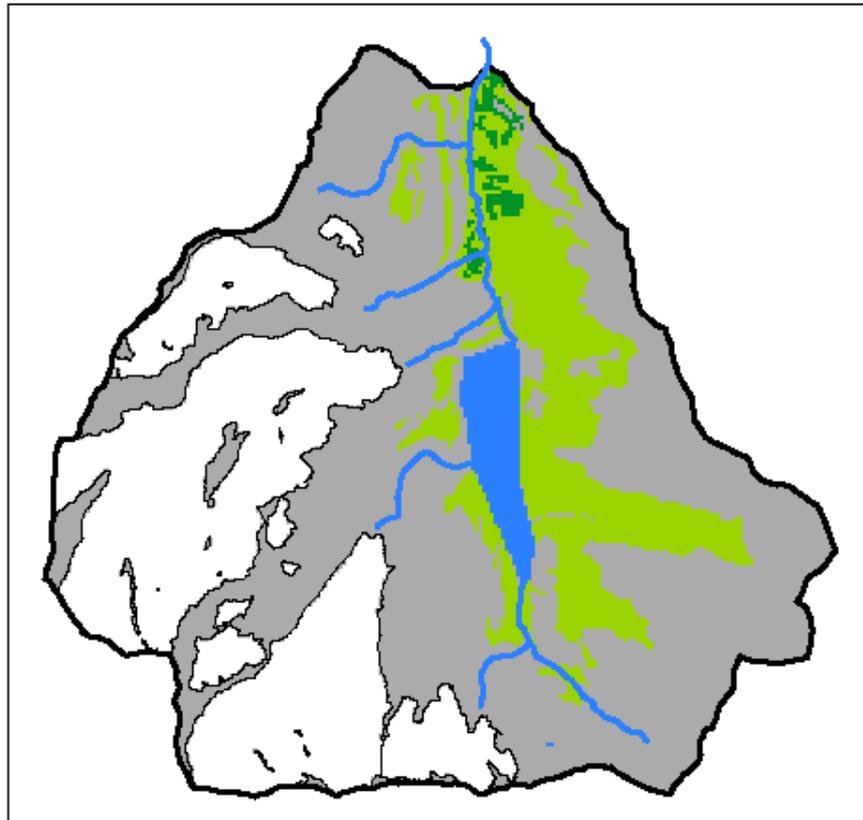
«Quell- und Grundwasserfassungen Saastal»



Figur 7: Quell- und Grundwasserfassungen Saastal (Kanton Wallis).

A-2.7 Kartierung des Einzugsgebiet Saaser-Vispa

«Kartierung des Einzugsgebiet der Saaser-Vispa»



econcept

Figur 8: Kartierung des Einzugsgebiets Saaser Vispa, Gemeinde Saas-Almagell Weiss=Gletscher, grau=unbewachsen, hellgrün=bewachsen, dunkelgrün=Wald und blau=Flüsse und Seen (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich).

A-2.8 Saisonale Mittelwerte von Abflussmenge, Niederschlag, Temperatur und eis- und schneebedeckte Fläche im Saaser Vispa Gebiet

Year	Qtot [mm/d]	Prec [mm/d]	Temp [degC]	Ice [%]	Snow [%]
DEC-FEB	0.53	2.60	-10.5	0.0	98.7
MAR-MAY	1.75	4.69	-4.1	0.0	97.4
JUN-AUG	11.44	4.09	5.4	8.6	46.0
SEP-NOV	3.60	4.25	-0.1	7.6	55.0

Tabelle 5: Saisonale Mittelwerte für die Referenzperiode 1980-2009 von Abflussmenge, Niederschlag, Temperatur, eis- und schneebedeckte Fläche im Saaser Vispa Gebiet. Qtot: Abflussmenge, Prec: Niederschlag, Temp: Temperatur, Ice: Prozentualer Anteil von Eis bedeckter Oberfläche, Snow: Prozentualer Anteil von Schnee bedeckter Oberfläche (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich).

A-2.9 Modellierung der prozentualen Veränderung von Abflussmenge, Niederschlag, Temperatur und schnee- und eisbedeckter Fläche im Saaser Vispa Gebiet

Jahr	Periode	Qtot [%]	Prec [%]	Temp [degC]	Ice [%]	Snow [%]
2010	DEC-FEB	5.9	-3.1	0.4	-0.0	0.0
2010	MAR-MAY	26.4	0.1	0.5	0.0	-0.8
2010	JUN-AUG	-0.9	-4.8	0.4	0.8	-8.4
2010	SEP-NOV	7.7	2.8	0.6	-0.8	-1.5
2030	DEC-FEB	21.5	-0.2	1.3	-0.0	-0.3
2030	MAR-MAY	53.7	-1.8	1.0	0.0	-1.8
2030	JUN-AUG	-8.8	4.3	1.3	-1.1	-16.2
2030	SEP-NOV	-3.3	-1.3	1.0	-2.3	-6.4
2050	DEC-FEB	37.0	8.0	2.0	-0.0	-0.5
2050	MAR-MAY	78.8	-2.5	1.7	0.0	-4.1
2050	JUN-AUG	-25.2	-4.2	2.4	-3.1	-24.9
2050	SEP-NOV	-6.4	5.7	1.8	-4.2	-11.4

Tabelle 6 Modellierung der prozentuale Veränderung von Abflussmenge, Niederschlag, Temperatur, schnee- und eisbedeckte Fläche im Saaser Vispa Gebiet für die Jahre 2010, 2030 und 2050. Qtot: Abflussmenge, Prec: Niederschlag, Temp: Temperatur, %_ice: Anteil der von Eis bedeckte Oberfläche, %_snow: Anteil der von Schnee bedeckte Oberfläche (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich).

A-2.10 Fester Niederschlag, Schmelze von Eis, Schmelze von Schnee im Saaser Vispa Gebiet

Periode	Psol [mm/d]	Mice [mm/d]	Msno [mm/d]
DEC-FEB	2.58	0.00	0.01
MAR-MAY	4.05	0.00	2.12
JUN-AUG	1.12	0.23	6.77
SEP-NOV	2.20	0.08	0.74

Tabelle 7: Fester Niederschlag (Psol), Schmelze von Eis (Mice), Schmelze von Schnee (Msno) im Saaser Vispa Gebiet für die Referenzperiode 1980-2009 (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich).

A-2.11 Prozentuale Abweichungen der saisonalen Mittelwerte von festem Niederschlag, Schmelze von Schnee, Schmelze von Eis im Saaser Vispa Gebiet

Jahr	Periode	Psol [%]	Mice [%]	Msno [%]
2010	DEC-FEB	-3.1	0	-
2010	MAR-MAY	-0.1	0	31.4
2010	JUN-AUG	-22.0	117.3	-10.3
2010	SEP-NOV	-5.4	173.2	2.6
2030	DEC-FEB	-0.9	0	-
2030	MAR-MAY	-6.5	0	56.2
2030	JUN-AUG	-37.7	100.8	-21.0
2030	SEP-NOV	-10.3	108.3	-11.1

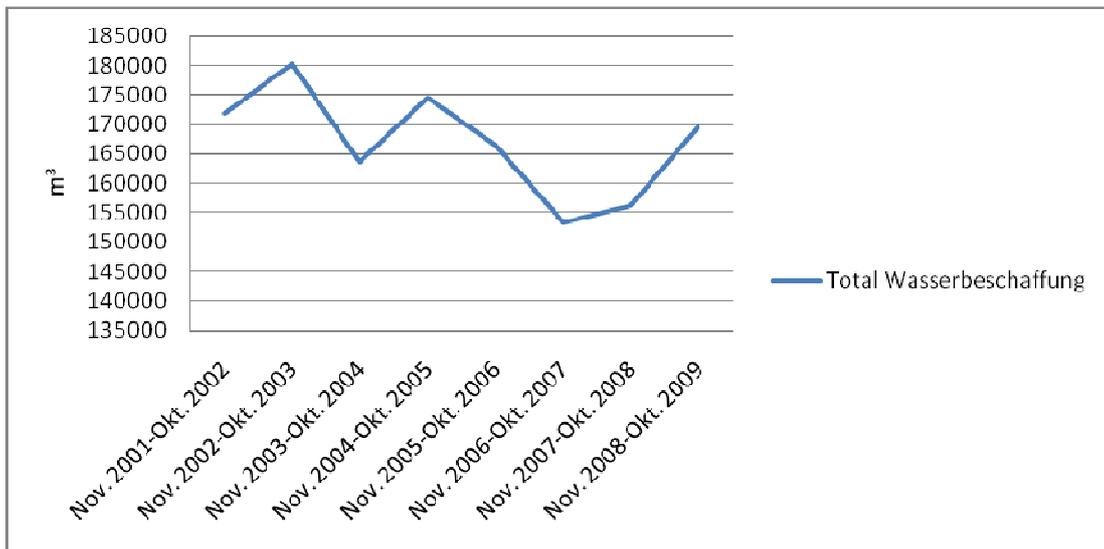
Tabelle 8: Prozentuale Abweichungen der saisonalen Mittelwerte von festem Niederschlag (Psol), Schmelze von Eis (Mice), Schmelze von Schnee (Msno) im Saaser Vispa Gebiet für die Jahre 2010 und 2030 (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich).

A-2.12 Organisation der Trinkwasserversorgung in Saas-Grund

Name	Anzahl Mitglieder	zuständige Person
Trinkwassergenossenschaft Triftalp	274	Kurt Anthamatten
Trinkwassergenossenschaft Tutterkinn	51	Walter Ruppen
Trinkwassergenossenschaft unter dem Bodmen	57	Josef Kalbmermatten
Trinkwassergenossenschaft Zerengi-Bodmen	20	Helmut Anthamatten
Trinkwassergenossenschaft Brunnen	10	Kilian Burgener
Trinkwassergenossenschaft Tälwald	16	Philipp Zizzo
Trinkwassergenossenschaft Roter Brunnen	3	Daniel Zurbriggen

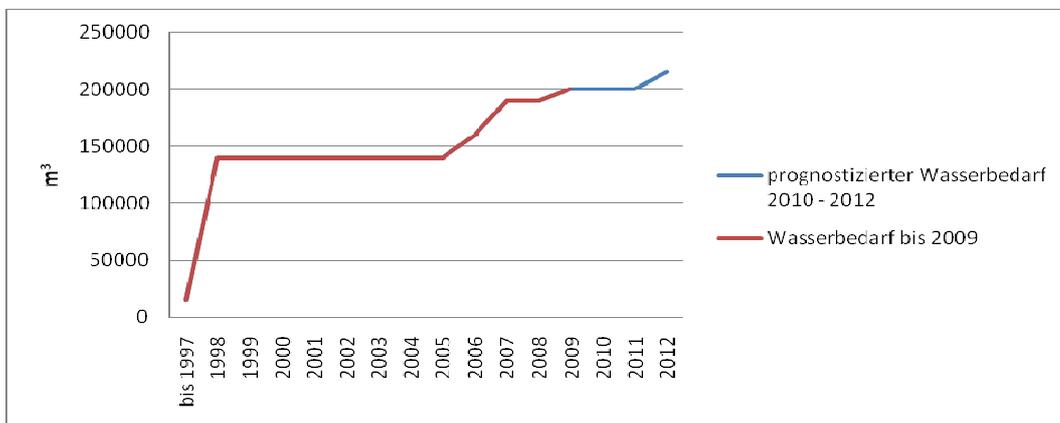
Tabelle 9: Organisation der Trinkwasserversorgung in Saas-Grund (eigene Erhebung).

A-2.13 Veränderung der Trinkwasserbeschaffung in der Gemeinde Saas-Grund zwischen 2002 und 2009



Figur 9: Veränderung der Trinkwasserbeschaffung in der Gemeinde Saas-Grund zwischen 2002 und 2009 (eigene Darstellung nach Daten Gemeinde Saas-Grund).

A-2.14 Wasserbedarf der technischen Beschneigung in Saas-Fee bis 2012



Figur 10: Wasserbedarf der technischen Beschneigung in Saas Fee bis 2012 (eigene Darstellung nach Daten Bergbahnen Saas-Fee).

A-3 Teilsprojekt Siedlung/Infrastrukturen

A-3.1 Bestehende Gefahrgutachten

Bericht oder Autor	Titel, Naturgefahr	Bemerkung, Inhalt
ALLE GEMEINDEN		
Schnyder Benedikt, Glaziologe Saas-Fee	Überwachung und Beobachtung gefährlicher Gletscher im Wallis, Teilbeitrag Saastal	Schnyder hat Mandat 2005-2010 zur Überwachung und Beobachtung. Jährliche Rekoflüge und Begehungen. <ul style="list-style-type: none"> — Sirwoltensee/Griessernuhorgletscher: Zustand „beruhigen“, keine Einstürze in Zukunft. Seeausfluss sollte funktionieren. — Rottalsee/-gletscher: Wassertaschen vorhanden, welche v.a. im Sommer plötzlich losbrechen könnten. — Rutschung Hohlaubgletscher: Wird als stabilisiert bzw. ungefährlich eingeschätzt. — Feegletscher, See unterhalb Nordzunge: Proglazialer See, welcher bis zum Wintereinbruch beobachtet wird. Stabilität Moräne ist unklar und muss beobachtet werden. — Rutschung Feegletscher Süd: Möglichkeit einer weiteren Rutschung eliminiert, da stark dezimiert (Eis). — Othmarhang Feegletscher Süd: Wird geodätisch überwacht. Keine spontane Risikosituation. — Eisstürze Hohbalmgletscher: Mehrere Eislawinen im Sommer 2006, bis zu 7'000 m³. — Fallgletscher: starker Flächenschwund — Bidergletscher: Erhebliche Massenverluste infolge Eisstürze. Der Höhenweg wird durch einen neuen Tunnel geschützt. — Periglazialer See Bidergletscher: Der See war 2006 randvoll und ist genauer zu analysieren.
GEMEINDE SAAS-FEE		
Geotechnikbüro Stefan Berchtold, Visp	Überwachung Rutschung Halte , Auswertung Niederschläge 2008/2009 sowie Deformationsmessung 14.7.2009	Rutschung Halte seit Extremereignis 31. Mai 1977 regelmässig überwacht. Überwachung Rutschhang 2007-2012 von Gemeinde bewilligt.
Ing. und Vermessungsbüro Zurbriggen Karl, Brig	Rutschhangüberwachung Halte , geodätische Deformationsmessung	dito
Nivalp SA, 2009	Lawinengefahrenkarte Saas-Fee	Neue LGK Saas-Fee; Bereich Hinter den Zäunen im roten Gefahrenbereich (auch touristische Infrastruktur betroffen, aber kaum Wohnhäuser); Dorf i.e.S. im Bereich Lomatte durch Lawinenzug aus Hannigalp betroffen; Pisten unterhalb Felskinn im blauen und roten Gefahrenbereich (Egginer-Lawine), Maste 4 (Restaurant) in gelber Gefahrenzone. Fazit: Grösster Teil der Siedlung kaum von Lawinen betroffen. Hingegen Zufahrt zu Saas-Fee (blau) und touristische Infrastruktur betroffen.

GEMEINDE SAAS-ALMAGELL		
Rovina und Partner RPGEOL	Felssturz/Felssackung Chaischlitu (Spissgrabe) , Teile des Dorfes sind gefährdet inkl. Haus Foresta und Hotel Almagellerhof	Meteorologie spielte grosse Rolle für Auslösung 25.6.2010 (nasser Vormonat); ob Klimaänderungen auch Änderungen der ausgewiesenen Gefährdung mit sich bringen, bleibt unklar.
Arge Burkard/GWW	Lawinengefahr Brandgraben , Zer Meiggeru (Kantonsstrasse)	Vor allem Kantonsstrasse gefährdet, aber auch EW.
Büro Odilo Schmid Brig	Gefahrengebiet Moosgufer: Dammpjekt und Gefahrenkarte	Keine weiteren Dokumente.
Burkard	Lawinen-GK Dorfbereich	Engerer Dorfbereich v.a. im blauen und gelben, teils auch im weissen Gefahrenbereich. Zufahrtsstrassen in roter und blauer Gefahrenzone. Waldgebiete auf rechter Talseite oberhalb Dorf haben seit 1900 deutlich zugenommen (Schutzwald).
CRSFA	Felssturz Plattjen-Flüe	Felssturzgebiete teils an Permafrost gekoppelt (massgebliches Gefahrenpotenzial unterhalb Station Plattjen). Im Ausbruchgebiet ist mit hoher Wahrscheinlichkeit ein grosser Blockgletscher vorhanden (Luftbild); dieser fliesst zwar hauptsächlich in Richtung Saas Fee, kann aber randlich auch Material für das Felssturzgebiet Plattjen liefern. Die tiefgründige Rutschung wird wohl kaum beeinflusst. Kraftwerk Zermeiggeru betroffen, aber geschützt durch Schutzbauten.
Ing.büro Bumann Reinhold Naters	Furggstalu-Heitbodme, Lawinentechn. Bericht	Tourist. Infrastruktur ist klar im roten Gefahrenbereich (Bergbahn Furggstalu).
Burkard	Lawinengefahr Furggstalu	Gebäude Furggstalu inkl. Bergstation im blauen Gefahrenbereich. Nebenstrassen im roten Gefahrenbereich.
GEMEINDE SAAS-GRUND		
Burkard	Triftbach, Saas-Grund, Beurteilung der Lawinengefahr (2007)	Gebiet Triftbach nach wie vor in roten und blauen Gefahrenbereichen. Keine Häuser im roten, hingegen mehrere im blauen Gefahrenbereich.
Burkard	Lawinentechnischer Bericht, Lawinengefahrenkarte 1997	Saas-Grund, rechte Talseite: Einige Häuser im Dorf im roten, viele im blauen Gefahrenbereich. Häuser im Talboden nicht im Gefahrenbereich. Südlichster Teil auch wieder im roten Gefahrenbereich (v.a. Kantonsstrasse). Hier wenige nur Liegenschaften im roten und blauen, aber einige im gelben Gefahrenbereich.
Odilo Schmid	Überprüfung Steinschlaggefahrenzone unter dem Berg – Ine Grinu, Saas-Grund (2009)	Steinschlagdamm „Im Grund“ wurde erweitert → Antrag auf Umzonung angenommen (modelliert mit Rockfall). GK zeigt aber, dass noch einige Gebäude im roten, blauen sowie gelben Gefahrenbereich liegen.
Burkard	Lawinengefahrenkarte „Im Winkel“	Einfluss Stützverbauungen am Triftgrätji auf die Lawinengefahr im Auslaufgebiet „Im Winkel“.
Burkard	Beurteilung der Lawinengefahr in den „Gassen“	LGK soll so belassen werden trotz erstellter Stützverbauungen am Triftgrätji.
GEHYTEC	Bergsturz Zingelstapfen, Saas-Grund, Sommer 2008	Bergsturz 300-400 m ³ auf Skipiste (nicht in Betrieb).
Dito	Blocksturz Zingelstapfen, Saas-Grund, Sommer Frühling 2002	Blocksturz; primär Wanderweg betroffen.
J.-D. Rouiller, Kantons-	Geologisches Gutachten Block-	24.3.1996 Felsblock von ca. 1m ³ gelöst oberhalb

geologe	schlag „Ine Grinu“	„Steischlag“. 1 Kind beim Schlitteln getötet. Grund: Wärmeeinbruch und Schneeschmelze bis 2500 m. Lockerung Schuttkegel.
CRSFA	Felswände oberhalb Steischlag, Gefüge und Geomechanikanalyse und Gefahrenkarte (1995)	Vorschlag: Auffangdamm und Überwachung, da Gebiet fortwährend von Steinschlag und Felsstürzen bedroht ist. Kunsteisbahn bedroht.
GEHYTEC	Steinschlagverbauung Zingelstapfe (1997)	Piste musste mehrere Male wegen Steinschlag gesperrt werden. Als Massnahmen werden Steinschlagnetze und Stützpfiler vorgeschlagen.
Stefan Berchtold	Bericht (...) Steinschlaggefahr (...) Unter dem Berg - Ine Grinu, Saas-Grund (2000)	Eine Handvoll Gebäude randlich oder ganz im roten, blauen oder gelben Gefahrenbereich. GK handgezeichnet. Baut auf Profilen CRSFA auf.
GEMEINDE SAAS-BALEN		
Geoplan AG	Rutschbeurteilung „Grüebe“ , Ereignis 24.5.2009	Bereits seit 1957 Erdrutsche aus diesem Gebiet; (Re-)Aktivierung bei Unwetter 14./15. Oktober 2000. Gefahr in Bezug auf Feststoffpotenzial wird nicht als gross beurteilt; Gefahr von Feststoffzusub Grubengletscher sei viel höher; Feststoffe Grüebe seien auch in Zukunft kein Problem für Siedlung.
Forstrevier Saastal, Andematten Urs	Saas-Balen, Fellbach, Hochwasser vom 18.6.2009	Plötzliches Hochwasser
Forstrevier Saastal, Andematten Urs	Murgang vom 24.5.2009 Saas-Balen Gruben	Fotodokumentation
Teysseire & Candolfi AG	Grubenseen, Inspektionsbericht 2009	Überprüfung Funktionstüchtigkeit Auslauf von See 1. Keine momentane Gefährdung. See 6 muss in Zukunft weiterhin besondere Beachtung geschenkt werden. Keine speziellen Empfehlungen für Inspektion 2010.
Burkard	Biderbach, Eis- und Lawinengefahrenkarte 2002	Rote und blaue Gefahrenbereiche bis Kantonsstrasse
Burkard	Überprüfung LGK Bidermatten	Überprüfung Wirkung Dammerhöhung um 5 m, weil diverse Häuser im roten Gefahrenbereich. LGK: Eislawinen Bidergletscher können auch im Sommer nieder gehen. Dammerhöhung hätte positive Auswirkungen auf Siedlung Bidermatten.
Burkard	Galerie und Brücke Martinswald, Schnee- und Lawineneinwirkungen	Lawinensicherer Ausbau Saastalstrasse H212 → Ermittlung Schnee- und Lawineneinwirkungen auf geplante Galerie und Brücke Martinswald.
Burkard	Lawinenniedergänge auf dem Strassenabschnitt Martinswald 1978-2001	Ereignisdokumentation mit Karte
Burkard	Lawinengefahrenkarte Saas-Balen Dorfgebiet	Talseitiger Dorfeingang bei Stockini rot, Dorfteil Niedergut blau und gelb; Bodu grösstenteils weiss, Dorf Saas-Balen selbst bei Fellmatte rot bis gelb und bei Lee ebenfalls (zwei Lawinenzüge von orogr. rechts).
STB Stefan Berchtold Visp	Forstweg «Spärwurzu», Gutachten über die Stabilität der Strassenböschung, über die davon ausgehende Steinschlaggefahr sowie über die erforderlichen Massnahmen (1997)	
CRSFA	Gefüge- und Geomechanik Analyse + Gefahrenkarte Schilt Saas-Balen (1996)	Untersuchung Felswände bei Schilt, Saas-Balen. Kein Siedlungsgebiet betroffen, hingegen Bauzone an wenigen Stellen tangiert.
Forstrevier Saastal, Andematten Urs	Saas-Balen, Steinschlag vom 20.4.2009, südlich vom Schilt	Ausbruch auf ca. 1800 m. Sturzbahnen gut sichtbar. Ablagerungen (10 m ³ und 3 m ³) südlich des Dorfes im Talboden abgelagert. Vorschlag eines dringenden Gesamtkonzeptes Sicherung Uferweg und Kantons-

strasse südl. von Saas-Balen bis Meiggerli.

Joris	Beurteilung Felssturzgefahr in Saas-Balen (1983)	
NFP31, Bloetzer et al. „Klimaänderungen und Naturgefahren in der Raumplanung“	Grubenseen und Fellbach	<p>Mehrere teils mächtige Murgänge in Vergangenheit. Sogar Saaservispa an anderen Dorfrand verlagert. 1957 oder 1958 Schäden mit zerstörtem Haus, 1968 Flutwelle vom Grubengletscher, 400'000 m³ abgelagertem Schutt, enorme Kulturschäden. 1970 Ortsteil „Bodu“ überschwemmt, > 100'000 m³ Schutt abgelagert. Auslösung: Schmelzprozesse, nicht Starkniederschläge! → Temperaturgesteuert → Permafrostdegradation (partiell).</p> <p>Massnahmen: Schutzkonzept, um Flutwellen zu verhindern, d.h. Verstärkung der Dämme an den Periglazialseen, Verringerung Seevolumina, Keileinschnitte für kontrollierte Entleerung. Murgänge können sich aber auch <u>ohne</u> Ausbrüche der Gletscherrandseen ereignen.</p>
dito	Lammugrabu und Biderbach	<p>Auch hier 1993 Schäden durch Murgänge. Schutzdämme und Sammler bereits erstellt oder projektiert. Im obersten Teil „Teiffe Grabu“ existiert ein zerfallener (reliktischer oder inaktiver) Blockgletscher mit klaren Erosionsspuren.</p>
dito	Lawinen	<p>15 Schadenlawinen auf dem Gemeindegebiet (SLF, 1997). Hauptlawinenzüge:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Möäslowina — Lammugrabu — Steinschlagwald — Biderbach — Teiffe Grabu — Fellbach — Hollerbiel — Üsser Bächji — Chälilawine — Sunegge <p>In Chroniken nur selten Todesopfer vermerkt. Meist Kantonsstrasse und nur in Ausnahmefällen Siedlungsgebiet tangiert. Lammugrabe wird durch Schutzbauwerke kontrolliert. Am Teiffe Grabu waren 1989 Autos mitgerissen worden. Diverse Arbeiten ab 1990.</p>
dito	Hochwasser und Überschwemmungen	<p>HW in Saaservispa 1987, 1993 und 1994. Katastrophe aber nur 1993. Westteil Dorf überflutet, mind. HQ100. Brückenquerschnitte deutlich zu klein dimensioniert. Mattmarksee dämpfte Hochwasserspitze massgeblich. Mehrere Vorschläge für Erhöhung der Abflusskapazität des Gerinnes und Vergrösserung des Schluckvermögens der Dorfbrücke.</p>
dito	Felssturz- und Steinschlag	<p>Diverse Stellen mit Gefährdungen:</p> <p>SE-Dorfteil: Seit Jahrhunderten gefährdet. Schäden letztmals im Teiffe Grabu 1989 (Stand 1998). Deshalb neue Auffang- und Ablenkdamme Teiffe Grabu und Hollerbiel sowie aktive Massnahmen im Hang. Im Lammugrabu früher praktisch jährlich Ereignisse mit Steinschlag bis auf Kantonsstrasse. Neu besteht ein Damm, der Steinschlag, Lawinen sowie Murgänge aufhalten soll.</p> <p>Schild: Verschiedene Steinschlagereignisse (1959, 1961, 1964, 1993). Selten Gebäude getroffen. Grösste Gefahr: potenzieller Felssturz (80'000 m³,</p>

		CRFSA 1993).
dito	Bergstürze	Ebenfalls im Bereich Schilt können sich 1 bis 3 Mio. m ³ lösen. Eintretenswahrscheinlichkeit wird als sehr gering eingestuft (CRSFA 1993).
dito	Gletscherstürze	Potentielle Gefahr Bidergletscher, aber nur bei erneutem Wachstum. Die Gefahr wird sich somit durch die Klimaveränderung mit höheren Temperaturen verringern.
dito	Rutschungen (permanent)	Tiefgründige Rutschung Schilt, ist auch für Sturzprozesse verantwortlich. Rutschungen Sperrwurze und Sengg-Flüe betreffen Siedlungsgebiet nicht.
dito	Naturgefahren unter veränderten klimat. Bedingungen	<p>Primär Probleme wegen Permafrostdegradation (→ Fellbach). Sorgfältige Beobachtung und Überwachung notwendig. Nur so kann Risiko für Gebiet Fellmatten eingedämmt werden.</p> <p>Murgänge ohne Seeausbrüche Grubengletscher. Veränderte Viskosität der Murgänge erwartet (mehr Geschiebeanteil, da reduzierter Wasseranteil). Ausbrüche aus Gerinne im Gebiet Fellmatten erwartet. Siedlungsgebiet kann tangiert werden.</p> <p>Murgänge aus Teiffe Grabu infolge zerfallenden Blockgletschers → müssen näher untersucht werden!</p> <p>Für Lawinen werden kaum Veränderungen erwartet → GK von Burkard 1996 gilt nach wie vor, auch bei Klimaänderung.</p> <p>Für Überflutung/Hochwasser ist unklar, ob Häufung der Ereignisse in den 1980er und 1990er-Jahren auf Klimaänderung zurückzuführen ist. Gemäss Autoren soll infolge dieser Unsicherheiten das Gerinne der Saaservispa hohen Ansprüchen genügen.</p> <p>Steinschlag und Felssturzgebiete Teiffe Grabu, Schilt und Lammgrabu: kaum Veränderungen erwartet; möglicherweise zeitliche Verschiebung der Steinschlag-Aktivität.</p> <p>Felssturz Schilt: Vermutung, dass veränderte Klimabedingungen die Desintegration des Felspaketes verstärken können.</p> <p>Kein Zusammenhang zwischen Klimaänderung und Bergsturzgefahr.</p> <p>Gletscherstürze: Situation habe sich beruhigt für Saas-Balen und Bidergletscher, Entwicklung sei aber unklar.</p> <p>Tiefgründige Felsrutschung Schilt: evtl. neue Krisen erwartet infolge veränderter klimat. Bedingungen.</p>
Hunziker, Zarn und Partner AG, 2010	Bericht „Gefahrenanalyse Biderbach “ ENTWURF Mai 2010	<p>Problematik Mündung Biderbach in Saaservispa untersucht (Geschiebeeintrag durch Murgänge) und damit verbundene mögliche Verklausungen der Vispa mit einhergehender Überflutungsgefahr des Gebietes Talmatten sowie der Gefahr einer Flutwelle und Gefährdung des Dorfes Saas-Balen. HZP rechnen mit Verstopfungen und einhergehenden Überflutungen. Es wird ein technischer Bericht von Geoplan zitiert:</p> <p>Zitat Seiler Jules, Geoplan AG: „<i>Wie die dokumentierten Ereignisse gezeigt haben, ist der Biderbach murffähig. Murgänge können durch Starkniederschläge, Wassertaschen- oder Gletscherseeausbrüche ausgelöst werden. Solche Murgänge können bis in die Vispa gelangen und diese, wie die Ereignisse gezeigt haben, verklausen. Dies kann zu einem Rückstau und einer anschliessenden Flutwelle in der Vispa führen.</i>“</p> <p>„<i>Da im Zuge des Klimawandels in den nächsten Jahrzehnten mit einem drastischen Rückzug des Bidergletschers und</i></p>

einem markanten Anstieg der Permafrostgrenze zu rechnen ist, ist im Einzugsgebiet des Biderbachs in Zukunft vermehrt mit Murgangereignissen zu rechnen.“

Hunziker, Zarn und Partner AG, 2010	Gemeinden Saas-Almagell, Saas-Grund, Saas-Balen und Saas-Fee, Geschiebehaushalt Saastal (2003)	<p>Nach den grossen Hochwassern in den Jahren 1993 und 1994 wurde die Saaser Vispa zwischen Zer Meigern und Saas-Balen umfassend saniert. Das Hochwasser 2000 zeigte, dass die Sohle der Vispa aber nicht überall stabil ist. In verschiedenen Abschnitten wurden sowohl Auflandungen als auch Erosionen festgestellt. Wegen dieser morphologischen Prozesse wird langfristig eine Gefährdung der Hochwassersicherheit befürchtet.</p> <p>Die Untersuchungen zeigen, dass entlang der Vispa charakteristische Auflandungs- und Erosionszonen bestehen. Die Auflandungen treten unterhalb der Mündung der Seitenbäche und an Stellen, bei welchen eine Abnahme im Längsgefälle der Vispa vorhanden ist, auf. Massive Auflandungen, welche die Hochwassersicherheit beeinträchtigen, sind vor allem im Kegelbereich der Fee Vispa zu erwarten. Erosionen treten in den engen Abschnitten im Dorfbereich von Saas-Grund und Saas-Balen auf. Bei einem reduzierten Geschiebeeintrag aus den Seitenbächen ist unterhalb deren Mündung auch mit einer Erosionstendenz zu rechnen. Es werden insgesamt 9 Massnahmen, bestehend aus der Überwachung der Sohlenlagen, Baggerungen im Gerinne, Bau eines Geschiebeablageplatzes sowie sohlenstabilisierenden Massnahmen auf Stufe Konzept mit unterschiedlichen Prioritätsstufen vorgeschlagen.</p>
-------------------------------------	---	--

Tabelle 10: Bestehende Gefahrengutachten.

A-3.2 Kartenmaterial des Teilprojekts Siedlungen und Infrastrukturen

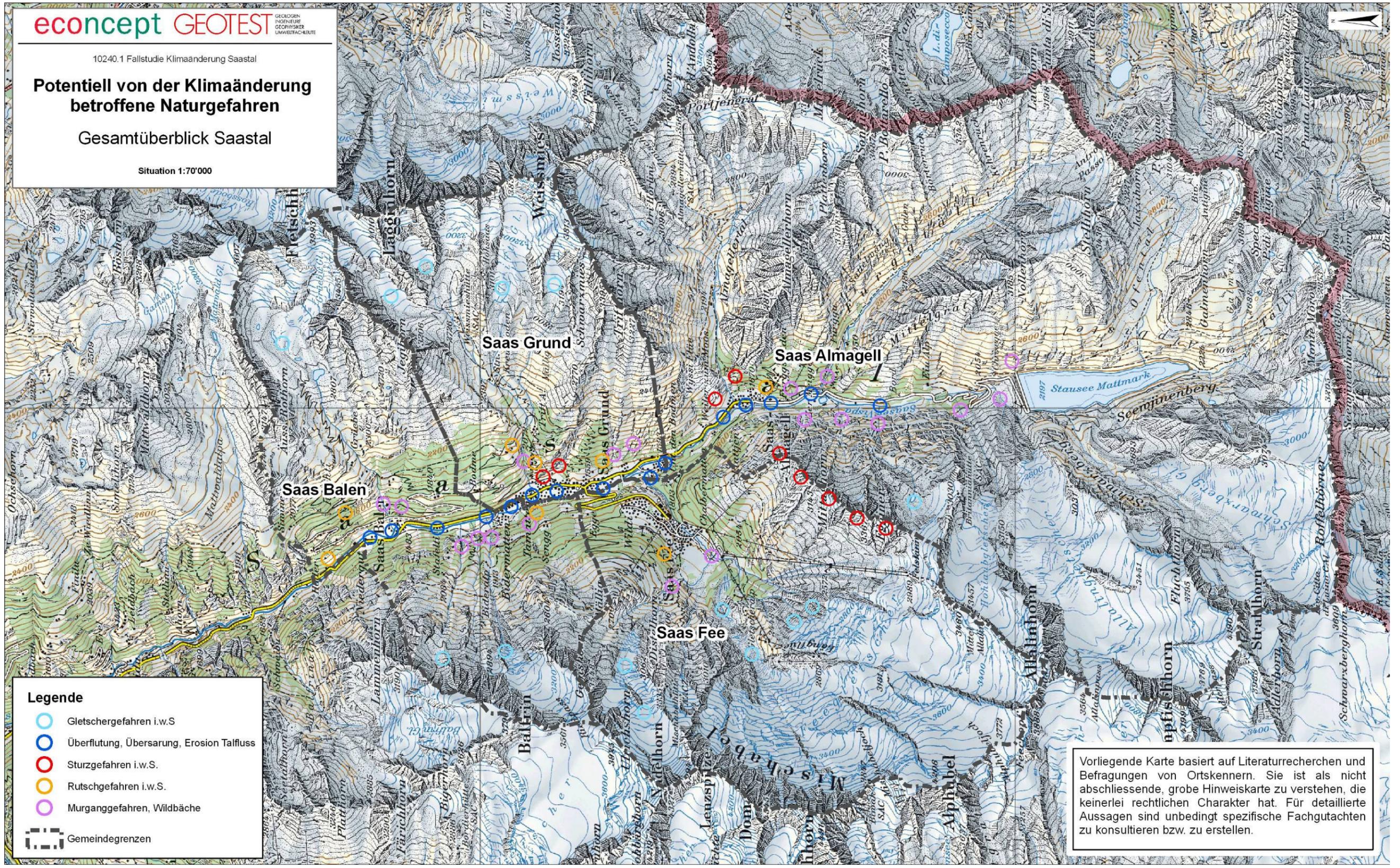
Nachfolgend werden die Karten zur Naturgefahrensituation und zur Einschätzung der zukünftigen Entwicklung gezeigt:

- 1 Übersichtskarte mit den potenziell von der Klimaänderung betroffenen Gefahrenstellen als Grundlagen für den Handlungsbedarf
- 4 Karten mit Darstellung der aktuellen Naturgefahren und der potenziellen Entwicklung in den einzelnen Gemeinden des Saastals.

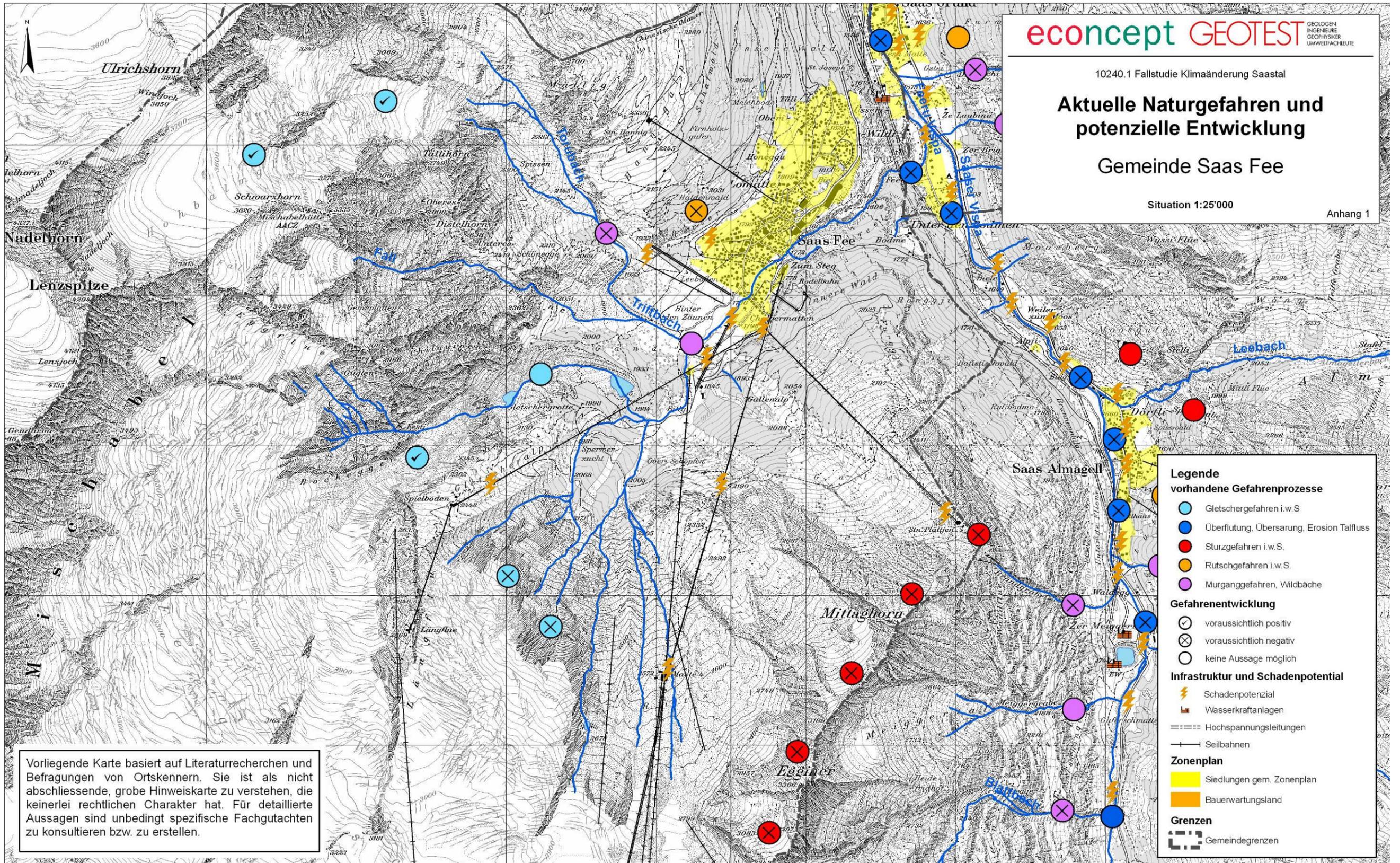
**Potentiell von der Klimaänderung
betroffene Naturgefahren**

Gesamtüberblick Saastal

Situation 1:70'000



Vorliegende Karte basiert auf Literaturrecherchen und Befragungen von Ortskennern. Sie ist als nicht abschliessende, grobe Hinweiskarte zu verstehen, die keinerlei rechtlichen Charakter hat. Für detaillierte Aussagen sind unbedingt spezifische Fachgutachten zu konsultieren bzw. zu erstellen.



econcept GEOTEST GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

10240.1 Fallstudie Klimaänderung Saastal

**Aktuelle Naturgefahren und
potenzielle Entwicklung**

Gemeinde Saas Fee

Situation 1:25'000

Anhang 1

Vorliegende Karte basiert auf Literaturrecherchen und Befragungen von Ortskennern. Sie ist als nicht abschliessende, grobe Hinweiskarte zu verstehen, die keinerlei rechtlichen Charakter hat. Für detaillierte Aussagen sind unbedingt spezifische Fachgutachten zu konsultieren bzw. zu erstellen.

Legende

vorhandene Gefahrenprozesse

- Gletschergefahren i.w.S.
- Überflutung, Übersarung, Erosion Talfluss
- Sturzgefahren i.w.S.
- Rutschgefahren i.w.S.
- Murganggefahren, Wildbäche

Gefahrenentwicklung

- ⊙ voraussichtlich positiv
- ⊗ voraussichtlich negativ
- keine Aussage möglich

Infrastruktur und Schadenpotential

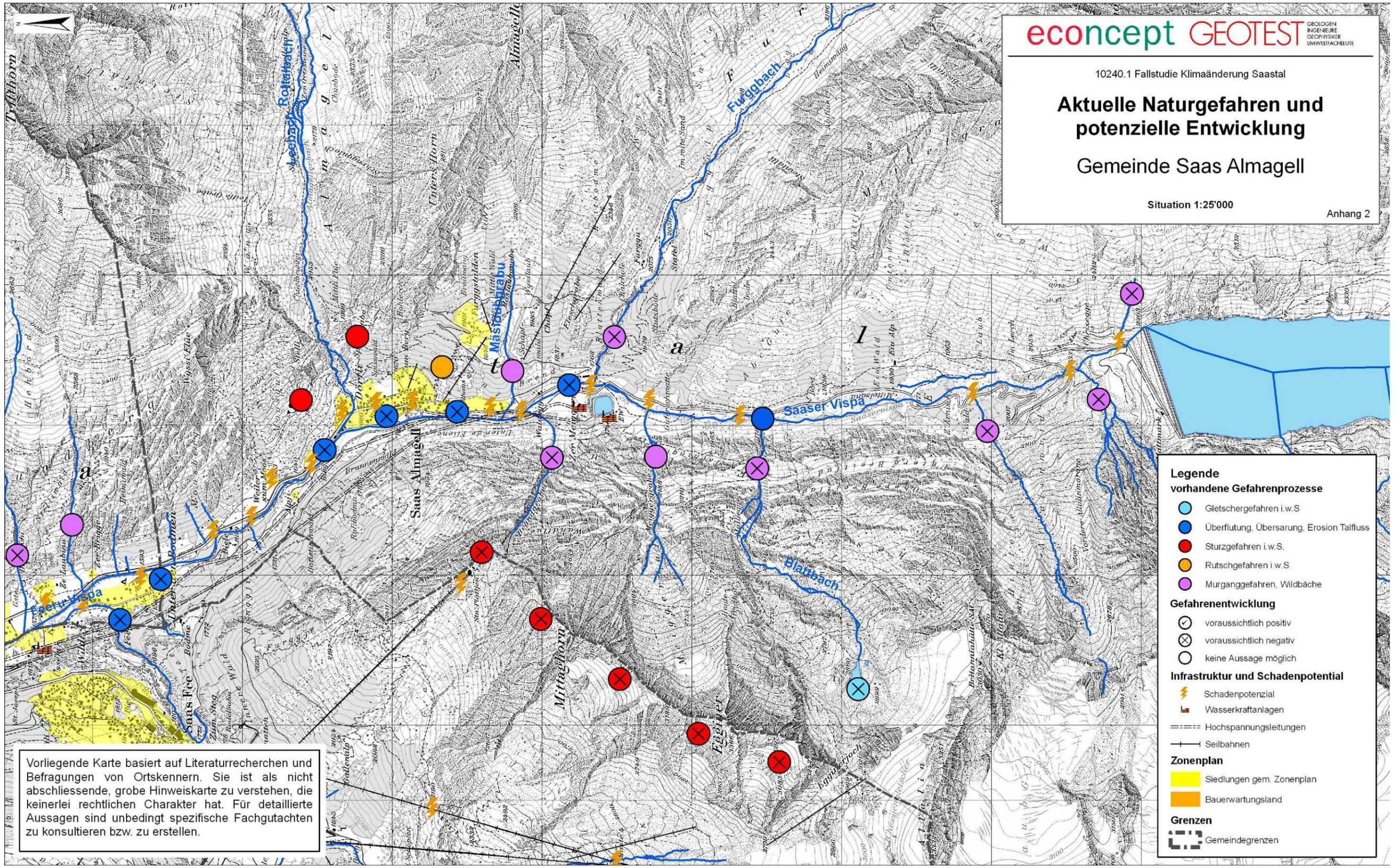
- ⚡ Schadenpotential
- ⚡ Wasserkraftanlagen
- ⚡ Hochspannungsleitungen
- ⚡ Seilbahnen

Zonenplan

- 🟡 Siedlungen gem. Zonenplan
- 🟠 Bauerwartungsland

Grenzen

- ⬜ Gemeindegrenzen



econcept GEOTEST GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

10240.1 Fallstudie Klimaänderung Saastal

**Aktuelle Naturgefahren und
potenzielle Entwicklung**

Gemeinde Saas Almagell

Situation 1:25'000

Anhang 2

Vorliegende Karte basiert auf Literaturrecherchen und Befragungen von Ortskennern. Sie ist als nicht abschliessende, grobe Hinweiskarte zu verstehen, die keinerlei rechtlichen Charakter hat. Für detaillierte Aussagen sind unbedingt spezifische Fachgutachten zu konsultieren bzw. zu erstellen.

- Legende**
- vorhandene Gefahrenprozesse**
- Gletschergefahren i.w.S.
 - Überflutung, Übersarung, Erosion Talfluss
 - Sturzgefahren i.w.S.
 - Rutschgefahren i.w.S.
 - Murganggefahren, Wildbäche
- Gefahrenentwicklung**
- voraussichtlich positiv
 - ⊗ voraussichtlich negativ
 - keine Aussage möglich
- Infrastruktur und Schadenpotential**
- ⚡ Schadenpotential
 - ⌚ Wasserkraftanlagen
 - Hochspannungsleitungen
 - |— Seilbahnen
- Zonenplan**
- Siedlungen gem. Zonenplan
 - Bauerwartungsland
- Grenzen**
- Gemeindegrenzen

Vorliegende Karte basiert auf Literaturrecherchen und Befragungen von Ortskennern. Sie ist als nicht abschliessende, grobe Hinweiskarte zu verstehen, die keinerlei rechtlichen Charakter hat. Für detaillierte Aussagen sind unbedingt spezifische Fachgutachten zu konsultieren bzw. zu erstellen.

econcept GEOTEST GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

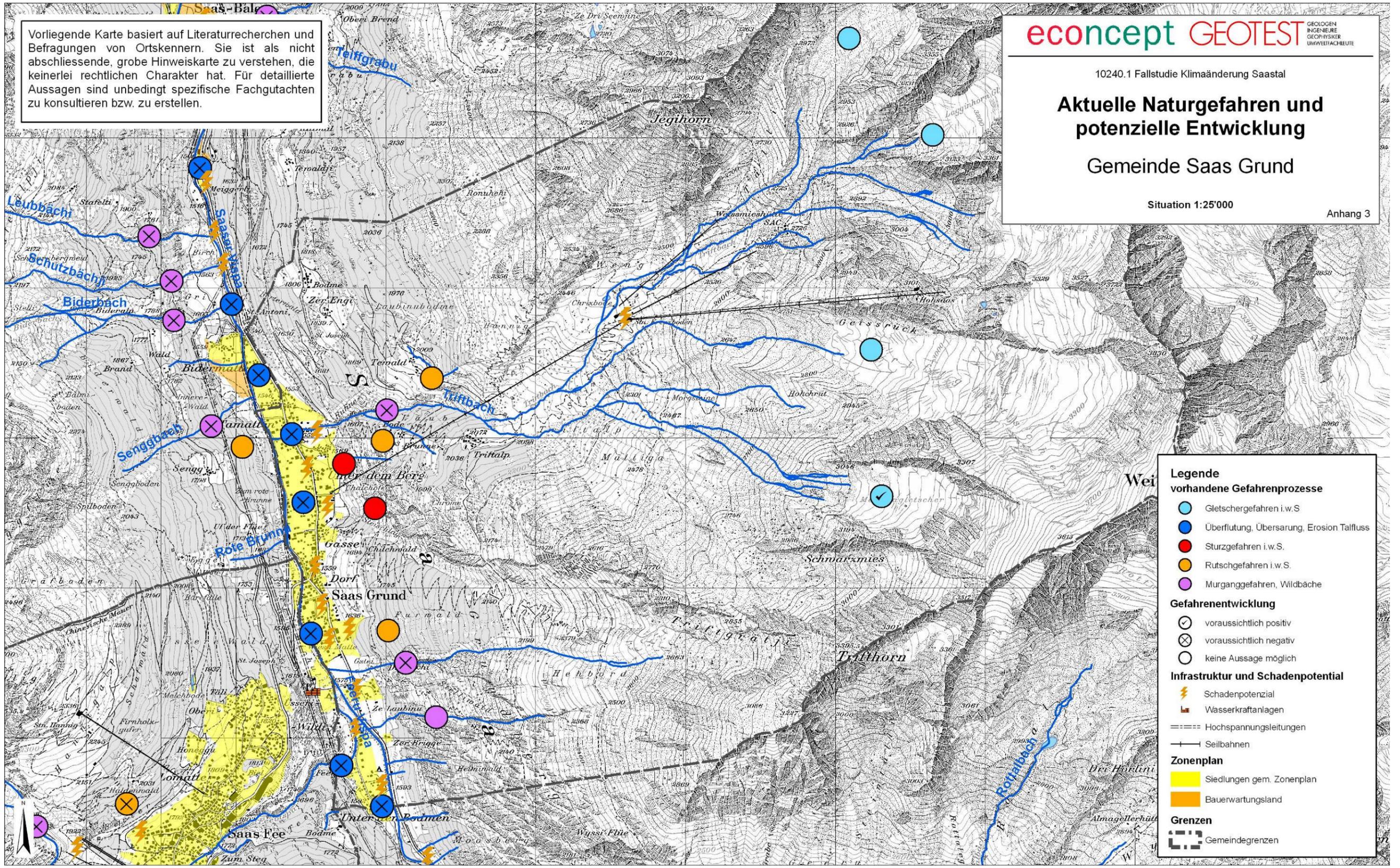
10240.1 Fallstudie Klimaänderung Saastal

Aktuelle Naturgefahren und potenzielle Entwicklung

Gemeinde Saas Grund

Situation 1:25'000

Anhang 3



Legende

vorhandene Gefahrenprozesse

- ⊙ Gletschergefahren i.w.S.
- ⊕ Überflutung, Übersarung, Erosion Talfluss
- Sturzgefahren i.w.S.
- Rutschgefahren i.w.S.
- ⊗ Murganggefahren, Wildbäche

Gefahrenentwicklung

- ⊙ voraussichtlich positiv
- ⊗ voraussichtlich negativ
- keine Aussage möglich

Infrastruktur und Schadenpotential

- ⚡ Schadenpotential
- ⌚ Wasserkraftanlagen
- ⚡ Hochspannungsleitungen
- ⚡ Seilbahnen

Zonenplan

- Siedlungen gem. Zonenplan
- Bauerwartungsland

Grenzen

- ⊞ Gemeindegrenzen

Vorliegende Karte basiert auf Literaturrecherchen und Befragungen von Ortskennern. Sie ist als nicht abschliessende, grobe Hinweiskarte zu verstehen, die keinerlei rechtlichen Charakter hat. Für detaillierte Aussagen sind unbedingt spezifische Fachgutachten zu konsultieren bzw. zu erstellen.

econcept GEOTEST GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

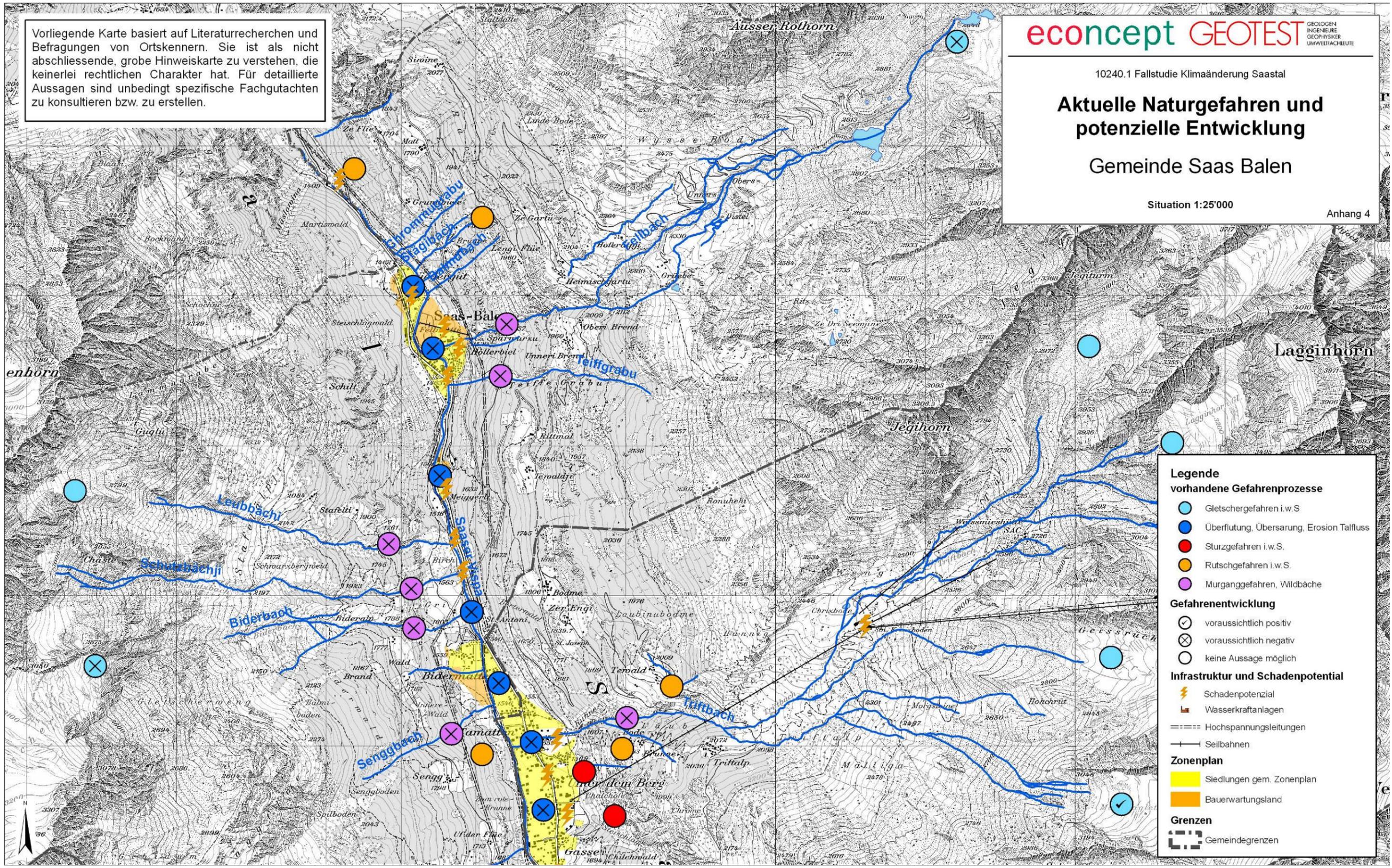
10240.1 Fallstudie Klimaänderung Saastal

Aktuelle Naturgefahren und potenzielle Entwicklung

Gemeinde Saas Balen

Situation 1:25'000

Anhang 4



Legende

vorhandene Gefahrenprozesse

- Gletschergefahren i.w.S.
- Überflutung, Übersarung, Erosion Talfluss
- Sturzgefahren i.w.S.
- Rutschgefahren i.w.S.
- Murganggefahren, Wildbäche

Gefahrenentwicklung

- ⊕ voraussichtlich positiv
- ⊗ voraussichtlich negativ
- keine Aussage möglich

Infrastruktur und Schadenpotential

- ⚡ Schadenpotential
- ⚡ Wasserkraftanlagen
- ⚡ Hochspannungsleitungen
- ⚡ Seilbahnen

Zonenplan

- Siedlungen gem. Zonenplan
- Bauerwartungsland

Grenzen

- ⊞ Gemeindegrenzen

A-4 Teilprojekt Biodiversität

A-4.1 Glossar

ESPON:	ESPON ist ein Forschungsnetzwerk dem 29 europäische Staaten angehören. Es wurde 2002 durch die Europäische Kommission gegründet zur Beobachtung der europäischen Raumentwicklung.
Evapotranspiration:	Evapotranspiration ist die Summe der Verdunstung aus der Bodenoberfläche und aus der Vegetation. Die potentielle Evapotranspiration ist die maximale Verdunstungshöhe, die bei ausreichender Wasserversorgung erreicht werden kann.
Habitat:	Unter einem Habitat wird in der Biologie ein charakteristischer Wohn- oder Standort verstanden, den eine Art besiedelt.
Interzeptionsverluste:	Verdunstung der Niederschläge direkt aus den Baumkronen
Lapse rates:	Die lapse rates sind Temperaturgradienten in der Atmosphäre und beschreiben die Abhängigkeit der Temperatur vom Abstand von der Erdoberfläche.
Plastizität:	Die Plastizität ist das ökologische Anpassungspotential eines Ökosystems oder einer Population an veränderte Umweltbedingungen.
Ökosystem:	Ein Ökosystem umfasst die Gesamtheit der Lebewesen mitsamt ihrem Lebensraum.
Ökosystemleistung:	Leistungen der Ökosysteme zugunsten der Menschen. Diese Leistungen umfassen wirtschaftliche Versorgungsleistungen (z.B. Trinkwasser), regulierende Sicherheitsleistungen (z.B. Erosionsschutz), kulturelle Leistungen (z.B. vielfältige Landschaften) und unterstützende Leistungen (z.B. Sauerstoffproduktion).

A-4.2 Analogieregion

Methodik zur Ermittlung der Analogieregion

- 1. Suche einer Analogieregion mit dem zukünftigen Klima des Saastals:** Mit dem Ansatz einer Analogie-Studie zur Abschätzung der Auswirkungen der Klimaänderung auf die Ökosysteme werden Regionen gesucht, die bereits heute das Klima aufweisen, welches für das Saastal im Jahr 2050 als Extremszenario prognostiziert wird und

eine ähnliche Höhenlage aufweisen wie das Saastal – also eine Bergregion. Die Suche wird auf Regionen mit kontinentalem Klima in Europa beschränkt. Die Überlegung dabei ist, dass in diesen Regionen eine Vegetation vorherrscht, deren Ansiedlung auch im Saastal – mit dem entsprechenden Klima – möglich wäre. Eine direkte Übertragung aus der Analogieregion ist nicht möglich, da die Vegetationsgeschichte, die Landnutzungsgeschichte und allenfalls die geologischen Bedingungen zu unterschiedlich sind. Jedoch lassen sich aus der Analogieregion Trends ableiten, die durch aktuelle Forschungsergebnisse und Modellierungen ergänzt werden.

2. **Analogieregion:** Mit Hilfe digitaler Klimakarten (World Clim: <http://www.worldclim.org/>) können solche Regionen in Europa identifiziert werden. Die Region, bei der bis zu 11 von 13 definierten Klimavariablen mit dem "Szenario Saastal 2070" übereinstimmen, liegt im Grenzgebiet Bulgarien/Serbien/Mazedonien. In dieser gebirgigen Gegend gibt es Berge bis etwas über 2000 m Höhe. Der Höhe von 1'650 m im Saastal entsprechen ungefähr 1'200 m in diesem Gebiet. Die Eckpunkte der identifizierten Region liegen in Bulgarien bei Kyustendil, in Serbien bei Bosilegrad und in Mazedonien bei Kriva Palanka. In dieser Gegend befindet sich das Osogovo Gebirge.
3. **Beschaffung von Vegetationsdaten und weiteren relevanten Daten der Analogieregion:** Mittels Kontakten zu nationalen und regionalen Organisationen in Bulgarien, Mazedonien und Griechenland sowie einer Internet- und Literaturrecherche werden Informationen und Daten über die Vegetation (Pflanzengesellschaften, Vegetationstypen, Kartierungen, Waldgesellschaften, etc.) und übrige Merkmale dieser Region (Landnutzung, Bodenbeschaffenheit, Exposition etc.) beschafft.

Detailergebnisse zur Analogieregion

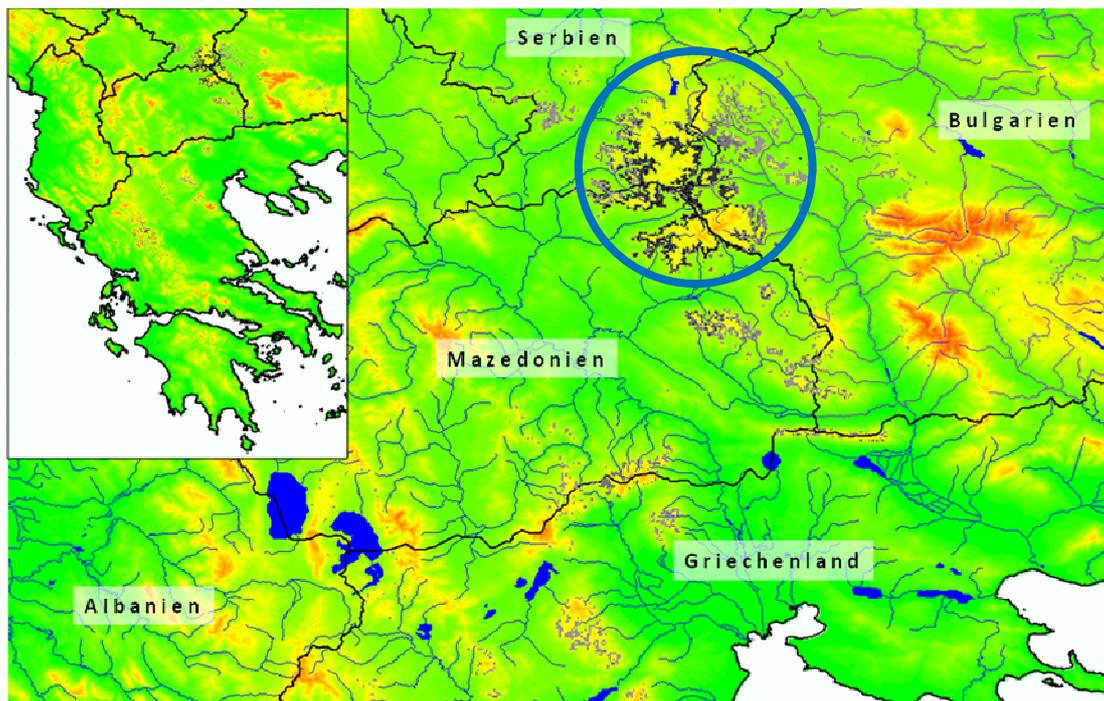
Aus den Klimadaten der Wetterstation Zermatt wurden mittels der OcCC-Szenarien die monatlichen Niederschläge, sowie die durchschnittlichen Höchst- und Mindesttemperaturen für das Jahr 2050 und 2070 berechnet. Basierend auf diesen Werten wurden im Programm DIVA-GIS (v. 7.1.7.2) 19 bioklimatische Variablen hergeleitet.

Für die Berechnung der bioklimatischen Variablen sind Minimumtemperatur, Maximumtemperatur und der Niederschlag pro Monat ausschlaggebend. Diese Angaben sind für das aktuelle Klima vorhanden. Für die Berechnung wurde angenommen, dass bei einem Anstieg der Durchschnitttemperatur um 2 Grad sich auch die Minimal- resp. Maximaltemperatur um 2 Grad erhöht. Der Vergleich der Klimadiagramme und die Beschreibungen des Klimas dieser Regionen decken sich ungefähr mit den Berechnungen, sind aber wesentlich unpräziser. Mit diesen Annahmen lassen sich die bioklimatischen Variablen berechnen. Davon werden die folgenden 13 Variablen für die Analyse verwendet:

Bioklimatischer Indikator	Berechnung
Jährliche Durchschnittstemperatur	Mittel der monatlichen Durchschnittstemperaturen
Min. Temperatur des kältesten Monats	
Max. Temperatur des wärmsten Monats	
Jährliche Temperaturschwankungen	Differenz zwischen der Maximaltemperatur des wärmsten Monats und Minimaltemperatur des kältesten Monats
Isothermalität	Mittel der monatlichen Temperaturdifferenz zwischen dem Temperaturminimum und -maximum / jährliche Temperaturschwankungen
Durchschnittstemperatur des trockensten Quartals	Durchschnittstemperatur der drei trockensten aufeinanderfolgenden Monate
Durchschnittstemperatur des kältesten Quartals	Durchschnittstemperatur der drei kältesten aufeinanderfolgenden Monate
Durchschnittstemperatur des wärmsten Quartals	Durchschnittstemperatur der drei wärmsten aufeinanderfolgenden Monate
Niederschlag im trockensten Monat	
Niederschlag im trockensten Quartal	Summe der Niederschläge der drei trockensten aufeinanderfolgenden Monate
Niederschlag im kältesten Quartal	Summe der Niederschläge der drei kältesten aufeinanderfolgenden Monate
Niederschlag im feuchtesten Quartal	Durchschnittstemperatur der drei niederschlagsreichsten aufeinanderfolgenden Monate
Niederschlag im wärmsten Quartal	Durchschnittstemperatur der drei wärmsten aufeinanderfolgenden Monate

Tabelle 11: Bioklimatische Variablen für die Bestimmung der Regionen

Anschliessend wurden in den World Clim-Daten Regionen gesucht, in welchen die zukünftigen bioklimatischen Variablen bereits im heute herrschenden Klima vorkommen. Dabei konnten für das Jahr 2070 zwei Regionen ausgemacht werden, wo teilweise über zehn Variablen übereinstimmen. Die Resultate sind in Figur 11 dargestellt.



Figur 11: Karte der Analogieregion im südwestlichen Balkan (je dunkler die Punkte, desto besser die Übereinstimmung mit Extremszenario 2050, im Kreis befindet sich die Analogie-Region)

Die gleiche Analyse mit dem Klimaszenario 2050 führte zu Treffern in denselben Regionen. Im Pirin-Gebirge in Bulgarien und in den französischen Alpen um Grenoble konnten zusätzliche Gebiete identifiziert werden. Im Allgemeinen muss aber angemerkt werden, dass für das Szenario 2050 weniger bioklimatische Variablen übereinstimmten als für Szenario Jahr 2070.

Auf die Analyse der klimatischen Situation für das Jahr 2030 wird verzichtet, da die Veränderungen gegenüber der aktuellen Situation verhältnismässig gering sind. Insbesondere kann davon ausgegangen werden, dass in sämtlichen Flächen, in denen für das Jahr 2050 keine massgeblichen Veränderungen zu erwarten sind, auch im Jahr 2030 keine Probleme zu erwarten sind. Daher erscheint eine Konzentration auf das Jahr 2050 und insbesondere auf das definierte Extremszenario (Szenario 2070) sinnvoll.

Analogieregion im Grenzgebiet Serbien, Mazedonien und Bulgarien

Für das gewählte Klimaszenario des Saastals bringt die Analyse die beste Übereinstimmung mit den Gebirgen in Südosteuropa. Bis zu elf der dreizehn verwendeten bioklimatischen Variablen stimmen einerseits im Dreiländereck Serbien, Mazedonien und Bulgarien und andererseits im Pindus-Gebirge bei Trikala überein. In letzterem dominieren Dolomit und Kalkstein als geologische Unterlage, während die geologischen Formationen im Dreiländereck wesentlich besser mit den Verhältnissen im Saastal übereinstimmen. Ein Vergleich mit den wichtigsten Baumarten, die im Gebiet vorkommen, zeigt, dass die floristischen Unterschiede zwischen dem Dreiländereck Serbien, Mazedonien und Bulga-

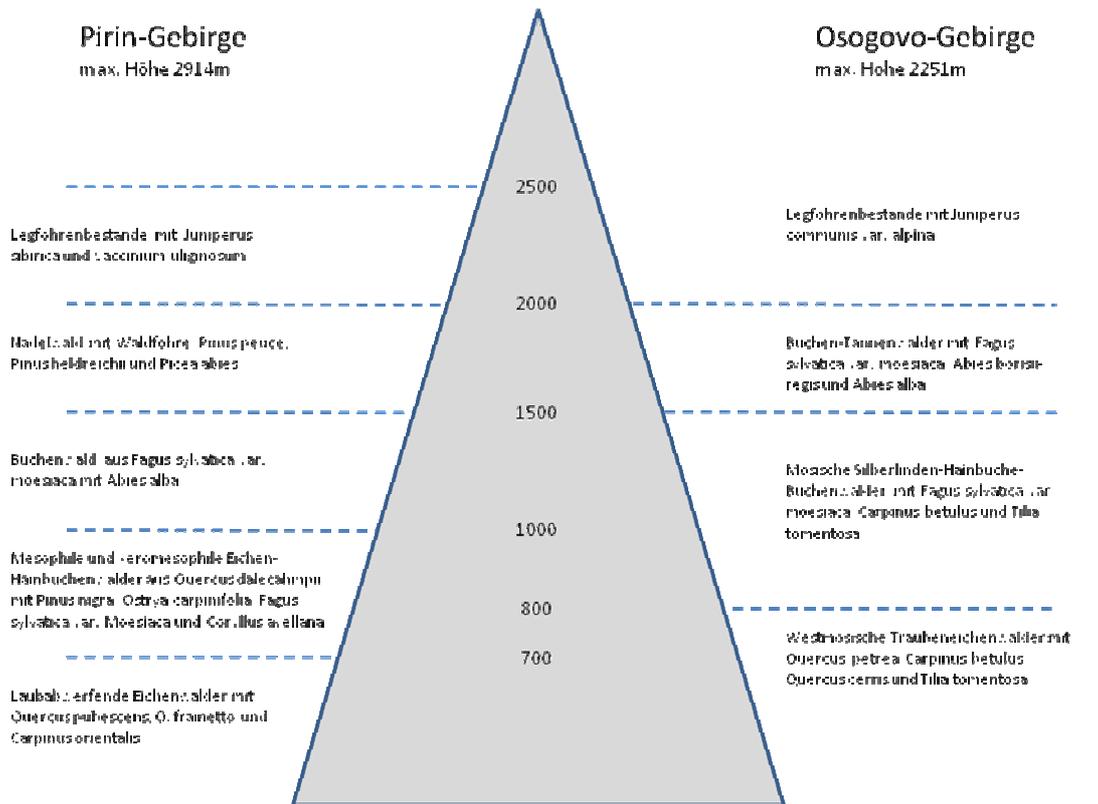
rien und dem Saastal kleiner sind als jene zwischen dem Pindus-Gebirge und dem Saastal. Aus diesem Grund, sowie aufgrund der grösseren Anzahl übereinstimmender Raster-Punkte, ist somit die Grenzregion Bulgarien / Mazedonien /Serbien als Analogie-region besser geeignet, obwohl die Höhe des Pindus-Gebirge der Berglage des Saastals näher kommt. In der ausgewählten Analogieregion befinden sich das Osogovo-Gebirge auf der mazedonisch-bulgarischen Grenze, sowie die Berge Dukat und Besna Kobila in Serbien.

Dreiländereck Bulgarien / Mazedonien / Serbien	Griechenland, Pindus-Gebirge
– <i>Abies alba</i>	– <i>Abies borisii-regis</i>
– <i>Fagus sylvatica</i> var. <i>moesiaca</i>	– <i>Abies cephalonica</i>
– <i>Fagus orientalis</i>	– <i>Fagus sylvatica</i> var. <i>moesiaca</i>
– <i>Pinus brutia</i>	– <i>Pinus leucodermis</i>
– <i>Picea abies</i>	– <i>Pinus nigra</i>
– <i>Pinus sylvestris</i>	– <i>Platanus orientalis</i>
– <i>Pinus nigra</i>	– <i>Quercus pubescens</i>
– <i>Quercus pubescens</i>	– <i>Quercus petraea</i>
– <i>Quercus petraea</i>	– <i>Quercus frainetto</i>
– <i>Quercus robur</i>	– <i>Quercus robur</i>

Tabelle 12: Baumarten gemäss Köble R. and Seufert G. (2001)² in den beiden Regionen.

Das Klima im Saastal ist aufgrund der geschützten Lage durch die hohen Berge kontinental geprägt, was der Hauptgrund ist, weshalb in Zukunft keine klimatische Verschiebung in Richtung Mittelmeer zu erwarten ist. Diese kontinentale Prägung des Klimas findet sich auch im Klima der Balkanhalbinsel in unserer Analogie-Region östlich des ersten Gebirgszugs. Neben dem Klima und dem Boden ist die Landnutzung ein dritter wichtiger prägender Faktor der Vegetation.

² Köble R. and Seufert G. (2001): Novel maps for forest tree species in Europe. Proceedings of the 8th European Symposium on the Physico-Chemical Behaviour of Air Pollutants: "A Changing Atmosphere!", Torino (It) 17-20 September 2001.



Figur 12: Höhenverbreitung von Wäldern in den Analogieregionen.

Bei den Vegetationstypen in der Analogieregion fällt insbesondere auf, dass vielerorts die Buche in die subalpine Stufe aufsteigt und die Waldgrenze bildet. Dabei handelt es sich aber um eine andere Unterart der auch in der Schweiz verbreiteten Rotbuche, nämlich *Fagus sylvatica* var. *moesiaca*. Weiter fällt im Vergleich mit dem Wallis auf, dass Arve und Lärche in der Untersuchungsregion fehlen und andererseits mit der König-Borstanne (*Abies borisii-regis*), der Schwarzföhre (*Pinus nigra*) und der mazedonischen Föhre (*Pinus peuce*) in der Schweiz nicht natürlich vorkommende Baumarten vertreten sind. Aufgrund der (post-)glazialen Vegetationsgeschichte ist anzunehmen, dass Lärche und Arve nie in dieser Region wuchsen. Ihr Fehlen hat also nicht zwingend klimatische Ursachen. Die Refugien während der Eiszeit für Lärche und Arve befanden sich ausserhalb der Analogieregion und sie sind anschliessend im Gegensatz zum Wallis dort nicht eingewandert. Vertiefte Pollenanalysen in der Osogovo-Region könnten diese These überprüfen.

A-4.3 Vegetationstypen des Saastals

Ökosystem		Vegetationstyp gemäss elektronischem Hegg-Atlas
1	Lärchenwald	Rhododendro-Laricetum
2	Lärchen-Arvenwald	Rhododendro-Cembretum
3	Fichtenwald	Vaccinio-Piceion Melico-Piceion
4	Hauhechel-Föhrenwald	Ononido-Pinion
5	Bergföhrenwald	Rhododendro-Mugetum arboreae
6	Zwergstrauchheiden	Salicetum helveticae Loiseleurio-Vaccinion Rhododendro-Vaccinion Juniperion nanae Juniperetum sabiniae
7	Auenrasen/Alluvionen	Epilobion fleischeri Agropyro-Rumicon
8	(subalpine) Auenwälder	Salicion pentandraea Salicion albae Alnion incanae
9	Halbtrockenrasen	Mesobromion
10	Schwingelrasen	Stipo-Poion xerophilae
11	Alpweiden	Poion alpinae
12	Fettwiesen	Arrhenatherion Polygono-Trisetion
13	Trockenrasen	
14	Flachmoore	Caricion canescenti-fusca Caricion bicolori atrofuscae Caricion davallinae
15	alpine Rasen	Oxytropido-Elynion Seslerion coeruleae Caricion curvulae Festucion variae Caricion sempervirentis Nardion
16	Hochstaudenfluren	Adenostyilion alliarieae
17	Hochgrasfluren	Calamagrostion
18	Felsvegetation	Potentillion caulescentis Androsacion vandellii Drabo-Seslerion Sedo-Scleranthion
19	Schuttvegetation	Thlaspion rotundifolii Petasition paradoxii Androsacion alpinae
20	Quellfluren	Cardamino-Montion Cratoneurion
21	Schneetälchenvegetation	Salicion herbaceae Arabidion coeruleae
22	Ruderalvegetation	Onopordion
23	Lägergesellschaften	Rumicion alpini
24	Strauchgesellschaften	Berberidion

Tabelle 13: In der Untersuchungsregion vorkommenden Vegetationstypen (Klassifizierung nach Hegg).

A-4.4 Qualitative Erfassung einzelner Vegetationstypen des Saastals

Die folgende Einschätzung basiert auf Angaben zur Ökologie und Gefährdung aus Delarze, Gonseth, Galland: Lebensräume der Schweiz (1999). Die Klassifizierung ist nicht 100% deckungsgleich mit dem Hegg-Atlas. Die Aufzählung ist als qualitative Erfassung zu einzelnen Vegetationstypen zu verstehen, welche in die spätere Analyse zu den Auswirkungen eingeflossen ist.

Ononido-Pinion: Potentieller Gewinner in Waldgebieten die trockener werden. Touristisch attraktiv, aber gefährdet durch Erholungsdruck

Alnion-incanae: Muss erhalten bleiben, Wasserdynamik erhalten

Salicion pentandrae: Muss erhalten bleiben, Wasserdynamik zu erhalten.

Juniperetum sabinae: Weiterer potentieller Gewinner der Klimaveränderung. Ist in der Analogieregion über der Waldgrenze die dominante Vegetation (ungenutzte Flächen)

Salicion albae: Eher Ausdehnung zu erwarten (Vordringen in höhere Regionen, während von unten keine Verschiebung zu erwarten ist. Entscheidend ist der Erhaltung der Flussdynamik wenn die Wasserverfügbarkeit abnimmt.

Berberidion: Keine Gefährdung durch den Klimawandel zu erwarten

Adenostyilion: Rückzug auf feuchtere bestehende Standorte zu erwarten

Calamagrostion: Gefährdung durch Austrocknung, Ersatz durch Halbtrockenrasen oder Fichtenwald denkbar, könnte zukünftig anstelle des Adenostyilion wachsen

Schneetälchen: Bedrängung von unten durch wärmeliebende Arten (Caricion fuscae), Ausweichen nach oben von der Bodenbildung abhängig

Caricion curvulae: Bedrängt am unteren Rand durch wärmeliebere Gesellschaften. Höher steigen ist abhängig von der Bodenbildung und vom Wind (wird sonst zu 5.4.6. Delarze)

Festucion variae: Potentielle Gewinnerin durch Höhersteigen, sehr geringe Produktivität, aber wichtige Wiese für die Steinböcke (Nahrung im Winter)

Seslerion: Keine besonderen Gefährdungen zu erwarten

Mesobromion: potentieller Gewinner bei Reduktion von Bewässerung, Extensivierung der Landwirtschaft (später Schnitt oder späte Beweidung (1 mal pro Jahr)

Stipo-Poion: Potentieller Profiteur, könnte wegen Waldbränden weiter verbreitet vorkommen, Schafweiden statt Wald um Feuerschäden zu vermindern

Sedo-Scleranthion: potentieller Gewinner durch höher steigen und zusätzliche Wärme, sehr wertvolle Gesellschaft mit vielen vom Aussterben bedrohten Pflanzenarten, Aufwertungen möglich

Drabo-Seslerion: Keine Gefährdung zu erwarten

Potentillion caulicentis: Keine Gefährdung durch Klimawandel zu erwarten, hoher Biodiversitätswert

Onopordion: Wertvolle Ruderalgesellschaft auf nährstoffreichen Böden, wärmeliebend und trockenheitstolerant. Durch Klimaveränderung tendenziell bessere klimatische Bedingungen, Verbreitung stark abhängig von der Landnutzung (Düngung durch Vieh, keine Bekämpfung),

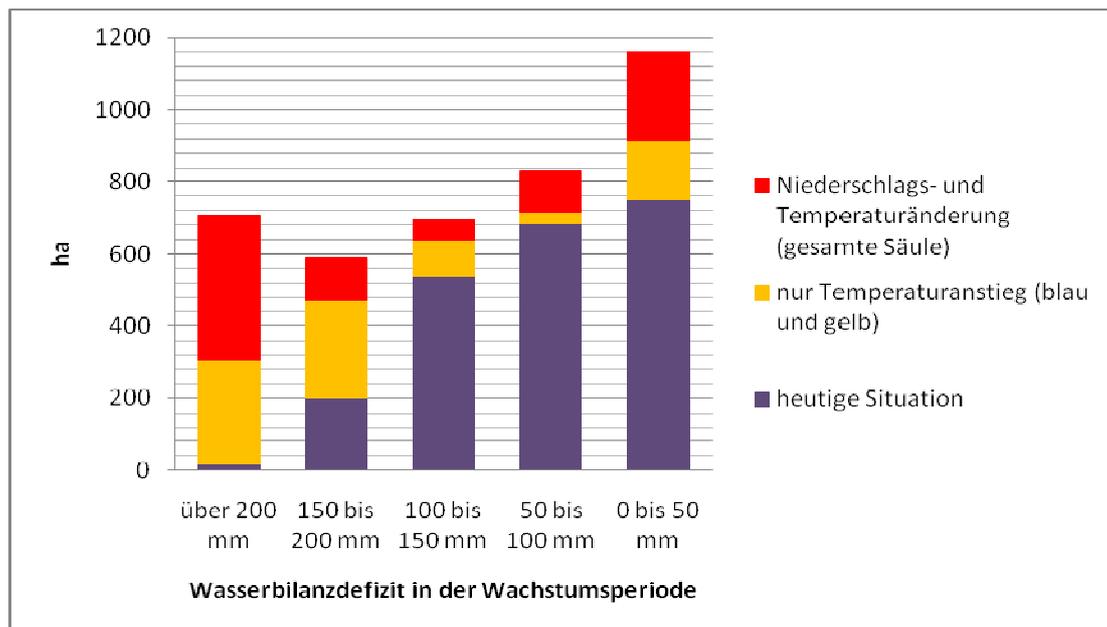
Rumicion alpini: Nährstoffliebende Lägergesellschaft, weitverbreitet im Alpenraum, benötigt feuchte Böden. Durch Klimaveränderung könnte die Trockenheit diesem Vegetationstyp vermehrt zusetzen, Verbreitung in den tieferen Lagen abhängig von Bewirtschaftung und Bewässerung

Quellflure und Caricion fuscae: Bedrohung durch Entwässerung/Wasserentnahme

Thlaspion rotundifolium : Verdrängung durch Stipion calamagrostis in tieferen Lagen möglich, Ausweichen nach oben ist noch realistisch

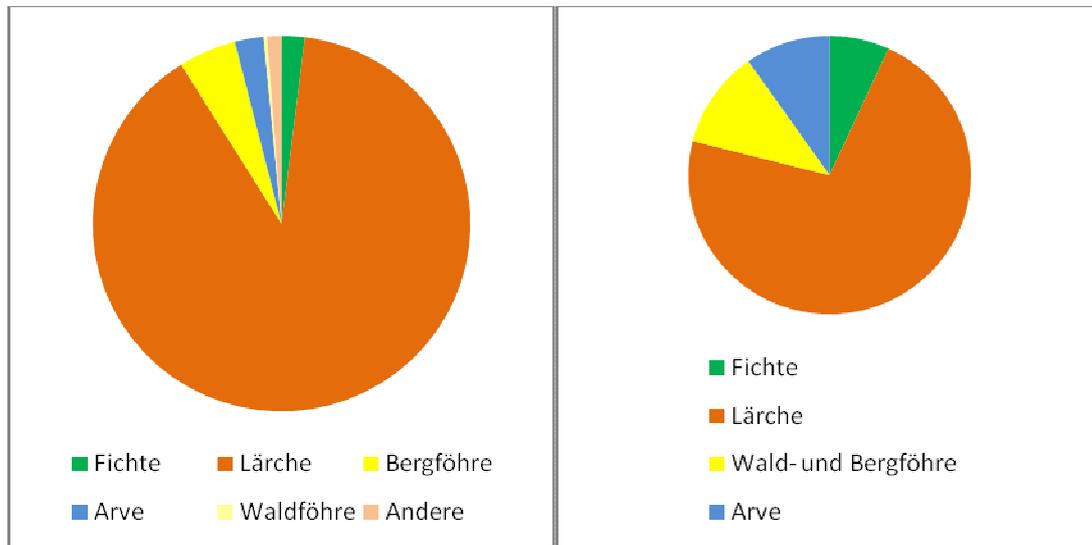
Petasion paradoxii (Drabion hoppeamae) : Grosse Gefährdung durch Klimaveränderung, Bodenbildung, Austrocknung, stenotherme Pflanzen, manche Arten können in geschlossenen Beständen nicht wachsen. Potentielles Vorkommen von Artemesia nivalis (nur in Zermatt nachgewiesen)

A-4.5 Entwicklung der Flächen mit Niederschlagsdefizit im Saastal



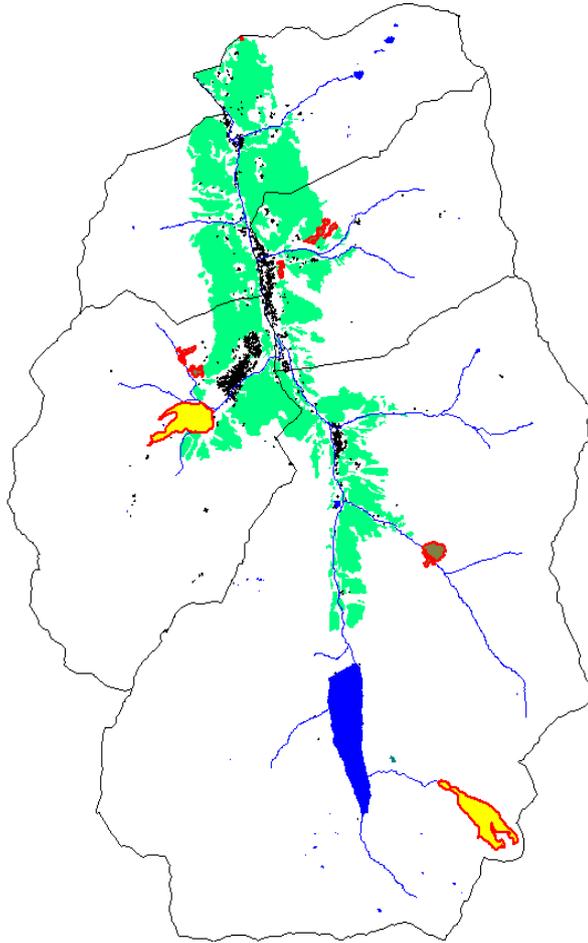
Figur 13: Entwicklung der von Niederschlagsdefizit betroffenen Flächen im Saastal.

A-4.6 Waldfläche und Holzvorrat im Saastal



Figur 14: Waldfläche nach dominierender Hauptbaumart (links) und Vorratsverteilung (rechts) im Saastal.

A-4.7 Bundesinventar der Auen: Saastal



Figur 15: Karte der Bundesinventare der Auen nationaler Bedeutung (gelb) und Trockenwiesen sowie -weiden nationaler Bedeutung (rot/braun).

A-5 Teilprojekt Tourismus

A-5.1 Touristisches Angebot im Saastal

	Saas-Almagell	Saas-Balen	Saas-Fee	Saas-Grund
Höhe über Meer	1'673 m	1'483 m	1'800 m	1'559 m
Einwohner	ca. 400	ca. 400	ca. 1'700	ca. 1'000
Betten Total	ca. 1'870	ca. 600	ca. 6'900	ca. 3'740
Hotels	13	-	57	15
Restaurants	15	3	33	24
davon Bergrestaurants	3	1	11	3
Ski-Anlagen	6	1	22	7
Schlittelbahn	3 km	-	6 km	11 km
Roddelbahn	-	-	1	-
Pisten auf dem Gletscher	-	-	Diverse Pisten 1x Gletscherpromenade	2
Hallenbäder	1	-	In diversen Hotels	-
Wellness-Anlagen	-	-	2	1
Golfplatz	-	-	1 (9-Loch)	-
Tennisplätze	4	-	2	3
Minigolf	1	-	1	-
Bowling	1	-	1	-
Museen	-	-	3	-
Freizeitzentrum (Sport)	-	-	1	-
Parkanlagen	-	-	2	-
Snowboardpark	-	-	2	-
Eisfelder	2	1	1	1

Tabelle 14: Einfache Charakterisierung der touristischen Infrastruktur der vier Gemeinden im Saastal. Quelle: www.saas-fee.ch. Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

A-5.2 Fragebogen für die leitfadengestützten Interviews

Einstieg

- 1 Was ist konkret Ihre Funktion?
- 2 Wie relevant ist für Sie der Klimawandel mit seinen Auswirkungen?

sehr wichtig wichtig unwichtig

— Warum?

- Wie stark beschäftigen Sie sich mit der Klimaänderung und deren Auswirkungen auf Ihren Tätigkeitsbereich?

Auswirkungen des Klimawandels

Studien gehen von folgenden Veränderungen der Temperatur und des Niederschlages in der Südschweiz aus:

Monat	Erwartete Temperaturänderung in °C			Erwarteter Niederschlagsänderung in %		
	2030 Median	2050 Median	2070 Median	2030 Median	2050 Median	2070 Median
Dez/Jan/Feb	0.9	1.8	2.5	+ 6%	+ 11%	+ 16%
März/Apr/Mai	0.9	1.8	2.6	- 2%	- 4%	- 6%
Juni/Juli/Aug	1.5	2.8	4.0	- 10%	- 19%	- 26%
Sept/Okt/Nov	1.1	2.2	3.1	- 2%	- 4%	- 5%

Tabelle 15: Klimaszenarien basierend auf dem OcCC-Bericht.

Wir gehen davon aus, dass die Temperaturen im Allgemeinen ansteigen werden. Im Sommer sind es in der Südschweiz im Jahr 2050 im Durchschnitt plus 2.8°C, im Winter sind es plus 1.8 °C. Ebenso wird es im Sommer trockener (-19% der Niederschläge im Jun/Juli/August) und im Winter feuchter (+ 11% der Niederschläge im Dez/Jan/Feb). Im Herbst und Frühling wird es trockener (-4% der Niederschläge) und ebenfalls rund 2°C wärmer .

Diese hat Auswirkungen auf verschiedene Bereiche:

- Schneesicherheit
- Permafrost, Gletscher
- Landschaft /Vegetation
- Naturgefahren
- Wasserhaushalt

Fragen dazu:

- 3 Welcher der genannten betroffenen Bereiche ist der bedeutungsvollste für Ihre Tätigkeit?
- 4 Wir haben gesehen, dass es Veränderungen gibt (Temperatur und Niederschlagsveränderungen). Welche negativen oder positiven Auswirkungen dieser Veränderungen erkennen Sie bereits heute in Ihrem Umfeld/in Ihrem Tätigkeitsfeld?
- 5 Welche Auswirkungen des Klimawandels auf den Tourismus und dessen Infrastrukturen sind heute schon erkennbar?
- 6 Mit welchen konkreten Auswirkungen auf die Region Saastal rechnen Sie in Zukunft?

Können Sie diese möglichst präzise angeben: Welche Orte, Angebote oder Infrastrukturen im Saastal sind besonders betroffen?

- 7 Wurden bereits Anpassungsmassnahmen bei den heute bereits erkennbaren Auswirkungen des Klimawandels vorgenommen?

Tourismusangebote

Im Saastal sind in den nächsten Jahren grössere touristisch relevante Investitionen vorgesehen, bei welchen die Auswirkungen des Klimawandels allenfalls zu berücksichtigen sind. Dazu gehören der Eventraum Saas-Almagell, das Ferienresort der Bergbahnen Hohsaas AG mit 104 Wohnungen in Saas-Grund, Badensee in Saas-Grund, Ethno-Resort in Saas-Grund, Downhill Strecke Plattien, Saas-Fee und neue Bergbahnprojekte Saas-Fee – Spielboden – Längfluh.

Gibt es weitere Vorhaben (bei Ihnen oder in der Region), bei welchen die Auswirkungen des Klimawandels allenfalls zu berücksichtigen wären?

- Müsste man bei diesen Projekten mögliche Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigen?
- Wenn ja, werden diese einbezogen und werden allenfalls konkrete Massnahmen ergriffen?

- 8 Mit welchen Veränderungen der touristischen Nachfrage rechnen Sie in den nächsten 10-20 Jahren? Auch bezüglich Alter, Herkunft, Zahlungskraft?

- 9 Werden bis 2030 einzelne Saisons im Vergleich zu anderen Saisons wichtiger oder weniger wichtig bzw. wäre eine Verlagerung (beispielsweise vom Winter in den Sommer) aufgrund des Klimawandels wünschenswert? (Sommer, Herbst, Winter, Frühjahr) Warum?

Handlungsbedarf

Wir kommen zum letzten Teil des Interviews, zum Handlungsbedarf:

- 10 Welche bestehenden touristischen Aktivitäten und Angebote müssten an die neuen klimatischen Bedingungen angepasst werden?

- Wie müssten diese angepasst werden?
- Gibt es Aktivitäten, die nicht mehr angeboten werden können?

Können Sie diese möglichst präzise angeben: Welche Orte, Angebote oder Infrastrukturen im Saastal sind besonders betroffen?

Destinationsstrategie

- 11 Das Saastal ist aktuell daran, ein neues Leitbild zu erstellen bzw. eine neue Destinationsstrategie festzulegen. Müssen die Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt werden?

- In welcher Form?
- Sehen Sie allenfalls Konflikte?

Weitere Themen

Gibt es weitere Themen, die Sie in diesem Zusammenhang ansprechen möchten?

Besten Dank für Ihre Rückmeldungen. Wir werden als nächstes die Interviews auswerten und mit den Arbeiten der anderen Teilprojekte koordinieren. Der nächste Fixpunkt der Arbeiten ist ein Workshop zur Diskussion der Handlungsoptionen im Januar 2011. Allenfalls würden wir diesbezüglich gerne wieder auf Sie zukommen.

A-5.3 Liste mit den Interviewpartner

	Organisation	Person
1	Tourismusorganisation Saastal	Simon Bumann
2	Tourismusorganisation Wallis	Urs Zenhäusern
3	Bergbahnen Saas Fee	Albert Kalbermatten
4	Bergbahnen Hohnsaas	Georg Anthamatten
5	Hotelier Saas Fee	Beat Anthamatten
6	Hotelier Saas Almagell	Werner Anthamatten
7	Bergführerverband	Michael Schwarzl
8	Bergrestaurant	Shefkija Useini
9	Ski-Schule Saas Fee	Milo Lohmatter
	hotelleriesuisse	Ramona Brotschi und Orlando Gehrig

Tabelle 16: Interviewpartner im Projekt Tourismus.

A-5.4 Umgesetzte Anpassungsmassnahmen gemäss Interviews

Folgende Auflistung bereits umgesetzter Massnahmen basiert auf den Angaben der befragten Personen. Er erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Klimabedingte Veränderungen	Beschreibung	Realisierte Anpassungsmassnahme
Abnahme Schneesisicherheit	Abnahme der Schneemenge im Sommer (hohe Temperaturen führen zu vermehrtem Regen statt Schnee) und im Herbst (späteres Einsetzen des Schneefalls).	<ul style="list-style-type: none"> – Anschaffung von Schneekanonen für das ganze Gebiet Saas-Fee (auch alle anderen Gebiete) – Alle Gebiete werden im Herbst künstlich beschneit.
Gletscherrückzug	Der Rückzug der Gletscher verändert die Topographie des Geländes. Dadurch werden einige Ski-Abfahrten und -Passagen nicht mehr befahrbar.	<ul style="list-style-type: none"> – Abdecken des Gletschers im Frühjahr an besonders wichtigen Stellen (z.B. am Panoramahang) – Rückzugsgebiet des Gletschers wird für Pisten mit Schnee aufgefüllt.
	1969 wurde auf Felskinn einen Tunnel gebaut, um auf die Skipisten auf dem Gletscher zu gelangen. Der Tunnelausgang liegt heute gut 20 m in der Luft d.h. der Gletscher ist hier um gut 20 m abgesunken.	– Die Distanz zum Tunnel wird heute mit Schnee aufgefüllt, so dass ein Übergang vom Tunnel auf den Gletscher möglich wird. Diese Auffüllung wird immer schwieriger und es muss ev. mit Kunstbauten eine Dauerlösung gefunden werden.
	Der Übergang vom Gletscher auf die Skipisten auf Mittelallalin wird aufgrund des schwindenden Gletschers und Geröllverschiebungen immer schwieriger.	– Es werden Kunstbauten erstellt, welche die Stellen, die früher Gletscher waren, ersetzen.
	Der Eispavillon (touristische Attraktion im Gletscher) auf Mittelallalin ist heute noch sicher. Die Eisdecke wird aber immer dünner.	– Wird die Eisdecke zu dünn, muss der Eispavillon geschlossen werden.
	«Rumoren» auf Gletscher (Gestein- und Geröllverschiebungen, Spaltenbildungen etc.)	– Es wurde eine Brücke auf dem Europaweg zwischen Zermatt und Saas-Fee gebaut, um dem Gletscher mit seinem «Rumoren» nicht ausgesetzt zu sein.
Gletscherabbruch	Der Wanderweg <i>Grächen</i> , der durch einen Stahl-Tunnel führt, wurde vom Gletscherabbruch beschädigt.	– Der bestehende Stahl-Tunnel unter dem Gletscher wurde durch einem Beton-Tunnel ersetzt.
Schmelzwasser	Durch den Gletscherrückzug nimmt die abfließende Wassermenge im Frühling und Sommer zu.	– Es wurden Wasserleitungen verlegt, damit das entstehende Schmelzwasser die Pisten nicht beschädigt.
Auftauender Permafrost	Die Bergstation des Skiliftes Mittelallalin III droht wegen auftauendem Permafrost wegzurutschen.	– Es wird eine neue Bergstation Mittelallalin III gebaut. Bereits früher wurden am selben Standort kleinere Massnahmen beim Restaurant Allalin getätigt.
Vermehrter Steinschlag	Der Weg zu Britannia-Hütte ist massiv steinschlaggefährdet.	– Es wurde ein neuer Aufstieg gebaut, der doppelt so lang dauert wie der bisherige.
	Im Allgemeinen sind Wanderwege vermehrt durch Steinschlag gefährdet.	<ul style="list-style-type: none"> – Verschiedene gefährdete Wanderwege werden vor Steinschlag u.a. Naturgefahren gesichert. – Die Gefahrenlage wird beobachtet.
Saisonale Veränderung	Es kommen mehr Touristen im Sommer als in früheren Jahren.	– Bergwanderwegnetz in Saas-Almagell wurde hinsichtlich der grösseren Nachfrage ausgebaut.
	Es kommen weniger Touristen im Winter, keine durchgehende Auslastung (z.T. klimatische Einflüsse wie verstärkter Niederschlag im Winter, schlechteres Wetter, etc.).	– Die befragte Skischule bietet innovative Angebote für Betriebe in der Region zu günstigen Konditionen an, wenn Touristen in der Saison ausbleiben.

Tabelle 17: Beispiele von bereits getätigten Anpassungsmassnahmen an die Auswirkungen der Klimaänderung im Saastal (basierend auf Interviews, deshalb keine vollständige Aufzählung).

Literatur

Gesamtprojekt (Kapitel 1-3 und 8-10)

- IPCC 2007: Klimaänderung 2007: I. Wissenschaftliche Grundlagen, II. Auswirkungen, Anpassung, Verwundbarkeiten, III. Verminderung des Klimawandels. Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger. Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC)
- OcCC 2007: Klimaänderung und die Schweiz 2050 – Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Herausgeber: OcCC / ProClim. Bern, März 2007

Teilprojekt Wasser (Kapitel 4)

- BAFU 2010: CCHydro – Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserressourcen und die Gewässer in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern
- BAFU/BFS 2007: Umwelt Schweiz 2007. Herausgeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Statistik (BFS). Bern, Neuchâtel, 2007
- Bieler 2010: Bieler, H. (2010): Ferienresort mit 104 Wohnungen. In: Walliser Bote Online (Hrsg.), 11.03.2010. Visp
- Doctor et al. 2010: Rapport final du projet CTI Juste Neige No 9406.2. Herausgeber Institut de Tourisme, HES-SO Valais, Sierre.
- EEA 2009: Climate change and adaptation. The Alps facing the challenge of changing water resources. Herausgeber: European Environment Agency (EEA), Technical Report. Kopenhagen, September 2009
- Hubacher/Schädler 2010: Hubacher, R., Schädler, B. (2010): Wasserhaushalt grosser Einzugsgebiete im 20. Jahrhundert. In: Bundesamt für Umwelt (Hrsg.): Hydrologischer Atlas der Schweiz, Tafel 6.6, Bern
- KOHS 2007: Auswirkungen der Klimaänderung auf den Hochwasserschutz der Schweiz. Ein Standortpapier der Kommission Hochwasserschutz KOHS im Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband.

- OcCC 2007: Klimaänderung und die Schweiz 2050 – Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Herausgeber: OcCC / ProClim. Bern, März 2007
- Press/Siever 2003: Allgemeine Geologie. Einführung in das System Erde. Herausgeber: Spektrum akademischer Verlag Heidelberg und Berlin
- Teich et al. 2007: Klimawandel und Wintertourismus. Ökonomische und ökologische Auswirkungen von technischer Beschneidung. Herausgeber: Eidgenössisches Institut für Wald, Schnee und Landschaft WSL
- Wasser-Agenda 21 (Hrsg.) (2011): Einzugsgebietsmanagement. Leitbild für eine integrale Bewirtschaftung des Wassers in der Schweiz. Bern, 20 Seiten.

Teilprojekt Siedlung / Infrastrukturanlagen (Kapitel 5)

- Beniston M, Keller F, Goyette S 2003a: Snow pack in the Swiss Alps under changing climatic conditions: an empirical approach for climate impacts studies. Theor Appl Climatol 74: 19–31
- Beniston M, Keller F, Koffi, B., Goyette S 2003b: Estimates of snow accumulation and volume in the Swiss Alps under changing climatic conditions. Theor Appl Climatol 76: 125-140
- Bloetzer, W., Egli, T., Petrascheck, A., Sauter, J., Stoffel, M. 1998: Klimaänderung und Naturgefahren in der Raumplanung. Nationales Forschungsprogramm "Klimaänderungen und Naturkatastrophen" (NFP 31), Synthesebericht.
- CIPRA 2002: Klimawandel und Alpen. Ein Hintergrundbericht.
<http://www.cipra.org/de/alpmedia/publikationen/164>
- ClimChAlp 2008a: Klimawandel, Auswirkungen und Anpassungsstrategien im Alpenraum. Common Strategic Paper.
http://www.climchalp.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=106&&Itemid=125
- ClimChAlp 2008b: Work Package 5 – Climate Change Assessment Report.
http://www.climchalp.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=105&&Itemid=125
- Graubünden 2009: Entwicklungsschwerpunkt "Klimawandel und Naturgefahren" im Regierungsprogramm 2009-2012 des Kantons Graubünden
- IRV 2008: Veränderungen des Klimas und der Gebäudeverletzlichkeit in der Schweiz bis 2050: Erwartete Auswirkungen auf Naturgefahren und Gebäudeschäden.

http://www.naturgefahr.ch/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=60&lang=de

Zusätzlich wurden die bestehenden Gefahrengutachten gesichtet: Die Literaturangaben dazu finden sich in der Tabelle im Anhang A2.

Teilprojekt Biodiversität (Kapitel 6)

Swiss Flora Web: <http://www.wsl.ch/land/products/webflora/floramodul3-de.html>

Hegg 1993: "Atlas schutzwürdiger Vegetationstypen der Schweiz" EDMZ 310.720, Bern.

Zimmermann et al. 2009: Climatic extremes improve predictions of spatial patterns of tree species. PNAS _ November 17, 2009 _ vol. 106 _ no. Suppl#2 _ 19723–19728. Zimmermann, N.E., Yoccoz, N.G., Edwards, T.C., Jr. Meier E.S., Thuiller, W., Guisan, A., Schmatz, D.R. and Pearman, P.B.,

Thornthwaite, C. W. 1948: An approach toward a rational classification of climate. Geographic Review 38:55-94.

Bugmann, H., 1994: On the ecology of mountainous forests in a changing climate: A simulation study, Ph.D. thesis no. 10638, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Switzerland, 258 pp..

Zumbrunnen et al 2009: Linking Forest Fire Regimes and Climate – A historical Analysis in a dry Inner Alpine Valely. Ecosystems (200) 12: 73-86. Zumbrunnen, T., Bugmann, H., Conedera, M. and Bürgi, M.

Schumacher S. und Bugmann H. 2006: The relative importance of climatic effects, wild-fires and management for future forest landscape dynamics in the Swiss alps. In Global Change Biology (2006) 12, 1435-1450.

Lenoir, J. et al. 2008: A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. Lenoir, J., Gégout, J.C., Marquet, P.A., De Ruffray, P. and Brisse, H. 2008. Science 320/2008: 1768-1771

Grabherr et al. 1994: Climate effects on mountain plants. Grabherr, G. Gottfreid, M. and Pauli, H. 1994. Nature Vol. 369/2004

Engler et al. 2009: Predicting future distributions of mountain plants under climate change: does dispersal capacity matter? Engler R., Randin C.F., Vittoz P., Czaka T., Beniston M., Zimmermann N.E., Guisan A., Ecography 32(1), pp. 34-45.

Teilprojekt Tourismus (Kapitel 7)

- Abegg, B. (1996): Klimaänderung und Tourismus – Klimafolgenforschung am Beispiel des Wintertourismus in den Schweizer Alpen, Schlussbericht NFP 31.
- Behringer, J. / Bürki, R. / Fuhrer, J. (2000): Participatory integrated assessment of adaptation to climate change in Alpine tourism and mountain agriculture, in: Integrated Assessment, vol. 1, no. 4, pp. 331-338.
- FIF 2009: Grundlagen zur Destinationsstrategie Saas-Fee / Saastal. Bern 2009.
- FIF 2011: Destinationsstrategie Saas-Fee / Saastal 2011-2015. Zusammenfassender Schlussbericht. Saas-Fee/Bern/Visp 2011.
- Müller, H. und Weber F. (2007): Klimaänderung und Tourismus – Szenarienanalyse für das Berner Oberland 2030. Im Auftrag der Destinationen Berner Oberland und der Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Bern. Bern. Verfügbar auf: www.raonline.ch/pages/edu/pdf5/FIF_BOclimate0407.pdf
- OECD (2007): Klimawandel in den Alpen - Anpassung des Wintertourismus und des Naturgefahrenmanagements. Herausgegeben von Shardul Agrawala. OECD. Paris 2007.
- Saas-Fee/Saastal Tourismus 2011: Echt Ereignisreich. Geschäftsbericht 2009/2010. Saas-Fee/Saastal Tourismus 2010. Saas-Fee/Saastal Tourismus 2011.
- Schweiz Tourismus (2008): 2030: Der Schweizer Tourismus im Klimawandel. Bern 2008.