

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

---

Schlussbericht  
23. März 2011



---

**Auftraggeber**

Die vorliegende Studie wurde im Auftrag der folgenden Institutionen und Gemeinden erstellt:  
Gemeinden des Saastals (Saas-Fee, Saas-Grund, Saas-Balen, Saas-Almagell), Kanton Wallis, Schweizer Berghilfe, Schweizerischer Versicherungsverband SVV und WWF Schweiz.

---

**Begleitgruppe**

Beat Anthamatten	Gemeinde Saas-Fee, Vizepräsident Saas-Fee, Tourismuspräsident Saas-Fee/Saastal
Emil Anthamatten	Gemeindepräsident Saas-Almagell
Kurth Anthamatten	Gemeindeschreiber Saas-Almagell
Lucius Dür	Direktor Schweizerischer Versicherungsverband (SVV)
Monika Güntensperger	hotelleriesuisse (ab August 2010)
Beat Hagman	Projektleiter Wirtschaftspolitik, hotelleriesuisse (bis August 2010)
Amanda Kalbermatten	Gemeindekanzlistin Saas-Balen
Bernd Kalbermatten	Leiter Dienstleistungen Gemeinde Saas-Fee
Bruno Kalbermatten	Gemeindepräsident Saas-Balen
Sandro Kalbermatten	Mitarbeiter Gemeindeverwaltung Saas-Grund
Ursula Kraft	Kanton Wallis
Madeleine Lerf	Schweizer Berghilfe
Diana Soldo	Geschäftsführerin Netzwerk Wasser im Berggebiet (bis Sept. 2010)
Michael Lehning	Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)
Walter Wagner	Leiter Abteilung Umwelt & Ressourcen, WWF Schweiz
Thomas Wirth	Verantwortlicher Wald, WWF Schweiz
Martin Wüthrich	Leiter Schadenversicherung, Mitglied der Geschäftsleitung Schweizerischer Versicherungsverband (SVV)
Kurt Zraggen	Schweizer Berghilfe
Felix Zurbriggen	Gemeindepräsident Saas-Fee
Patrick Zurbriggen	Gemeindepräsident Saas-Grund

### Gesamtprojektleitung

econcept AG, Gerechtigkeitsgasse 20, CH-8002 Zürich  
www.econcept.ch / + 41 44 286 75 75

### AutorInnen Gesamtbericht

Michèle Bättig, Dr. sc. ETH, Umweltnaturwissenschaftlerin ETH  
Noemi Rom, M.Sc. Management, Technology and Economics, ETH  
Reto Dettli, dipl. Ing. ETH, dipl. NDS ETH in Betriebswissenschaften

### Teilprojekt Wasser

Marco Pütz, Dr. oec. publ., Dipl.-Geogr  
Manuela Stiffler, MSc ETH



Eidg. Forschungsanstalt für Wald,  
Schnee und Landschaft WSL

Diana Soldo, Dr. sc. Natw. ETH Zürich



**NWB**  
Netzwerk Wasser im Berggebiet  
Réseau de l'eau dans les régions de montagne  
Rete dell'acqua nelle regioni di montagna  
Rait per l'acqua en las regions de montaña  
Mountain Water Network

### Teilprojekt Siedlung / Infrastruktur

Georg Klingler, dipl. Umwelt-Natw. ETH  
Mirjam Kosch, BSc Umwelt-Natw. ETH

econcept

Severin Schwab, dipl. phil. nat., Geograph

**GEOTEST** GEOLOGEN  
INGENIEURE  
GEOPHYSIKER  
UMWELTFACHLEUTE

### Teilprojekt Biodiversität

Pia Steiner, lic. rer. pol.  
Walter Ott, lic. oec. publ., Raumplaner  
ETH/NDS, dipl. El. Ing. ETH

econcept

Thomas Wirth, dipl. Forsting. ETH



### Teilprojekt Tourismus

Michèle Bättig, Dr. sc. ETH  
Noemi Rom, MSc. Management, Technology  
and Economics, ETH Zürich

econcept

Hansruedi Müller, Prof. Dr.  
Therese Lehmann Friedli, lic. rer. oec.  
Adrian Obi, M Sc BA

**u<sup>b</sup>**

<sup>b</sup>  
UNIVERSITÄT  
BERN



# Inhalt

<b>Zusammenfassung</b>	<b>i</b>
Ausgangslage und Projektidee	i
Projektziele	ii
Vorgehen und Ablauf im Projekt	ii
Die Klimaänderung	iv
Ergebnisse und Schlussfolgerungen	iv
Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung des Saastals	xi
<b>Résumé</b>	<b>xiv</b>
Situation initiale et idée du projet	xiv
Objectifs du projet	xv
Démarche et déroulement du projet	xv
Le changement climatique	xvii
Résultats et conclusions	xvii
Recommandations pour l'évolution future de la vallée de Saas	xxv
<b>1 Ausgangslage und Ziel des Projektes</b>	<b>2</b>
1.1 Ausgangslage: Die Klimaänderung	2
1.2 Projektidee	2
1.3 Projektziele	3
1.4 Berichtsaufbau	4
<b>2 Vorgehen im Projekt</b>	<b>7</b>
2.1 Projektstruktur und -organisation	7
2.2 Projektablauf und Zeitplan	9
<b>3 Grundlagen - Klimaänderung im Berggebiet</b>	<b>11</b>
3.1 Klimaänderung und Anpassung an die Klimaänderung	11
3.2 Die erwartete Klimaänderung im Saastal	13
3.2.1 Das heutige Klima	13
3.2.2 Klimaprognose gemäss dem OcCC-Bericht	14
3.3 Das Saastal und seine Bevölkerungsentwicklung	15
<b>4 Teilprojekt Wasser</b>	<b>19</b>
4.1 Einleitung und Fragestellung	19
4.2 Methodisches Vorgehen	20
4.3 Ausgangslage: Der Wasserhaushalt im Saastal	21
4.4 Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt	27
4.4.1 Veränderungen im hydrologischen Kreislauf der Talschaft	27

4.4.2	Veränderung der lokalen Verfügbarkeit des Wassers für die verschiedenen Wirtschaftsbereiche	31
4.4.3	Entwicklung der Nachfrage nach Wasser in den ausgewählten Wirtschafts- und Gesellschaftsbereichen	32
4.4.4	Fazit	34
4.5	Handlungsbedarf im Bereich Wasser	34
4.5.1	Handlungsbedarf nach Wirtschaftsbereichen	35
4.5.2	Fazit	41
4.6	Handlungsoptionen im Bereich Wasser	43
4.7	Fazit Teilprojekt Wasser	45
<b>5</b>	<b>Teilprojekt Siedlung/Infrastruktur</b>	<b>46</b>
5.1	Einleitung und Fragestellung	46
5.2	Methodisches Vorgehen	46
5.3	Ausgangslage: Naturgefahrensituation im Saastal	48
5.3.1	Saas-Fee	48
5.3.2	Saas-Almagell	49
5.3.3	Saas-Grund	50
5.3.4	Saas-Balen	50
5.4	Auswirkungen des Klimawandels auf die Naturgefahren	52
5.4.1	Hochwasser	53
5.4.2	Murgänge	55
5.4.3	Lawinen	57
5.4.4	Gletschergefahren	58
5.4.5	Rutschgefahren	59
5.4.6	Sturzgefahren	60
5.4.7	Weitere Gefährdungen	61
5.5	Auswirkungen des Klimawandels auf Siedlungen und Infrastrukturen	62
5.6	Handlungsbedarf	64
5.7	Handlungsoptionen	66
<b>6</b>	<b>Teilprojekt Biodiversität</b>	<b>71</b>
6.1	Einleitung und Fragestellung	71
6.2	Methodisches Vorgehen	71
6.3	Ausgangslage: Biodiversität und Ökosysteme im Saastal	73
6.4	Auswirkungen des Klimawandels auf Biodiversität und Ökosysteme	73
6.4.1	Trends aus der Analogieregion	73
6.4.2	Zu erwartende Klimaänderung und ihr Einfluss auf die Vegetation im Saastal	74
6.5	Handlungsbedarf im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen	83
6.5.1	Fazit Handlungsbedarf	86
6.6	Handlungsoptionen im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen	90

6.6.1	Spezifischer Forschungsbedarf für das Saastal im Bereich Biodiversität und Ökosysteme	90
6.6.2	Übergeordnete Handlungsoptionen für das Saastal	90
6.6.3	Handlungsoptionen zur Adaption an Veränderungen einzelner Ökosystemleistungen	91
6.6.4	Fazit Handlungsoptionen	93
6.6.5	Verantwortlichkeiten zur Umsetzung der Handlungsoptionen	94
<b>7</b>	<b>Teilprojekt Tourismus</b>	<b>97</b>
7.1	Einleitung und Fragestellung	97
7.2	Methodisches Vorgehen	98
7.3	Ausgangslage: Tourismus im Saastal	98
7.3.1	Touristische Infrastruktur im Saastal	98
7.3.2	Touristenströme im Saastal heute	99
7.3.3	Tourismusrelevante Trends im Allgemeinen	100
7.3.4	Tourismusrelevante Trends im Saastal	101
7.4	Auswirkungen des Klimawandels auf den Tourismus	102
7.4.1	Auswertung der Interviews	103
7.4.2	Hinweise aus den anderen Teilprojekten und auf weitere Projekte	106
7.4.3	Fazit der Auswirkungen der Klimaänderung auf den Tourismus	107
7.5	Handlungsbedarf im Bereich Tourismus	109
7.5.1	Wirkungsmodell	109
7.5.2	Ergebnisse der Interviews	111
7.5.3	Bewertung des Handlungsbedarfs	112
7.5.4	Fazit	113
7.6	Handlungsoptionen im Bereich Tourismus	116
7.6.1	Erkenntnisse aus der Destinationsstrategie Saas-Fee/Saastal 2011-2015	116
7.6.2	Handlungsoptionen im Bereich Infrastruktur und Landschaft	118
7.6.3	Handlungsoptionen im Bereich touristisches Angebot, Verhaltensänderungen und indirekte Auswirkungen	119
<b>8</b>	<b>ExpertInnen-Diskussion der Handlungsoptionen</b>	<b>123</b>
8.1	Bewertung der Handlungsoptionen nach Wichtigkeit	123
8.2	Diskussion der Handlungsoptionen und Ergebnisse des Workshops	125
8.2.1	Ergebnisse der Gruppe Wasser- und Energiewirtschaft	126
8.2.2	Ergebnisse der Gruppe Naturgefahren / Raumplanung	127
8.2.3	Ergebnisse der Gruppe Biodiversität / Waldwirtschaft / Landwirtschaft	130
8.2.4	Ergebnisse der Gruppe Tourismus	132
8.3	Fazit zum Workshop	134
<b>9</b>	<b>Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Forschungsbedarf</b>	<b>135</b>
9.1	Schlussfolgerungen	135

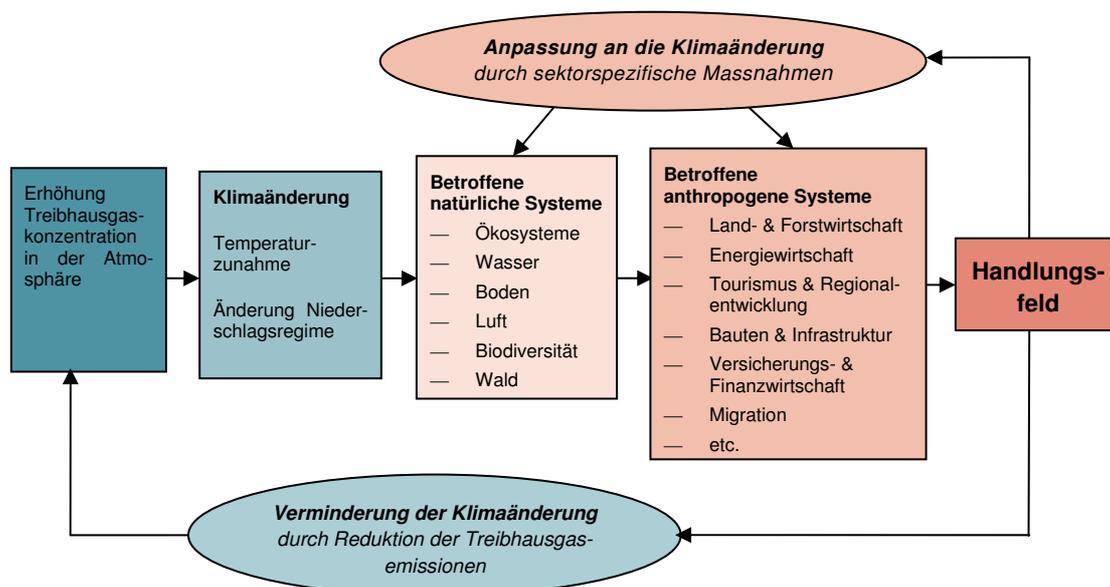
9.1.1	Teilprojekt Wasser	135
9.1.2	Teilprojekt Siedlung / Infrastrukturanlagen	136
9.1.3	Teilprojekt Biodiversität	138
9.1.4	Teilprojekt Tourismus	140
9.1.5	Allgemeine Schlussfolgerungen	142
9.2	Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung des Saastals	143
9.3	Forschungsbedarf	145
<b>10</b>	<b>Vorgehensmodell für andere Regionen</b>	<b>149</b>
10.1	Projektstruktur, Organisation und Arbeitsschritte	149
10.2	Fallstudienregion festlegen und Projektpartnerschaft definieren	150
10.3	Grobkonzept des Projektes definieren	151
10.4	Ausschreibung und Auswahlverfahren	152
10.5	Verträge abschliessen	154
10.6	Projekt durchführen	155
10.7	Projekt abschliessen	156

## Zusammenfassung

### Ausgangslage und Projektidee

Die Klimaänderung ist bereits feststellbar und wird sich gemäss wissenschaftlichen Prognosen weiter verstärken. Auf nationaler und internationaler Ebene laufen zahlreiche Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen und somit zur Verminderung der Klimaänderung. Die aktuellen Bemühungen reichen voraussichtlich aber nicht aus, um die Klimaänderung zu stoppen bzw. spürbar zu verlangsamen. Daraus ergibt sich für Länder und Regionen die Notwendigkeit, sich mit den für sie relevanten Auswirkungen der Klimaänderung auseinander zu setzen und in geeigneter Weise daran anzupassen. Die Idee der vorliegenden Studie war es denn, in einer ausgewählten Fallstudienregion die Auswirkungen der Klimaänderung zu analysieren und mögliche Anpassungsoptionen zu entwickeln.

### Wirkungsschema «Klimaänderung und Anpassung an die Klimaänderung»



BAFU/econcept

Figur 1: Wirkungsschema zu den beiden Handlungsfeldern «Verminderung der Klimaänderung» und «Anpassung an die Klimaänderung» (BAFU/econcept).

Da die Alpen in der Schweiz als besonders sensibles Ökosystem gelten, in welchem die Auswirkungen des Klimawandels ausgeprägter sein dürften als in anderen Regionen, wurde die Studie in einer alpinen Region durchgeführt. Das Saastal erwies sich aufgrund seiner geographischen Lage, der wirtschaftlichen Struktur, der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen sowie des Interesses der lokalen Behörden und Bevölkerung als be-

sonders geeignet. Das Walliser Tal umfasst die vier Gemeinden Saas-Almagell, Saas-Balen, Saas-Fee und Saas-Grund.

Idee des Projektes war es, im Saastal die Auswirkungen der Klimaänderung in vier wichtigen Bereichen zu untersuchen. Es sind dies: (1) Wasser, (2) Siedlung/Infrastruktur, (3) Biodiversität und (4) Tourismus. Zu jedem dieser Bereiche wurde ein Teilprojekt durchgeführt. Basierend auf den Auswirkungen der Klimaänderung wurde aufgezeigt, wo sich für das Saastal Handlungsbedarf ergibt und welche Handlungsoptionen für die Anpassung an die Klimaänderung bestehen. Abschliessend wurden Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung des Saastals unter Berücksichtigung der klimabedingten Veränderungen entwickelt.

## Projektziele

Gesamthaft verfolgt das Projekt folgende Zielsetzungen:

- 1 Basierend auf den erarbeiteten Anpassungs- und Handlungsoptionen werden Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung im Saastal erarbeitet, die als Grundlage für politische, wirtschaftliche und versicherungsrelevante Entscheidungen in den Bereichen Raum- und Ressourcennutzung dienen.
- 2 Da es sich bei der vorliegenden Studie um ein Pilotprojekt handelt, wird ein Vorgehensmodell für die Durchführung analoger Projekte in anderen Regionen entwickelt. Da die natürlichen, historischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen in jeder Region einzigartig sind, können keine direkten Analogieschlüsse aus den Resultaten dieser Studie gezogen werden.
- 3 Es werden offene Fragen und weiterer Forschungsbedarf identifiziert.

Um diese Ziele zu erreichen, wurde ein holistischer Ansatz verfolgt, der die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Teilprojekten berücksichtigt. Ziel war es, möglichst anwendungs- und praxisorientierte Ergebnisse zu erhalten. Dies bedingt den Einbezug lokaler Stakeholder ab Beginn des Projektes. So waren einerseits die vier Gemeinden des Saastals sowie der Kanton Wallis von Anfang an Projektpartner. Andererseits wurden verschiedene Veranstaltungen und Workshops im Saastal durchgeführt, zu denen ein breites lokales Publikum eingeladen wurde. Ebenso wurden in allen vier Teilprojekten zahlreiche Interviews und Gespräche mit lokalen VertreterInnen geführt.

## Vorgehen und Ablauf im Projekt

Das Projekt war wie folgt organisiert:

**Projektpartner.** Die Projektpartner waren Mitglied der Begleitgruppe, welche für die strategische Leitung des Projektes zuständig war.

**Gesamtprojektleitung.** Die Gesamtprojektleitung hatte die operative Leitung inne. Sie war für die Erstellung der Grundlagedaten, für die Koordination zwischen den Teilprojekten, die Organisation der Veranstaltungen im Saastal sowie für die abschliessenden Empfehlungen und den Schlussbericht verantwortlich.

**Kommunikation.** Die Kommunikationsstelle war für die Kommunikation nach aussen, gegenüber der Öffentlichkeit und den Medien zuständig.

**Vier Teilprojekte.** Die Teilprojekte waren in vier selbständig arbeitenden Teams organisiert. Sie bearbeiteten im Wesentlichen folgende Fragestellungen:

- **Wasser:** Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf den Wasserhaushalt im Saastal? Wie verändert sich die lokale Verfügbarkeit des Wassers für die verschiedenen Wirtschaftsbereiche? Welche ganzheitlichen Nutzungsstrategien sind geeignet, um langfristig die Wasserversorgung für die unterschiedlichen Wirtschaftsbereiche sicherzustellen? Wo entstehen neue Möglichkeiten der Wassernutzung?
- **Siedlung/Infrastruktur:** Welche Auswirkungen sind aufgrund der Klimaänderung auf die Naturgefahrensituation sowie die bestehenden Siedlungen und Infrastrukturanlagen im Saastal zu erwarten? Wie kann damit auf technischer, politischer, ökologischer und ökonomischer Ebene umgegangen werden?
- **Biodiversität:** Mit welchen Auswirkungen der Klimaänderung auf Biodiversität und Ökosystemleistungen ist im Saastal zu rechnen? Welche Ökosysteme sind von den Veränderungen besonders bedroht? Wo handelt es sich dabei um besonders wertvolle Ökosysteme oder um solche mit wichtigen Leistungen, wie z.B. Schutz von Lawinen, Rutschungen etc.? Wie kann mit den Veränderungen umgegangen werden?
- **Tourismus:** Welche direkten und indirekten Auswirkungen der Klimaänderung sind im Saastal auf den Tourismus zu erwarten? Welche bestehenden touristischen Aktivitäten und Angebote müssen an die neuen klimatischen Bedingungen angepasst werden bzw. können nicht mehr angeboten werden? Welche neuen touristischen Potenziale entstehen?

Die Arbeiten in den Teilprojekten verliefen parallel. Dabei orientierten sich die Arbeiten an den folgenden Fragestellungen, immer bezogen auf die Thematik innerhalb des Teilprojektes:

- 1 Mit welchen Auswirkungen aufgrund der Klimaänderung ist zu rechnen?
- 2 Für welche Bereiche besteht aufgrund der erwarteten Auswirkungen Handlungsbedarf?
- 3 Welche Handlungsoptionen bestehen im Umgang mit den erwarteten Auswirkungen der Klimaänderungen?

Nach jedem dieser drei Arbeitsschritte trafen sich die Teilprojekte zum Austausch von Informationen und Daten.

## Die Klimaänderung

Die folgende Tabelle listet die in der vorliegenden Studie für das Saastal verwendeten erwarteten Temperatur- und Niederschlagsänderungen auf:

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

Tabelle 1: Klimaprognosen basierend auf dem OcCC-Bericht 2007 (Werte für die Südschweiz), die im vorliegenden Projekt als Grundlage dienen. Als Standard werden die Jahre 2030 und 2050 verwendet, das Jahr 2070 gilt als Extremszenario für das Jahr 2050. Zur Beschreibung des heutigen Klimas werden die gemessenen Werte der Station Zermatt verwendet (Zeitraum 1961-1990, vgl. Anhang A-1).

Es zeigt sich, dass in allen vier Jahreszeiten mit einer Temperaturzunahme zu rechnen ist. Beim Niederschlag ist von einer Zunahme im Winter (= mehr Schnee) und einer Abnahme im Sommer auszugehen. Alle Werte in obiger Tabelle sind keine absoluten Werte, sondern zeigen die mittleren geschätzten Änderung innerhalb einer möglichen Bandbreite.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

### Teilprojekt Wasser

**Auswirkungen des Klimawandels.** Die Auswirkungen der Klimaänderung auf den Wasserhaushalt im Saastal werden kurzfristig als gering eingeschätzt. Das Saastal wird auch in Zukunft im nationalen und internationalen Vergleich ein relativ hohes Wasserdargebot haben. Oberflächen- und Quellwasser dürfte den einzelnen Wassernutzern bis mindestens 2050 genügend zur Verfügung stehen. Dennoch stossen die kleinräumigen, sektoralen Strukturen der Wasserwirtschaft auch heute schon mitunter an ihre Grenzen.

Wasserknappheit wird für einzelne Wirtschaftsbereiche zum Problem werden, wenn die Gletscher sich soweit zurückgezogen haben, dass deren Abflüsse abnehmen. Dies könnte gemäss der verwendeten Modellierung ab 2050 der Fall sein. Bei gleichzeitig steigendem Nutzungsbedarf können Konkurrenzsituationen zwischen verschiedenen Verbrauchern und Ökosystemen entstehen. Der Druck auf die Wasserressourcen – bedingt durch Klimaänderung und zunehmende Interessenkonflikte – wird somit bei steigendem Wasserverbrauch im Saastal mittel- bis langfristig zunehmen.

**Handlungsbedarf.** Insgesamt wird der Handlungsbedarf im Bereich Wasser bis ins Jahr 2050 als eher klein eingestuft. Vergleichsweise hoch ist der Handlungsbedarf im Bereich

Wasser in den Wirtschaftsbereichen Tourismus sowie Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus), und hier vor allem bei der Trinkwasserversorgung. In allen Wirtschaftsbereichen wurden bereits Anpassungsmassnahmen umgesetzt oder es sind solche geplant.

**Handlungsoptionen.** Laufende Studien zum Wasserkreislauf und die beginnenden Monitoringaktivitäten von Gemeinden und Kanton zeigen, dass es zukünftig darauf ankommen wird, gute Datengrundlagen zur Verfügung zu haben, um effektive und effiziente Massnahmen der Anpassung an den Klimawandel ableiten zu können. Alle zukünftigen Aktivitäten im Bereich Wasser sollten sich zudem am Leitbild des Einzugsgebietsmanagement orientieren, um eine integrale Wasserbewirtschaftung zu gewährleisten, die sowohl Schutz- als auch Nutzeninteressen einbezieht. So wird eine effiziente, regional abgestimmte Wasserbewirtschaftung mit klaren Prioritäten ermöglicht.

Folgende Handlungsoptionen werden aus Sicht des Teilprojektes Wasser als prioritär betrachtet:

- Monitoringsystem: Datenlage im Bereich Wasser verbessern und auf kantonaler Ebene organisieren.
- Zusammenschluss der Trinkwassergenossenschaften prüfen.
- Trinkwasser: Infrastruktur auf Spitzentage ausrichten, Wasserquellen vor Verschmutzung durch Murgänge schützen, Regeln zur Versorgungsbeschränkung erarbeiten.
- Mehrfachnutzung des Wassers, z.B. mittels Turbinierung des Abwassers oder Nutzung von Trinkwasserreservoirs für die Energieerzeugung.
- Speichersee: Massnahmen zum Sedimentrückhalt fördern, Regeln zur Stauraumspülung überprüfen.
- Restwasser: rechtliche Bestimmungen zur Wasserentnahme und zur Restwassersanierung prüfen und an die bereits veränderten und sich zukünftig ändernden Abflussbedingungen anpassen, um angemessene Restwassermengen in Flüssen und Bächen garantieren zu können.
- Hochwasserschutz: Renaturierung der Bäche und Instandhaltung der Suonen prüfen.

### **Teilprojekt Siedlung / Infrastrukturanlagen**

**Auswirkungen des Klimawandels.** Nach heutigem Wissen ist im Saastal davon auszugehen, dass die Klimaänderung einen Einfluss auf die Naturgefahrensituation hat und langfristig zu einer Zunahme der Risiken führen wird. Die Veränderung der Niederschlagsmuster, die Verschiebung der Permafrostgrenze sowie der Rückzug der Gletscher bzw. das Auftauen von Eiszellen werden die stärksten direkten Einflüsse auf die Naturgefahrensituation im Saastal haben. Durch diese Veränderungen sind in der Tendenz eine erhöhte und intensivere Murgangaktivität, eine Zunahme von Rutschungen und Sturzprozessen sowie vermehrte Extremwettersituationen mit Hochwasser zu erwarten. Die Lawiensituation kann wegen den vielfältigen Einflüssen nicht beurteilt werden.

Aufgrund der Komplexität der einzelnen Prozesse und Gefahrenstellen kann die konkrete Entwicklung von Risiken auf lokale Siedlungen und Infrastrukturen nur mit detaillierten geologischen, geomorphologischen, hydrologischen und glaziologischen Gutachten beurteilt werden. Vermutlich werden einige Gefahrengelände bereits heute durch Prozesse der Klimaerwärmung beeinflusst.

**Handlungsbedarf.** Das Saastal ist auch ohne Klimaerwärmung bereits mannigfaltig Naturgefahren ausgesetzt, welchen durch Schutzmassnahmen und andere menschlichen Eingriffe wie z.B. Nutzungsveränderungen begegnet wird. Es ist davon auszugehen, dass die bereits getroffenen Massnahmen auch stärker werdenden Naturgefahrenprozessen standhalten und dass Zeit dafür besteht, die Schutzmassnahmen an veränderte Bedingungen anzupassen. Somit können auf Basis der vorliegenden Studie keine konkreten Indizien für eine zunehmend schwierige Versicherbarkeit der Siedlungen und Infrastrukturen im Saastal abgeleitet werden.

Was aber mit hoher Sicherheit vorausgesagt werden kann, ist, dass die Naturgefahrensituation aufgrund der Klimaänderung in Zukunft genauer und sorgfältiger überwacht werden sollte. Wenn z.B. Starkniederschläge im Saastal stärker als erwartet zunehmen, können grössere Teile der Siedlungen und Infrastrukturanlagen von erhöhten Risiken betroffen sein. Bei einer sehr starken Konzentration von Schneefällen könnten auch die bestehenden Lawinenverbauungen versagen.

**Handlungsoptionen.** Nachfolgend werden die wichtigsten Handlungsoptionen zum Umgang mit dem Einfluss der Klimaänderung aufgezeigt.

— Für eine ganzheitliche Risikobeurteilung ist die Erstellung von aktuellen Naturgefahrenkarten für Lawinen, Gletschergefahren, Murgänge, Sturzgefahren, Hochwassergefahren und für die gesamten Rutschprozesse zentral. Bis im Oktober 2010 war für den Prozess Lawinen eine im Siedlungsgebiet flächendeckende Gefahrenkarte vorhanden. Gemäss Informationen des Kantons Wallis, sind die weiteren Gefahrenkarten in Erarbeitung und sollen bis Ende 2012 komplett vorliegen.

Für die Optimierung des Prozesses sowie der Zusammenarbeit zwischen Kanton und Gemeinden empfehlen wir, dass sowohl auf Seiten des Kantons als auch der Gemeinden *eine* verantwortliche Ansprechperson bzw. Stelle für sämtliche Naturgefahren definiert wird, und dass diese Stelle sämtliche Aktivitäten koordiniert. Es ist zu überlegen, ob die vier Gemeinden gemeinsam eine verantwortliche Stelle schaffen sollen, da dies zu erheblichen Synergien führen könnte.

— Für die Beobachtung und Überwachung der Gefahrensituation bestehen grundsätzlich verschiedene Handlungsoptionen z.B. durch optische Kontrollen von Fachexpertinnen, durch geophysikalische oder fernerkundliche Methoden oder aber durch detaillierte geodätische oder sonstige Messungen. Der Aufbau eines umfassenden, EDV-basierten Mess- und Informationssystems mit einem gezielten Ausbau des bestehenden Messnetzes kann diese Aufgabe erleichtern. Damit Schutzbauten über die geforderte Nutzungsdauer ihre Zuverlässigkeit behalten, ist eine regelmässige Überprüfung im Rahmen von Kontrollgängen oder Überwachungen notwendig.

- Bei den Ereignisanalysen, die allfällige Veränderungen auf einer vergleichbaren und möglichst quantitativen Basis feststellen können, ist das konsequente und umfassende Führen eines Ereigniskatasters (z.B. StorMe) als Handlungsoption zu nennen.
- Der Kommunikation von neuen oder bestehenden Risiken sowie von sich verändernden Naturgefahrenprozessen kommt in einem Gebirgstal wie dem Saastal eine erhebliche Bedeutung zu. Eine problemadäquate Informationspolitik der Behörden kann dazu führen, dass sich die Bevölkerung der bestehenden und neuen Gefahren nicht nur bewusst wird, sondern auch bereit ist, zu handeln (z.B. freiwillige Schutzmassnahmen an Gebäuden oder korrektes Verhalten im Falle einer Evakuation).  
Zur Kommunikation gehören auch interne Abläufe, die z.B. mit Interventionskarten verbessert werden können. Die lokalen und regionalen Informationskanäle sind verletzlich, da sie oft z.B. an Strassen gebunden sind, die im Ereignisfall auch durch Naturgefahrenereignisse betroffen sein können. Zur Institutionalisierung der Kommunikation kann ein entsprechendes Expertengremium gebildet werden, das die gesamten Aktivitäten bündelt.

### **Teilprojekt Biodiversität**

**Auswirkungen des Klimawandels.** Die Arbeiten im Teilprojekt Biodiversität haben gezeigt, dass die höheren Temperaturen – bedingt durch die Klimaänderung – grundsätzlich die Einwanderung und Verbreitung von Arten ermöglichen, denen es bisher im Untersuchungsgebiet zu kalt war. Die höheren Temperaturen und die verlängerte Vegetationszeit führen zu einem erhöhten Wasserverbrauch der Vegetation, wodurch die bereits bestehende Trockenheit in Zukunft zunehmen wird.

Im Wald können die klimatischen Veränderungen zu einer zunehmenden Gefährdung der Fichte an den aktuellen Standorten führen. Dies könnte nach besonders trockenen Jahren zu einem flächigen Zusammenbruch der Fichte führen. Ebenfalls ist eine zunehmende Gefährdung der Lärchen durch den Lärchenborkenkäfer wahrscheinlich, was zu einer Schwächung der Schutzleistung an trockenen Standorten führen kann. Im Weiteren muss mit einem zunehmenden Waldbrandrisiko gerechnet werden, was längerfristig feuerempfindliche Baumarten aus den Wäldern verschwinden lässt. Hingegen kann mit einer zunehmenden Produktivität in der Waldwirtschaft – vor allem in höheren Lagen – gerechnet werden.

In Bezug auf die Auen gilt, dass auch unter veränderten Klimabedingungen und unter der Bedingung einer ausreichenden Gewässerdynamik, eine flächenmässige Ausdehnung und ökologische Aufwertung der Auenwälder möglich ist. Durch den Rückzug der Gletscher entstehen neue Lebensräume für Alluvionengesellschaften in den Gletschervorfeldern.

In Bezug auf die Nichtwald-Vegetationstypen kann durch die Klimaänderung mit einer Verschiebung der Verbreitungsgrenzen nach oben sowie einer Einwanderung neuer Arten weiter unten im Tal gerechnet werden. Die Zusammensetzung der Ökosysteme wird sich verändern: Es werden zunehmend trockenheitsresistente Vegetationstypen entste-

hen, feuchtigkeitsliebende Gesellschaften werden gefährdet. Die Produktivität von höher gelegenen alpinen Rasen und Wiesen wird zunehmen, mit positivem Effekt für die Landwirtschaft. Die Auswirkungen auf die terrestrische Biodiversität werden wahrscheinlich erst nach 2050 manifest. Mit einer Abnahme der Attraktivität der Landschaft unterhalb der Gletscher wird nicht gerechnet.

**Handlungsbedarf.** Der höchste Handlungsbedarf im Saastal wird beim Schutzwald sowie im Bereich des Permafrosts gesehen. Etwas weniger dringlich eingeschätzt wird der Handlungsbedarf in den Bereichen Hochwasserschutz, Waldbrand sowie terrestrische Biodiversität.

**Handlungsoptionen.** Nachfolgend werden die wichtigsten Handlungsoptionen zum Umgang mit dem Einfluss der Klimaänderung auf die Biodiversität beschrieben.

- Für die Erhaltung der langfristigen Schutzwirkungen des Waldes ist dessen vorsichtiger Umbau zu verstärken. Durch das langsame Wachstum der Bäume und die sich verstärkende Klimaänderung ist die zeitliche Dringlichkeit gegeben. Im Rahmen des empfohlenen Monitoringsystems sind die entsprechenden Bemühungen und Veränderungen im Wald zu überwachen, um bei allfälligen Fehlentwicklungen rasch Gegensteuer geben zu können.
- Auftauender Permafrost bereitet bereits heute Probleme bei hochgelegenen Bauten. Sofern der Rückzug aus den gefährdeten Gebieten aus wirtschaftlichen Gründen keine realistische Option darstellt, sind die Versuche mit ingenieurb biologischen Massnahmen so schnell wie möglich zu starten, damit zukünftig verlässliche Instrumente zur Verfügung stehen. Kritische Flächen sind zu identifizieren und mit geeigneten Methoden im Monitoringsystem zu überwachen.
- Eine weitere Handlungsoption ist der Aufbau eines Monitoringsystems. In der Aufbauphase steht die Bestimmung geeigneter Methoden und Indikatoren im Vordergrund. In der operativen Phase geht es darum, die Auswirkungen sowie die Zielerreichung bereits getroffener Massnahmen sorgfältig zu überwachen. Mit den Informationen aus dem Monitoringsystem sollen Grundlagen für die Definition der Massnahmenziele bereitgestellt und die zeitliche Planung der Massnahmen verbessert werden.

### **Teilprojekt Tourismus**

**Auswirkungen des Klimawandels.** Gemäss mündlichen Aussagen von Personen aus der Saaser Tourismusbranche sind erste Auswirkungen der Klimaänderung bereits spür- und feststellbar. Dazu gehören beispielsweise folgende Phänomene:

- Abnahme der Schneesicherheit, was insbesondere Konsequenzen für das Skifahren im Sommer hat.
- Abschmelzen der Gletscher, was an den Gletscherrändern den Pistenbau vor Herausforderungen stellt.
- Gletscherveränderungen, welche Wanderwege und Bergrouen gefährden.

- Auftauender Permafrost, welcher die Bodenstabilität im Bereich bestehender Infrastrukturanlagen vermindert.
- Zunahme von Steinschlag, welcher Wander- und Bergrouuten gefährdet.

In Zukunft ist mit weiteren Auswirkungen der Klimaänderung auf das Saastal und die Tourismusbranche zu rechnen:

- Die Abnahme der Schneesicherheit im Sommer wird sich weiter verstärken. Es ist möglich, dass für die Aufrechterhaltung des Sommer-Skitourismus zukünftig die Gletscher beschneit werden müssten. Dies hätte massive Auswirkungen auf den Wasser- und Energieverbrauch.
- Die Abnahme der Schneesicherheit im Winter und die wärmeren Temperaturen im Frühling können zu einer Verkürzung der Wintersaison führen.
- Durch die erwartete Zunahme der Naturgefahren ist in Zukunft mit mehr Hochwasser zu rechnen (Risiko für Talgemeinden (ausser Saas-Fee)), häufigeren Murgängen (Gefahr für Wanderwege, Verkehrsinfrastruktur sowie Siedlungsgebiete), verstärkten Gletschergefahren (Gefahr für alpine Infrastruktur, Wander- und Bergrouuten) und vermehrten Rutschungen (Auswirkungen auf Siedlungen und Infrastruktur).
- Im Weiteren ist zukünftig mit einem erhöhten Waldbrandrisiko zu rechnen (Auswirkungen auf Sommertourismus).

Für den Wintertourismus im Saastal kann die Klimaänderung auch eine Chance darstellen. Dies deshalb, weil durch die wärmeren Temperaturen die Schneesicherheit in tiefer gelegenen Skigebieten abnimmt. Es wird daher angenommen, dass die touristische Nachfrage im Winter in hoch gelegenen Gebieten wie dem Saastal tendenziell ansteigt.

Auch der Sommer könnte aufgrund der Klimaänderung in Zukunft weiter an Relevanz gewinnen. Dies, weil die Region Saastal durch ihre Höhenlage Vorteile gegenüber anderen Sommerdestinationen, wie z.B. dem Mittelmeerraum, aufweist (Stichwort Bergfrische im Sommer).

Allgemein gilt, dass die Klimaänderung einer von vielen Faktoren ist, die im Tourismus eine relevante Rolle spielen. Die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung in den Herkunftsländern der Gäste sowie Veränderungen im Saastal selbst können die touristische Entwicklung massgeblicher beeinflussen als die Auswirkungen der Klimaänderung.

**Handlungsbedarf.** Die Arbeiten im Teilprojekt Tourismus zeigten, dass aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels beim touristischen Angebot ein grosser Handlungsbedarf besteht. Im Bereich Infrastrukturanlagen wird der Handlungsbedarf weniger dringlich eingeschätzt. Im Bereich der Landschaft wird er gar mit geringer Priorität eingestuft.

**Handlungsoptionen.** Im Saastal wurden bereits diverse Anpassungsmassnahmen an die Folgen der Klimaänderung umgesetzt. Der Fokus liegt dabei auf der Sicherheit von Mensch und Infrastruktur. Nachfolgend werden die aus Sicht der vorliegenden Studie wichtigsten Handlungsoptionen für den Tourismus zur Anpassung an die Klimaänderung beschrieben.

- Die durch die Klimaänderung entstehenden neuen Gegebenheiten sollen aktiv als neue touristische Angebote genutzt und vermarktet werden. Dies sind beispielsweise: langfristiger Erhalt der Gletscher als Attraktion im Sommer, weiterhin hohe Schneesicherheit, insbesondere gegenüber tiefer gelegenen Skigebieten, Veränderungen der Landschaft wie z.B. neu entstehende Gletscherseen als touristische Chancen wahrnehmen und nutzen.
- Um langfristig für die relevanten Zielgruppen attraktiv zu bleiben, muss das touristische Angebot angepasst werden. Dies bedingt beispielsweise eine laufende Anpassung bei den Sport- und Freizeitangeboten, welche in allen vier Jahreszeiten Attraktivitäten bieten sollen, sowie verstärkte Aktivitäten zur Vermarktung von Regionalität und Lebensqualität (z.B. regionale Produkte, erneuerbare Energien und Ressourcenschonung, Genuss, Zeit und Sinne als Luxusgüter).
- Die Sicherheit von Mensch und Infrastruktur muss langfristig erhalten und laufend verbessert werden vgl. dazu Handlungsoptionen im Teilprojekt Siedlung / Infrastruktur.
- Im Bereich Tourismus ist zusätzlich zu den Anpassungsmassnahmen eine breite Umsetzung von Wasser- und Energiesparmassnahmen in der Hotellerie, bei der Beschneigung, bei den Bergbahnen etc. anzustreben sowie eine Zertifizierung mit entsprechenden Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitslabeln.
- Die bestehende Gebäudeinfrastruktur soll aufgrund der erwarteten, zunehmenden Touristenströme ausgebaut, erneuert und energetisch saniert werden. Neubauten sollen im Minergie-Standard gebaut werden und nur dort, wo keine Verdichtung bzw. kein Ausbau möglich ist.

## **Schlussfolgerungen**

Im Saastal sind in vielen Bereichen bereits heute erste Auswirkungen des Klimawandels erkenn- und spürbar. Bis ins Jahr 2050 ist in allen untersuchten Bereichen mit (weiteren) Auswirkungen durch die Klimaänderung zu rechnen. Viele der Veränderungen und Auswirkungen werden schleichend passieren.

Es besteht in allen vier untersuchten Bereichen Handlungsbedarf. Teilweise wurden erste Massnahmen zur Anpassung an die Klimaänderung bereits umgesetzt. Beispiele erster Massnahmen sind Schutzbauten vor Naturgefahren, die Abdeckung des Gletschers im Sommer an exponierten Stellen, die Beschneigung der Pisten oder die Verlegung und Sicherung von Wanderwegen und Bergrouen. Die Grenze zwischen der Klimaänderung und anderen Effekten, welche den hergeleiteten Handlungsbedarf hervorrufen und solche Massnahmen notwendig machen, ist jedoch nicht immer klar und eindeutig zu ziehen.

Der in den vier Teilprojekten identifizierte Handlungsbedarf ist unterschiedlich wichtig und dringlich. Für alle Felder mit Handlungsbedarf können Handlungsoptionen zur Anpassung an die Klimaänderung abgeleitet werden. Teilweise werden für einen Handlungsbedarf verschiedene Handlungsoptionen hergeleitet (z.B. touristisches Angebot), teilweise wird

aber auch nur eine Option empfohlen (z.B. Gefahrenkarten). Die Federführung zur Umsetzung der einzelnen Handlungsoptionen liegt auf unterschiedlichen Stufen (Gemeinde, lokale Organisationen, Kanton Wallis oder Bund). Dies verdeutlicht, dass die Gemeinden nicht in allen Belangen die federführende Rolle einnehmen werden (können). Sie sind somit aber auch nicht alleine für die Anpassung an den Klimawandel verantwortlich.

## Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung des Saastals

- **Beobachtung, Dokumentation und Prävention:** Wir empfehlen den Aus- und Aufbau folgender Instrumente, um die klimatischen Veränderungen systematisch und langfristig beobachten und dokumentieren zu können, mit den heutigen und zukünftigen Gefahren umgehen und sich präventiv darauf vorbereiten zu können:
  - **Gefahrengrundlagen:** Die Erstellung von integralen, synoptischen Gefahrenkarten für jede der vier Gemeinden für alle Gefahren ist essenziell für die zukünftige Entwicklung des Saastals. Dazu bedarf es relativ umfangreicher, lokalspezifischer Arbeiten, die bereits am Laufen sind. Die Karten sollen, sobald sie erstellt sind, der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.
  - **Monitoringsystem:** Zur systematischen Erfassung, Beobachtung und Überwachung der erwünschten und unerwünschten Veränderungen in Zusammenhang mit der Klimaänderung soll ein Monitoringsystem aufgebaut werden. Ein solches erlaubt es, rechtzeitig und effektiv allfällig notwendige Massnahmen in der dynamischen natürlichen Umwelt zu ergreifen. Das Monitoringsystem soll die Bereiche Wasser, Naturgefahren, Biodiversität etc. umfassen, bestehende Systeme (z.B. im Bereich der Naturgefahren) sollen bei dessen Aufbau integriert werden. Sinnvollerweise wird ein Monitoringsystem von den vier Gemeinden gemeinsam in Zusammenarbeit mit dem Kanton entwickelt.
  - **Ereigniskataster:** Der Aufbau einer Datenbank, die es ermöglicht, vergangene Ereignisse im Hinblick auf die zentralen Einflussfaktoren und die wesentlichen Parameter der Klimaerwärmung zu analysieren, soll gefördert werden. Damit könnten gewisse Trends frühzeitig erkannt und angegangen werden.
  - **Wasserbewirtschaftung:** Die Analysen zeigen, dass das Saastal auch in Zukunft im nationalen und internationalen Vergleich ein relativ hohes Wasserdargebot haben wird. Um eine integrale Wasserbewirtschaftung zu gewährleisten, die sowohl Schutz- als auch Nutzeninteressen einbezieht, empfehlen wir die Einführung eines Einzugsgebietsmanagement, an dem sich alle zukünftigen Aktivitäten im Bereich Wasser orientieren sollten.
- **Prozesse, Regelungen und Strukturen:** Wir empfehlen eine umfassende Überprüfung der Prozesse, Regelungen und Strukturen in den Gemeinden und angegliederten Organisationen auf ihre Tauglichkeit, insbesondere im Umgang mit den Herausforderungen und Chancen des Klimawandels. Beispiele für die Überprüfung von Prozessen und Strukturen sind:

- Raumplanung und Bauordnungen (z.B. Bezeichnung und Ausscheidung von Gefährdungszonen aufgrund der Gefahrenkarten),
  - Überprüfung der aktuellen Landnutzung und Einleitung allfällig notwendiger Meliorationen,
  - die Schaffung eines Sicherheitsrats, der sämtliche Aktivitäten des Risikomanagements von Naturgefahren koordinieren und organisieren könnte,
  - Organisation der Abläufe und Informationsflüsse im Zusammenhang mit den Naturgefahren. Definition einer verantwortlichen Ansprechperson bzw. Stelle für sämtliche Naturgefahren, die alle Aktivitäten auf Gemeindeebene koordiniert,
  - Prüfung der Zusammenlegung der Trinkwasserversorgung,
  - Schaffung einer Zukunftskommission, welche die Gemeindegeschäfte auf ihre langfristigen und nachhaltigen Wirkungen hin überprüft und entsprechende Ablehnungs- oder Annahmeanträge an die Gemeindeversammlung stellt.
- **Vermarktung und Kommunikation:** Das Saastal ist eine Pilotregion und verfügt damit über einen grossen Vorteil gegenüber anderen Regionen: Es hat sich frühzeitig und proaktiv mit der Klimaänderung und deren Auswirkungen befasst und ist für die anstehenden Herausforderungen gerüstet. Diese Vorteile sollen auch in der neuen Destinationsstrategie bei der Positionierung bezüglich Nachhaltigkeit weiter genutzt werden. Als hoch gelegene Alpendestination weist die Region sowohl im Winter, wie auch im Sommer gegenüber anderen Destinationen einen komparativen Vorteil auf:
- Die Gletscher, welche aufgrund ihrer hohen Lage der Region noch sehr langfristig erhalten bleiben werden, sollen vermehrt inszeniert und als Wahrzeichen der Region im Sommer und Winter vermarktet werden.
  - Im Winter bleibt die Schneesicherheit langfristig ein Markenzeichen, im Sommer die Sommerfrische sowie die attraktive Bergwelt, die sich für Kurz- und Nahreisen hervorragend eignet.

Eine starke Positionierung mit einer cleveren Vermarktung dieser Standortvorteile und den saastalspezifischen Eigenheiten können die Region stärken.

- **Nachhaltige Entwicklung des Tourismus:** Der Tourismus steht und fällt mit dem touristischen Angebot, welches auch an die laufenden klimatischen Veränderungen angepasst werden muss. Vom Saastal wird eine Intensivierung des Tourismus sowohl im Winter wie auch im Sommer angestrebt, was ein ganzjähriges und wetterunabhängiges Angebot verlangt. Wir empfehlen, diese wachstumsorientierte Entwicklung vom Ressourcenverbrauch zu entkoppeln. Neue Angebote sollen die Regionalität, Energie- und Ressourceneffizienz auf der einen Seite und das Erlebnis der alpinen Ausflugsvielfalt, der Gletscher- und Bergwelt auf der andern Seite vereinen. Die Zertifizierung mit energetischen und/oder nachhaltigen Labeln können diese Bestrebungen sowohl nach innen wie nach aussen unterstützen.
- Der Skibetrieb (z.B. Bergbahnen, Beschneigung) sollen möglichst energie- und wassersparend betrieben werden.
  - Neue touristische Angebote, die aufgrund der Klimaänderung entstehen, sollen nach Möglichkeit ressourcenschonend entwickelt und angeboten werden.

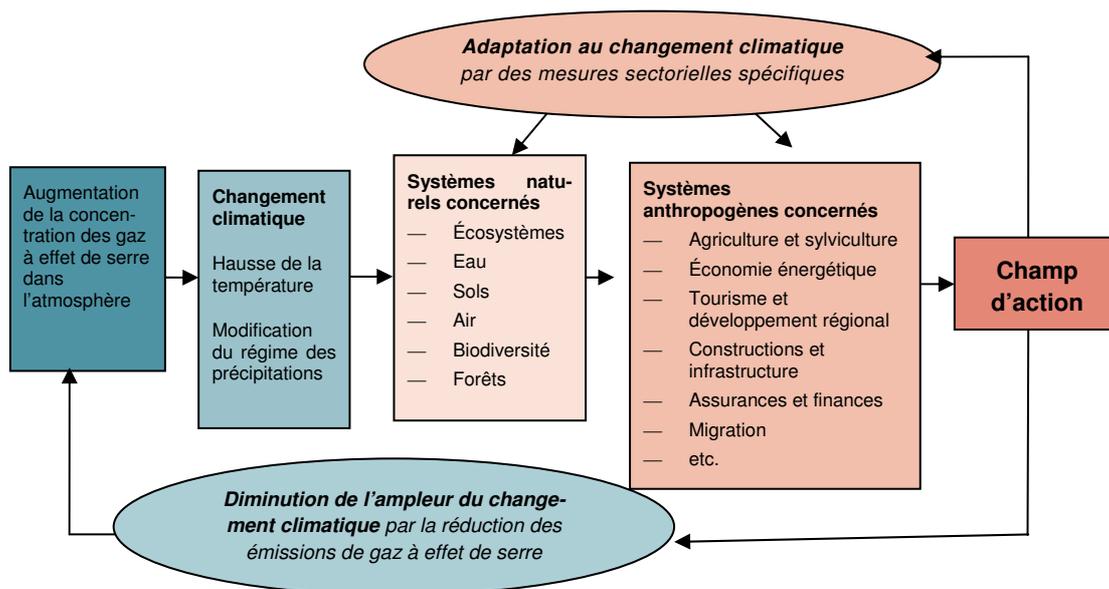
- Hotellerie und Parahotellerie sollen sich als energie- und ressourceneffizient positionieren sowie regionale und saisonale Produkte bevorzugen.
  - Das Saastal soll regional produzierte Produkte fördern und aktiv vermarkten (inkl. der positiven Effekte für die Landwirtschaft)
  - Neubauten und Sanierungen sollen nach Möglichkeit in Minergie oder Minergie-P-Standard gebaut werden.
  - Um ein ganzjähriges Angebot auch bei schlechterem oder Übergangswetter bieten zu können, empfehlen wir ein Schul- und Ausbildungszentrum für Kinder, Jugendliche und Erwachsene.
- **Weiterführung der angepackten Arbeiten:** Die im Rahmen der vorliegenden Studie gewonnenen Erkenntnisse sollen zur Erreichung der in der neuen Destinationsstrategie erarbeiteten Ziele weiterentwickelt und umgesetzt werden.
- Das von der Region angestrebte Wachstum gilt es nachhaltig, das heisst auch im Sinne des Klimaschutzes und der Anpassung an die Klimaänderung, zu verwirklichen. Ein nachhaltiges Wachstum muss aktiv vorgelebt werden und glaubwürdig sein. Dazu empfehlen wir, innovative Leuchtturmprojekte anzupacken, umzusetzen und darüber aktiv zu kommunizieren.
- Ganz konkret empfehlen wir das Instrument eines Aktivitätenprogramms, welches für die drei bis vier kommenden Jahre alle geplanten Massnahmen inklusive ihrer Priorität, der Verantwortlichkeit und der Kosten auflistet.
- **Forschungsbedarf:** Abschliessend empfehlen wir, den im Rahmen des Projektes ausgewiesenen Forschungsbedarf bei der Planung und Umsetzung der weiterführenden Arbeiten zu berücksichtigen.

## Résumé

### Situation initiale et idée du projet

Selon les prévisions des scientifiques, le changement climatique déjà observable va encore se renforcer. Il existe de nombreuses mesures aux niveaux national et international qui visent à réduire les gaz à effet de serre et, par-là, à diminuer l'ampleur de ce changement. Toutefois, les efforts actuels ne suffiront sans doute pas pour enrayer cette évolution ou pour la ralentir sensiblement. Il en résulte, pour les pays et les régions, la nécessité de se pencher sur les effets que le changement de climat implique pour eux et de s'y adapter de manière appropriée. L'idée de la présente étude était donc d'analyser les effets du changement climatique dans une région sélectionnée pour une étude de cas et de développer des possibilités d'adaptation possibles.

### Schéma de principe «Changement climatique et adaptation à ce changement»



OFEV/econcept

Figure 2: Schéma de principe des deux champs d'action «Diminution de l'ampleur du changement climatique» et «Adaptation au changement climatique» (OFEV/econcept).

L'étude a été effectuée dans une région alpine parce que les Alpes sont considérées en Suisse comme un système écologique particulièrement sensible, dans lequel les effets du changement climatique devraient être plus prononcés que dans d'autres régions. La vallée de Saas s'est avérée particulièrement appropriée en raison de sa situation géographique, de sa structure économique, des conditions sociétales d'ensemble ainsi que de l'intérêt des autorités locales et de la population. Cette vallée valaisanne compte quatre communes: Saas-Almagell, Saas-Balen, Saas-Fee et Saas-Grund.

L'idée du projet était d'examiner les effets du changement climatique dans la vallée de Saas au sein de quatre secteurs importants, à savoir (1) l'eau, (2) l'habitat/les infrastructures, (3) la biodiversité et (4) le tourisme. Chacun de ces domaines a donné lieu à un sous-projet. Sur la base des effets du changement climatique, l'étude montre où se font ressentir les besoins d'action pour la vallée de Saas et les possibilités d'action qui existent pour s'adapter au changement du climat. Pour terminer, elle développe des recommandations pour l'évolution future de la vallée de Saas qui tiennent compte des modifications climatiques.

## Objectifs du projet

Globalement, le projet poursuit les objectifs suivants:

- 1 pour l'évolution future dans la vallée de Saas, il propose des recommandations fondées les possibilités d'adaptation et d'action élaborées. Elles serviront de base aux décisions relevant du domaine de la politique, de l'économie et des assurances dans les secteurs de l'utilisation de l'espace et des ressources.
- 2 la présente étude étant un projet pilote, elle établit une démarche standardisée pour l'exécution de projets analogues dans d'autres régions. Cependant, il n'est pas possible de tirer de conséquences analogiques des résultats de cette étude, car les conditions naturelles, historiques et économiques sont uniques dans chaque région.
- 3 le projet identifie des questions n'ayant pas encore trouvé de réponse et la nécessité d'engager des recherches complémentaires.

Nous avons adopté une approche holistique tenant compte des interactions entre les différents sous-projets pour atteindre ces objectifs. Il s'agissait d'obtenir des résultats orientés autant que possible sur l'application et la pratique. Cela suppose d'intégrer les parties prenantes locales dès le début du projet. C'est ainsi que, dès le départ, les quatre communes de la vallée de Saas et le canton du Valais ont été partenaires du projet. Par ailleurs, différents ateliers et manifestations se sont tenus dans la vallée de Saas, auxquels un large public local a été convié. De même, de nombreux entretiens et interviews avec des représentants locaux ont eu lieu dans le cadre des quatre sous-projets.

## Démarche et déroulement du projet

Le projet était organisé comme suit:

**Partenaires du projet.** Les partenaires du projet étaient membres du groupe de suivi chargé de la direction stratégique du projet.

**Direction générale du projet.** La direction opérationnelle était chargée de la direction générale du projet. Elle était responsable de l'élaboration des données de base, de la

coordination entre les sous-projets, de l'organisation des manifestations dans la vallée de Saas ainsi que des recommandations conclusives et du rapport final.

**Communication.** Le bureau de communication était compétent pour la communication vers l'extérieur, à destination du public et des médias.

**Quatre sous-projets.** Les sous-projets étaient organisés en quatre équipes travaillant de manière autonome. Elles se sont occupées principalement des questions suivantes:

- **Eau:** quels effets le changement climatique a-t-il sur le bilan hydrologique de la vallée de Saas? Comment évolue la disponibilité locale de l'eau pour les différents secteurs économiques? Quelles stratégies d'utilisation globales sont appropriées pour garantir à long terme l'alimentation en eau des différents secteurs économiques? Où y a-t-il émergence de nouvelles possibilités d'utilisation des ressources hydrauliques?
- **Habitat/infrastructures:** quels peuvent être les effets dus au changement climatique sur la situation des risques naturels ainsi que sur l'habitat et les infrastructures existant dans la vallée de Saas? Comment les gérer du point de vue technique, politique, écologique et économique?
- **Biodiversité:** quelles répercussions le changement climatique peut-il avoir sur la biodiversité et les services écosystémiques dans la vallée de Saas? Quels sont les écosystèmes particulièrement menacés par les changements? Où a-t-on affaire à des écosystèmes particulièrement précieux ou à des écosystèmes rendant des services importants, comme la protection contre les avalanches, les glissements de terrain, etc.? Comment peut-on gérer les changements?
- **Tourisme:** quels effets directs et indirects le changement climatique risque-t-il d'avoir sur le tourisme dans la vallée de Saas? Quelles sont les activités et offres touristiques existantes qu'il faut ajuster aux nouvelles conditions climatiques et/ou ne plus proposer? Quels sont les nouveaux potentiels touristiques qui émergent?

Les travaux dans les sous-projets ont eu lieu parallèlement. Ils se sont orientés sur les questions suivantes, rapportées au thème spécifique du sous-projet:

- 1 avec quels effets faut-il compter en raison du changement climatique?
- 2 pour quels secteurs existe-t-il un besoin d'action en raison des effets attendus?
- 3 quelles sont les possibilités d'action existantes pour gérer les effets escomptés du changement climatique?

Après chacune de ces trois étapes de travail, les membres des sous-projets se sont rencontrés pour échanger informations et données.

## Le changement climatique

Le tableau ci-dessous reflète les changements attendus pour la vallée de Saas en matière de température et de précipitations. Ces données ont été utilisées dans la présente étude:

Mois	Modification attendue des températures en °C			Modification attendue des précipitations en %		
	2030 Moyenne	2050 Moyenne	2070 Scénario moyen ou extrême	2030 Moyenne	2050 Moyenne	2070 Scénario moyen ou extrême
Déc./janv./févr.	0,9	1,8	2,5	+ 6%	+ 11%	+ 16%
Mars/avr./mai	0,9	1,8	2,6	- 2%	- 4%	- 6%
Juin/juill./août	1,5	2,8	4,0	- 10%	- 19%	- 26%
Sept./oct./nov.	1,1	2,2	3,1	- 2%	- 4%	- 5%

Tableau 2: prévisions climatiques fondées sur le rapport 2007 de l'OcCC (valeurs pour la Suisse méridionale) servant de base au présent projet. Les années 2030 et 2050 servent de standard, l'année 2070 est considérée comme scénario extrême pour l'année 2050.

La description du climat actuel (période de 1961 à 1990, cf. annexe A-1) se fonde sur les valeurs mesurées à la station de Zermatt.

Il s'avère qu'il faut escompter une hausse de température durant les quatre saisons. Pour ce qui est des précipitations, on peut s'attendre à une augmentation hivernale (= plus de neige) et une diminution estivale. Dans leur ensemble, les valeurs du tableau ci-dessus ne constituent pas des valeurs absolues, mais elles montrent la modification moyenne évaluée sur une fourchette possible.

## Résultats et conclusions

### Sous-projet Eau

**Effets du changement climatique.** Les analyses montrent qu'à l'avenir également, la vallée de Saas profitera d'un approvisionnement en eau relativement élevé par rapport aux valeurs nationales et internationales. À court terme, les effets du changement climatique sur le bilan hydrologique de la vallée de Saas sont faibles. Jusqu'en 2050 au moins, les différents utilisateurs d'eau devraient disposer de suffisamment d'eau de surface et d'eau de source. Cependant, aujourd'hui déjà, les petites structures sectorielles de gestion des eaux atteignent parfois leurs limites.

La pénurie d'eau ne deviendra un problème pour certains secteurs économiques qu'à partir du moment où le recul des glaciers aura été tel qu'il entraînera une baisse des eaux de fonte. Selon la modélisation employée, cela pourrait être le cas à partir de 2050. Des situations de concurrence entre différents consommateurs et écosystèmes peuvent en résulter alors que, simultanément, les besoins augmentent. La pression sur les ressources en eau – due au changement climatique et à l'augmentation des conflits d'intérêt

– prendra ainsi de l'ampleur à moyen et long terme dans la vallée de Saas alors que la consommation d'eau augmentera.

**Besoins d'action.** Dans l'ensemble, les besoins d'action dans le secteur de l'eau apparaissent comme relativement faibles jusqu'en 2050. Comparativement, ils sont élevés dans les secteurs économiques constitués par le tourisme et la gestion des eaux urbaines (sans tourisme), et plus particulièrement en termes d'approvisionnement en eau potable. Dans tous les secteurs économiques, il y a déjà mise en œuvre ou planification de mesures d'ajustement.

**Possibilités d'action.** Les études en cours relatives au cycle de l'eau et les premières activités de suivi au niveau des communes et du canton montrent qu'à l'avenir, il sera impératif de disposer de bonnes bases de données pour pouvoir en déduire des mesures efficaces et effectives d'ajustement au changement climatique. Toutes les activités futures dans le domaine de l'eau doivent avoir la gestion du bassin versant pour principe directeur afin de garantir une gestion intégrale de l'eau, qui inclue autant les intérêts de protection que les intérêts des utilisateurs. Cela permettra une gestion de l'eau efficace, concertée à l'échelle régionale et présentant des priorités clairement définies.

Le sous-projet Eau considère les possibilités d'action suivantes comme prioritaires:

- système de suivi: améliorer la collecte de données dans le domaine de l'eau et l'organiser au niveau du canton.
- vérification du regroupement des coopératives d'eau potable.
- eau potable: orienter l'infrastructure sur les journées de pointe, protéger les sources de la pollution par les laves torrentielles, élaborer des règles de restriction de l'approvisionnement.
- utilisation multiple de l'eau, par ex. par turbinage des eaux usées ou utilisation des réservoirs d'eau potable pour la production d'énergie.
- lac de retenue: promouvoir les mesures de rétention des sédiments, vérifier les règles de curage des bassins de retenue.
- eaux résiduelles: vérifier les dispositions légales de soutirage de l'eau et d'assainissement des eaux résiduelles, et les adapter aux conditions d'écoulement glaciaires, déjà altérées et susceptibles d'évoluer à l'avenir, afin de pouvoir garantir des volumes d'eau résiduelle adéquats dans les fleuves et les ruisseaux.
- protection contre les crues: vérifier la renaturation des ruisseaux et l'entretien des bisses.

### **Sous-projet Habitat / infrastructures**

**Effets du changement climatique.** Selon les connaissances actuelles, il faut partir du principe que, dans la vallée de Saas, le changement climatique influence la situation des risques naturels et entraînera à long terme une augmentation ceux-ci. La modification

des grilles de précipitations, le déplacement de la limite du permafrost ainsi que le retrait des glaciers et/ou la fonte des cellules glaciaires auront les effets directs les plus marqués sur la situation des aléas naturels dans la vallée de Saas. En raison de ces changements, il convient de s'attendre à une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des laves torrentielles, à une hausse du nombre des glissements de terrain et des éboulements ainsi qu'à des situations météorologiques extrêmes accompagnées de crues. Il n'est pas possible d'évaluer la situation relative aux avalanches à cause de la diversité des influences.

Au regard de la complexité des différents processus et des secteurs à risques, seules des expertises géologiques, géomorphologiques, hydrologiques et glaciologiques détaillées pourront fournir la base permettant d'évaluer le développement concret des risques sur les zones habitées et les infrastructures. Une connaissance détaillée des secteurs à risques locaux est nécessaire. On peut supposer que certains secteurs à risques sont aujourd'hui déjà sous l'influence de processus inhérents au changement climatique.

L'évaluation des aléas dans la vallée de Saas doit également intégrer une analyse de l'accès à celle-ci. La route d'accès à cette vallée n'étant pas située à l'intérieur de la limite géographique du système de la présente étude (les quatre communes de la vallée de Saas), il n'a pas été réalisé d'autres analyses à ce sujet.

**Besoins d'action.** Même sans changement climatique, la vallée de Saas connaît déjà de nombreux aléas naturels auxquels il est remédié par des mesures de protection et d'autres interventions humaines, comme des modifications de l'exploitation. On peut supposer que les mesures déjà prises résisteront aussi à l'intensification des processus liés aux risques naturels et qu'il est encore temps d'adapter les mesures de protection aux conditions modifiées. Ainsi, la présente étude ne permet pas de déduire d'indices concrets prouvant qu'il s'avèrera de plus en plus difficile d'assurer l'habitat et les infrastructures dans la vallée de Saas.

Mais ce que l'on peut prévoir avec une grande certitude, c'est qu'à l'avenir, la surveillance de la situation relative aux risques naturels exigera plus de précision et d'attention en raison du changement climatique. Ainsi, en cas de recrudescence plus forte que prévu des précipitations dans la vallée de Saas, des parties importantes de l'habitat et des infrastructures peuvent être concernées par des risques accrus. Une très forte concentration des chutes de neige pourrait même entraîner la rupture des paravalanches existants.

**Possibilités d'action.** Ci-dessous, nous expliquons les principales possibilités d'action permettant de gérer l'influence du changement de climat.

- Pour établir une évaluation globale des risques, l'élaboration de cartes actuelles illustrant les risques naturels en matière d'avalanches, d'aléas glaciaires, de laves torrentielles, de risques d'éboulement, de risques de crues et de l'ensemble des risques de glissement de terrain est d'une importance centrale. Jusqu'en octobre 2010, une carte illustrant les risques dans toute la zone d'habitat existait pour les avalanches. Selon des informations du canton du Valais, les autres cartes illustrant les risques

sont en cours d'élaboration et doivent être toutes disponibles d'ici à la fin 2012. Pour optimiser le processus ainsi que la coopération entre le canton et les communes, nous recommandons de définir, tant du côté du canton que de celui des communes, *un seul* interlocuteur ou bureau compétent pour tous les risques naturels et de faire coordonner toutes les activités par cet interlocuteur ou bureau. Il serait bon de se demander si les quatre communes doivent créer conjointement un bureau compétent, ce qui pourrait débloquer des synergies considérables.

- Pour l'observation et la surveillance de la situation de risques, il existe fondamentalement différentes possibilités d'action, telles que des contrôles visuels effectués par des experts, des méthodes géophysiques ou des méthodes de télédétection ou encore des mesures géodésiques détaillées ou autres. La mise en place d'un système informatisé global de mesure et d'information, avec une extension ciblée du réseau de mesure existant, peut faciliter cette tâche. Afin de maintenir la fiabilité des constructions de protection pendant la durée d'utilisation exigée, il est nécessaire de procéder à un examen régulier de celles-ci dans le cadre de visites de contrôle ou de surveillance.
- La tenue systématique et exhaustive d'un cadastre des événements (par ex. StorMe) est une des possibilités d'action qui permet de réaliser des analyses d'événements visant à constater d'éventuelles modifications sur une base comparable et aussi quantitative que possible.
- La communication des nouveaux risques ou des risques existants ainsi que des changements constatés dans les processus de risques naturels revêt une importance considérable dans une vallée montagnarde comme celle de Saas. Si les autorités adaptent leur politique de l'information aux problèmes, il est possible que la population, non seulement prenne conscience des risques existants et des nouveaux risques, mais encore qu'elle soit prête à agir (par ex. par des mesures non obligatoires de protection des bâtiments ou par un comportement adapté en cas d'évacuation).
- La communication intègre aussi les processus internes, que des cartes d'intervention peuvent par exemple améliorer. Les canaux d'information locaux et régionaux sont sensibles car, ils sont souvent tributaires, notamment des routes, qui peuvent aussi être touchées par des événements liés aux risques naturels. Pour institutionnaliser la communication, il est possible de former un comité d'experts dédié qui concentre toutes les activités.

### **Sous-projet Biodiversité**

**Effets du changement climatique.** Les travaux du sous-projet Biodiversité ont montré que les températures plus élevées, qui résultent du changement climatique, permettent fondamentalement la migration et l'extension d'espèces pour lesquelles la zone étudiée était trop froide jusqu'alors. Les températures plus élevées et la période de végétation prolongée entraînent une hausse de la consommation d'eau par la végétation, ce qui, à l'avenir, entraînera une aggravation de la sécheresse déjà observée actuellement.

Dans la forêt, les changements climatiques peuvent engendrer une mise en danger accrue de l'épicéa sur les sites actuels. Cela pourrait entraîner un effondrement de l'épicéa sur de grandes surfaces, surtout après des années de sécheresse. La menace qui pèse sur les mélèzes du fait du grand bostryche du mélèze s'accroîtra aussi vraisemblablement, ce qui peut entraîner un affaiblissement de leur fonction de protection des sites secs. De plus, il convient de s'attendre à une aggravation du risque d'incendie de forêt, ce qui, à plus long terme, fera disparaître des forêts les essences sensibles au feu. Dans l'ensemble, il est vraisemblable qu'apparaissent des effets négatifs sur les fonctions protectrices des forêts, notamment pour Saas-Balen. Par contre, on peut s'attendre à une productivité croissante de la sylviculture, surtout en haute altitude.

Pour ce qui est des plaines d'inondation, une extension de la superficie des forêts rivulaires et une revalorisation écologique de celles-ci sont possibles, même sous des conditions climatiques modifiées et dans la mesure où le dynamisme des cours d'eau est suffisant. Le retrait des glaciers libère de nouveaux espaces de vie dans les moraines frontales pour les sociétés alluvionnaires.

Concernant les espèces de végétation non forestières, on peut s'attendre à ce que le changement climatique conduise à un déplacement des limites de propagation vers le haut ainsi qu'à une migration de nouvelles espèces plus bas dans la vallée. La composition des écosystèmes changera: des types de végétation résistant à la sécheresse apparaîtront de plus en plus tandis que les familles de plantes aimant l'humidité seront menacées. La productivité des prairies et prés alpins en altitude augmentera, avec des retombées positives pour l'agriculture. Les effets sur la biodiversité terrestre ne se manifesteront vraisemblablement qu'après 2050. Il ne faut pas s'attendre à une diminution de l'attractivité du paysage en contrebas des glaciers.

**Besoins d'action.** Dans la vallée de Saas, le plus grand besoin d'action concerne la forêt de protection ainsi que le domaine du permafrost. Le besoin d'action dans les domaines de la protection contre les crues, des incendies de forêt et de la biodiversité terrestre, présente un caractère d'urgence un peu moindre.

**Possibilités d'action.** Les points ci-dessous décrivent les principales possibilités d'action afin de gérer l'influence du changement climatique sur la biodiversité.

- Pour préserver à long terme les effets protecteurs de la forêt, il convient de renforcer sa restructuration tout en restant prudent. L'urgence en termes de temps résulte de la lenteur de croissance des arbres et de l'aggravation du changement climatique. Dans le cadre du système de suivi préconisé, il convient de surveiller dans la forêt les efforts et les modifications correspondants afin de pouvoir corriger rapidement les éventuelles évolutions négatives.
- Aujourd'hui déjà, la fonte du permafrost présente des problèmes pour les constructions en altitude. Dans la mesure où, pour des raisons économiques, le retrait des zones à risques ne constitue pas une option réaliste, il est impératif de lancer aussi rapidement que possible des essais en effectuant des mesures relevant du génie bio-

logique pour disposer à l'avenir d'outils fiables. Il convient d'identifier et de surveiller les surfaces critiques dans le cadre du système de suivi.

- Une autre possibilité d'action est la mise en place d'un système de suivi. Dans la phase de mise en place, la priorité est de déterminer les méthodes et les indicateurs appropriés. Pendant la phase opérationnelle, il s'agit de surveiller attentivement les effets des mesures déjà prises ainsi que le succès de ces dernières. Les informations fournies par le système de suivi serviront à mettre à disposition les bases permettant de définir les objectifs des mesures à prendre et à améliorer la planification des mesures dans le temps.

### Sous-projet Tourisme

**Effets du changement climatique.** Selon des déclarations verbales de personnes travaillant dans la branche du tourisme de la vallée de Saas, il est possible de ressentir et constater les premiers effets du changement de climat. En font notamment partie les phénomènes suivants:

- diminution de la sécurité d'enneigement, ce qui a des conséquences notamment pour la pratique du ski en été.
- fonte des glaciers, ce qui implique des défis au niveau de la construction de pistes sur les bords des glaciers.
- modifications des glaciers, ce qui représente un risque pour les chemins de randonnée et les routes montagnardes.
- fonte du permafrost, ce qui réduit la stabilité des sols dans les zones où se situent les infrastructures existantes.
- augmentation de la fréquence des chutes de pierres, ce qui constitue un risque pour les chemins de randonnée et les routes de montagne.

À l'avenir, il convient de s'attendre à d'autres effets du changement climatique sur la vallée de Saas et le secteur du tourisme:

- la diminution de la sécurité d'enneigement en été va encore se renforcer. Il est possible qu'à l'avenir, il faille recouvrir les glaciers de neige artificielle pour retenir le tourisme lié au ski d'été. Cela influencerait considérablement la consommation d'eau et d'énergie.
- la baisse de la sécurité d'enneigement en hiver et la hausse des températures printanières peuvent entraîner un raccourcissement de la saison hivernale.
- en raison de progression escomptée des aléas naturels, il faut s'attendre à l'avenir à des crues plus importantes (risque pour les communes situées dans la vallée à l'exception de Saas-Fee), à une fréquence accrue des laves torrentielles (risque pour les chemins de randonnée, l'infrastructure routière ainsi que les zones habitées), à des risques plus importants liés aux glaciers (risques pour l'infrastructure alpine, les chemins de randonnée et les routes de montagne) et une augmentation des glissements de terrain (effets sur les zones d'habitat et les infrastructures).

- de plus, il convient de s'attendre à l'avenir à un risque plus important d'incendies de forêt (répercussions sur le tourisme estival).

Pour le tourisme hivernal dans la vallée de Saas, le changement climatique peut également représenter une opportunité: en effet, la sécurité d'enneigement décroît dans les domaines skiables situés à moindre altitude en raison de la hausse des températures. On peut donc supposer que la demande touristique aura tendance à augmenter en hiver dans les zones qui, comme la vallée de Saas, sont situées en altitude.

À l'avenir, l'été pourrait aussi gagner en pertinence en raison du changement climatique: du fait de son altitude, la région de la vallée de Saas présente des avantages par rapport à d'autres destinations estivales, telles que le bassin méditerranéen, (mot clé : profiter de la fraîcheur estivale en montagne).

D'une manière générale, on peut dire que le changement climatique est l'un des nombreux facteurs qui jouent un rôle important en termes de tourisme. Le développement économique et sociétal dans les pays d'origine des visiteurs ainsi que les changements intervenus dans la vallée de Saas elle-même peuvent avoir une influence plus déterminante sur l'évolution du secteur touristique que les effets du changement de climat.

**Besoins d'action.** Les travaux réalisés dans le sous-projet Tourisme ont montré que les effets du changement climatique entraînent un grand besoin d'action en matière d'offre touristique. Le besoin d'action dans le domaine des infrastructures paraît revêtir un caractère d'urgence moindre. Dans le domaine du paysage, il est même classé à un degré de priorité faible.

**Possibilités d'action.** Dans la vallée de Saas, il y a déjà eu mise en œuvre de diverses mesures d'adaptation aux conséquences du changement climatique. L'accent est mis ici sur la sécurité des personnes et des infrastructures. Du point de vue de cette étude, les possibilités d'action qui s'avèrent les plus importantes en vue d'adapter le tourisme au changement climatique sont les suivantes:

- les nouvelles données issues du changement climatique sont à mettre à profit et à commercialiser de manière active en tant que nouvelles offres touristiques. Il s'agit, par exemple, de percevoir les points suivants comme des opportunités touristiques et de les mettre à profit : la conservation à long terme des glaciers comme attraction en été, le maintien d'un haut niveau de sécurité d'enneigement, notamment par rapport aux zones skiables à moindre altitude, les modifications du paysage comme par ex. la perception des lacs glaciaires nouvellement formés.
- l'offre touristique doit être adaptée de manière à rester attrayante à long terme pour les groupes cibles pertinents. Cela induit par exemple une adaptation continue des offres sportives et de loisirs, qui doivent proposer des attractions pendant les quatre saisons, ainsi qu'un renforcement des activités visant à commercialiser l'aspect régional et la qualité de vie (cf. les produits régionaux, les énergies renouvelables et la préservation des ressources, l'amour de la vie, le temps et le plaisir des sens présentés comme des biens de luxe).

- la sécurité des hommes et des infrastructures doit être garantie à long terme et améliorée en permanence (cf. à ce sujet les possibilités d'action du sous-projet Habitat / infrastructures).
- dans le secteur du tourisme, nous préconisons, outre des mesures d'ajustement, une mise en œuvre à grande échelle de mesures visant à économiser l'eau et l'énergie dans l'hôtellerie, dans l'apport de neige artificielle, pour les chemins de fer de montagne, etc. Nous recommandons une certification, avec les labels correspondants, dans le domaine de l'environnement et de la durabilité. La communication et la commercialisation des activités sont également importantes.
- au regard des flux de touristes attendus, il est nécessaire de renforcer et renouveler le parc immobilier existant et d'en assurer la rénovation énergétique. Les constructions neuves sont à exécuter selon le standard Minergie, et ce, uniquement là où il ne peut y avoir de densification de la construction ou d'extension.

## Conclusions

Dans la vallée de Saas, il est possible de constater et ressentir dès à présent les premiers effets du changement climatique dans de nombreux domaines. D'ici à 2050, il convient de s'attendre à des effets (supplémentaires) du changement climatique dans tous les domaines examinés. Bon nombre de ces modifications et de ces effets se feront de manière insidieuse.

Il est nécessaire d'agir dans les quatre domaines de l'étude. En partie, de premières mesures d'adaptation au changement climatique ont déjà été mises en œuvre. Parmi celles-ci, notons les constructions de protection contre les risques naturels, la pose de revêtements sur le glacier en été aux endroits exposés, l'enneigement artificiel des pistes ou la construction et la sécurisation des chemins de randonnée ou des routes de montagne. Cependant, il n'est pas toujours possible de différencier de manière claire et univoque entre le changement climatique et d'autres effets qui impliquent les besoins d'action que nous avons identifiés et qui rendent de telles mesures nécessaires

Les besoins d'action identifiés dans les quatre sous-projets présentent des différences en termes d'importance et d'urgence. Nous pouvons déterminer les possibilités d'action en vue de l'adaptation au changement climatique dans tous les secteurs où il y a des besoins d'action. Pour répondre aux besoins d'action, il y a parfois plusieurs possibilités d'action (cf. offre touristique), parfois une seule action (par ex. des cartes illustrant les risques). La responsabilité de la mise en œuvre des différentes possibilités d'action est répartie à différents niveaux (commune, organisations locales, canton du Valais ou Confédération). Il en ressort clairement que les communes n'auront pas à assumer la responsabilité principale de toutes ces questions (et ne pourront pas le faire). Ainsi, elles ne portent pas non plus à elles seules la responsabilité des adaptations nécessaires pour répondre au changement climatique.

## Recommandations pour l'évolution future de la vallée de Saas

- **Observation, documentation et prévention:** nous recommandons d'élargir et de concevoir les outils suivants qui permettront d'observer systématiquement et à long terme les changements climatiques et de les documenter, en vue de pouvoir gérer les risques actuels et futurs et de s'y préparer de manière préventive:
  - **données de base relatives aux risques:** l'élaboration de cartes synoptiques intégrales illustrant les risques pour chacune des quatre communes et pour tous les risques est essentielle pour le développement futur de la vallée de Saas. À cet effet, il est nécessaire de mener des travaux relativement importants à l'échelle locale, qui ont déjà été lancés. Les cartes doivent être mises à la disposition du public dès qu'elles seront prêtes.
  - **système de suivi:** un système de suivi est à mettre en place pour saisir, observer et surveiller de manière systématique les modifications désirables et indésirables en rapport avec le changement climatique. Ce type de système permet de prendre à temps les mesures efficaces éventuellement nécessaires dans l'environnement naturel dynamique. Dès son élaboration, le système de suivi doit englober les secteurs de l'eau, des aléas naturels, de la biodiversité, etc. et intégrer les systèmes existants (par ex. dans le domaine des risques naturels). Il serait judicieux que le système de suivi soit développé conjointement par les quatre communes en coopération avec le canton.
  - **cadastre des évènements:** il convient d'encourager la mise en œuvre d'une banque de données permettant d'analyser les évènements passés relativement aux facteurs centraux d'influence et aux paramètres importants du changement de climat. Cela permettrait de reconnaître et de réagir à temps à certaines tendances.
  - **gestion de l'eau:** les analyses montrent qu'à l'avenir également, la vallée de Saas profitera d'un approvisionnement en eau relativement élevé par rapport aux valeurs nationales et internationales. Afin de garantir une gestion globale de l'eau intégrant autant les intérêts de protection que les intérêts des utilisateurs, nous préconisons d'introduire une gestion du bassin versant sur laquelle devront s'orienter toutes les activités futures du secteur de l'eau.
- **Processus, réglementations et structures:** nous recommandons de vérifier l'adéquation de l'ensemble des processus, réglementations et structures en vigueur dans les communes et les organisations qui leur sont rattachées, notamment pour ce qui est des enjeux et des opportunités liés au changement climatique. Exemples de processus et de structures à vérifier:
  - aménagement du territoire et règlements en matière de construction (cf. la désignation et l'élimination de zones à risques à partir des cartes illustrant les risques),
  - analyse de l'occupation actuelle des sols et introduction d'améliorations éventuellement nécessaires,

- création d'un conseil de sécurité qui pourrait coordonner et organiser toutes les activités de gestion des risques naturels,
  - organisation des processus et des flux d'information en rapport avec les risques naturels,
  - examen du regroupement du ravitaillement en eau potable,
  - création d'une commission « avenir » qui analyse les affaires communales quant à leurs effets durables et à long terme et formule les demandes correspondantes d'acceptation ou de refus à l'administration communale.
- **Commercialisation et communication:** la vallée de Saas est une région pilote qui dispose ainsi d'un grand avantage par rapport à d'autres régions: elle s'est penchée précocement et de manière proactive sur le changement climatique et ses effets, et elle est bien préparée aux défis futurs. À l'avenir également, il convient de mettre à profit ces atouts dans la nouvelle stratégie de destination lors du positionnement relatif à la durabilité. En tant que destination alpine d'altitude, la région présente un avantage comparatif par rapport aux autres destinations, aussi bien en hiver qu'en été:
- les glaciers, dont la région profitera encore à très long terme en raison de leur altitude, sont à mettre plus fortement en scène et à commercialiser comme signes distinctifs de la région, en été tout comme en hiver.
  - en hiver, la sécurité de l'enneigement restera à longue échéance un caractère distinctif, tandis qu'en été, ce seront la fraîcheur estivale et l'univers montagnard attrayant, qui se prêtent parfaitement aux voyages de courte durée et aux voyages de proximité.

Un positionnement fort, allié à une commercialisation habile des atouts du site et aux singularités particulières à la vallée de Saas, peut profiter à la région.

- **Tourisme:** le tourisme est tributaire de l'offre touristique qui doit également s'adapter aux modifications permanentes du climat. La vallée de Saas ambitionne une intensification du tourisme, autant en hiver qu'en été, ce qui requiert une offre à l'année qui soit indépendante des conditions météorologiques. Nous préconisons de séparer le développement orienté sur la croissance de la consommation des ressources. Il faut de nouvelles offres qui allient, d'une part le caractère régional, l'efficacité énergétique et l'efficacité de gestion des ressources, et, d'autre part, l'expérience de la diversité des excursions possibles dans les Alpes et de l'univers glaciers/neige/montagne. Ces efforts peuvent se révéler positifs, tant vers l'intérieur que vers l'extérieur, pour la certification avec des labels dans le domaine de l'énergie et/ou de la durabilité.
- les activités en rapport avec le ski (cf. les chemins de fer de montagne, la neige artificielle) doivent être, autant que possible, économes en énergie et en eau.
  - les nouvelles offres touristiques résultant du changement climatique sont à concevoir et proposer, dans la mesure du possible, dans une optique d'économie des ressources.
  - l'hôtellerie et la parahôtellerie doivent se positionner en mettant en avant leur efficacité du point de vue de l'énergie et des ressources et préférer les produits régionaux et saisonniers.

- la vallée de Saas doit promouvoir les produits issus de la région et les commercialiser de manière active (y compris les effets positifs pour l'agriculture).
  - les constructions neuves et les rénovations doivent, si possible, être réalisées selon le standard Minergie ou Minergie-P.
  - pour pouvoir proposer une offre couvrant toute l'année, même à mi saison et par temps mauvais, nous recommandons de prévoir un centre de formation scolaire et continue pour enfants, adolescents et adultes.
- **Poursuite des travaux engagés:** il convient d'approfondir et de traduire dans les faits les connaissances recueillies dans le cadre de la présente étude afin d'atteindre les objectifs élaborés dans la nouvelle stratégie de destination.
- La croissance que la région ambitionne doit être concrétisée de manière durable, c'est-à-dire également dans l'esprit de la protection climatique et de l'adaptation au changement du climat. Dans ce but, nous recommandons de définir des standards et de les rendre contraignants pour la vallée de Saas. Si nécessaire, il faudra également élaborer des outils d'aménagement du territoire. Il faut donner la croissance durable en bon exemple de manière active et la rendre crédible. A cet effet, nous recommandons de lancer des projets phares novateurs, de les réaliser et de communiquer activement à leur sujet. Les travaux de la présente étude sont à poursuivre dans ce sens et à mettre concrètement en œuvre.
- De manière tout à fait concrète, nous recommandons comme outil un programme d'activités qui établisse une liste de toutes les mesures projetées pour les trois à quatre années à venir et intègre les priorités, responsabilités et coûts.
- **Recherches nécessaires:** pour conclure, nous préconisons de tenir compte des besoins en recherche apparus dans le cadre du projet lors de la planification et de la mise en œuvre des travaux qui y feront suite.

# 1 Ausgangslage und Ziel des Projektes

## 1.1 Ausgangslage: Die Klimaänderung

Die menschlichen Aktivitäten seit dem 18. Jahrhundert haben eine Zunahme der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre bewirkt und dadurch das globale Klima erwärmt. Die Klimaänderung ist sowohl global (IPCC 2007) als auch in der Schweiz bereits heute feststellbar (OcCC 2007), beispielsweise in Form einer durchschnittlichen Temperaturzunahme, der Änderung der Niederschlagsmuster und der Schneesicherheit oder der Zunahme von extremen Wetterereignissen.

Die Klimaänderung wirkt in erster Linie auf die natürlichen Systeme wie Wasser, Boden, Luft sowie die Ökosysteme und die Biodiversität. Die natürlichen Systeme haben ihrerseits eine Wirkung auf die anthropogenen Systeme. So haben beispielsweise Änderungen im Wasserkreislauf Auswirkungen auf die Wasserkraftnutzung, auf die Anforderungen an Nutzpflanzen in der Landwirtschaft, auf den Bau von Infrastrukturanlagen zum Schutz vor Extremereignissen oder die Zusammensetzung der natürlichen Vegetation.

Um auf die Klimaänderung zu reagieren, können Massnahmen in zwei Handlungsfeldern getroffen werden:

- 1 Durch eine Verminderung der Treibhausgasemissionen kann die Stärke der zukünftigen Klimaänderung abgeschwächt werden. Dieser Prozess wird hauptsächlich auf internationaler und nationaler Ebene gesteuert.
- 2 Mittels Anpassungsmassnahmen können sich Mensch und Natur an die Auswirkungen der bereits eingetretenen und weiter erwarteten Klimaänderung anpassen. Die Anpassungsmassnahmen werden vorwiegend auf lokaler Ebene definiert und umgesetzt.

## 1.2 Projektidee

Auf nationaler und internationaler Ebene laufen zahlreiche Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen und dadurch zur Verminderung der Klimaänderung. Die aktuellen Bemühungen reichen voraussichtlich aber nicht aus, um die Klimaänderung zu stoppen bzw. relevant zu verlangsamen. Daraus ergibt sich für Länder und Regionen die Notwendigkeit, sich in geeigneter Weise an die Auswirkungen der Klimaänderung anzupassen. Eine entsprechende Analyse in einer ausgewählten Schweizer Region ist die Idee des vorliegenden Projektes.

Da die Alpen in der Schweiz als besonders sensibles Ökosystem gelten, in welchem die Auswirkungen des Klimawandels ausgeprägter sein dürften als in anderen Regionen, werden die Auswirkungen der Klimaänderung in einer alpinen Fallstudienregion analysiert und mögliche Anpassungsoptionen aufgezeigt. Als Fallstudienregion wurde im vor-

liegenden Projekt das Saastal mit seinen vier Gemeinden Saas-Almagell, Saas-Balen, Saas-Fee und Saas-Grund ausgewählt.

Da es nicht möglich war, die Auswirkungen der Klimaänderung in allen für das Saastal relevanten Sektoren zu untersuchen, wurde entschieden, sich auf vier Bereiche zu konzentrieren. Es sind dies (1) Wasser, (2) Siedlung / Infrastrukturanlagen, (3) Biodiversität und (4) Tourismus. In diesen vier Teilprojekten wurden – basierend auf einheitlichen Klimaszenarien – die Auswirkungen der Klimaänderung beschrieben, der Handlungsbedarf aufgezeigt und schliesslich Handlungsoptionen für die Anpassung an die Klimaänderung erarbeitet. Basierend auf den verschiedenen aufgezeigten Handlungsoptionen wurden ganzheitliche Szenarien für die zukünftige Entwicklung des Saastals, unter Berücksichtigung der Klimaänderung, entworfen.

Die Umsetzung der Handlungsoptionen und Szenarien ist nicht mehr Teil des vorliegenden Projektes. Trotzdem wurden von Anfang an mögliche Folgeaktivitäten in die Überlegungen einbezogen.

### **1.3 Projektziele**

Gesamthaft verfolgt das Projekt folgende Zielsetzungen:

- 1 Basierend auf den erarbeiteten Anpassungs- und Handlungsoptionen werden Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung im Saastal erarbeitet, die als Grundlage für politische, wirtschaftliche und versicherungsrelevante Entscheidungen in den Bereichen Raum- und Ressourcennutzung dienen.
- 2 Es wird ein Vorgehensmodell für die Durchführung eines analogen Projektes in einer anderen Regionen entwickelt. Da die natürlichen, historischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen in jeder Region einzigartig sind, können direkte Analogieschlüsse aus den Resultaten dieser Studie nur bedingt gezogen werden.
- 3 Es werden offene Fragen und weiterer Forschungsbedarf identifiziert, so dass die prioritären Forschungsfelder aus Sicht der Projektpartner der öffentlichen und privaten Forschungsinstitutionen mitgeteilt werden können.

Um diese Ziele zu erreichen, wurde ein holistischer Ansatz verfolgt, der die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Teilprojekten berücksichtigt. Zudem wurden die Folgeaktivitäten zur Umsetzung der Projektergebnisse von Anfang an berücksichtigt. Ziel war es, möglichst anwendungs-, handlungs- und praxisorientiert Ergebnisse zu erhalten. Dies bedingte den Einbezug lokaler Stakeholder ab Beginn des Projektes. So wurden einerseits die vier Gemeinden des Saastals sowie der Kanton Wallis Projektpartner (Auftraggeber) und andererseits wurden verschiedene Veranstaltungen und Workshops im Saastal durchgeführt, zu denen ein breites lokales Publikum eingeladen wurde. Ebenso wurden in allen vier Teilprojekten zahlreiche Interviews und Gespräche mit lokalen VertreterInnen geführt.

Das Projekt «Anpassung an die Klimaänderung im Berggebiet» will zwei Aussagen nach aussen kommunizieren:

- Exemplarisches Aufzeigen der zu erwartenden Auswirkungen auf ein ausgewähltes Schweizer Berggebiet sowie der im Umgang mit diesen Auswirkungen möglichen Anpassungs- und Handlungsoptionen. Dadurch wird indirekt auch kommuniziert, dass die Klimaänderung stattfindet.
- Positionierung der beteiligten Projektpartner als kompetente und vorausschauende Akteure (Leadership im Bereich Adaptation).

## 1.4 Berichtsaufbau

Der vorliegende Zwischenbericht fasst die vorhandenen Grundlagedaten sowie die Ergebnisse in den vier Teilprojekten zusammen. Abgeschlossen wird er mit einer Synthese und Empfehlungen für das Saastal. Das Papier ist in die folgenden Kapitel gegliedert:

- **Vorgehen im Projekt:** In diesem Kapitel wird die Projektstruktur und -organisation sowie der Projektablauf und der Zeitplan beschrieben.
- **Grundlagen – Klimaänderung im Berggebiet:** Dieses Kapitel gibt einen Überblick der Zusammenhänge zwischen Klimaänderung, Auswirkungen der Klimaänderung und den möglichen Handlungsfeldern im Umgang mit der Klimaänderung. Ebenfalls werden die erwartete Klimaänderung sowie die Bevölkerungsentwicklung im Saastal beschrieben.
- **Teilprojekte:** Die nachfolgenden vier Kapitel beschreiben die Ergebnisse der Arbeiten in den vier Teilprojekten (1) Wasser, (2) Siedlung / Infrastruktur, (3) Biodiversität und (4) Tourismus. Die Kapitel sind jeweils strukturiert nach (a) Einleitung und Fragestellung, (b) Methodisches Vorgehen, (c) Ausgangslage, (d) Auswirkungen des Klimawandels auf das Teilprojekt, (e) Handlungsbedarf und (f) Handlungsoptionen.
- **ExpertInnen-Diskussion der Handlungsoptionen:** In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des ExpertInnen-Workshops vom 21. Januar 2011 in Saas-Fee zu den Ergebnissen der vier Teilprojekte und insbesondere zu den Handlungsoptionen für das Saastal zusammengefasst und diskutiert.
- **Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Forschungsbedarf:** Das Projekt schliesst mit den Schlussfolgerungen zu den vier Teilprojekten und zum Gesamtprojekt, mit Empfehlungen für die weitere Entwicklung im Saastal sowie mit der Beschreibung des weiteren Forschungsbedarfs.
- **Vorgehensmodell für andere Regionen:** Der Bericht wird abgeschlossen mit einem Vorgehensmodell für andere Regionen, welche ein analoges Projekt durchführen wollen. Das Vorgehensmodell enthält neben der Beschreibung der diversen Arbeits-

schritte auch wertvolle Erfahrungen, die für analoge Projekte von Nutzen sein können.

Zusätzlich zum vorliegenden Bericht wurde ein Anhang mit diversem Zusatzmaterial sowie dem Literaturverzeichnis erstellt. Wenn im Bericht auf spezifische Kapitel im Anhang verwiesen wird (z.B. A-5.4), ist dieser zusätzliche Band gemeint.



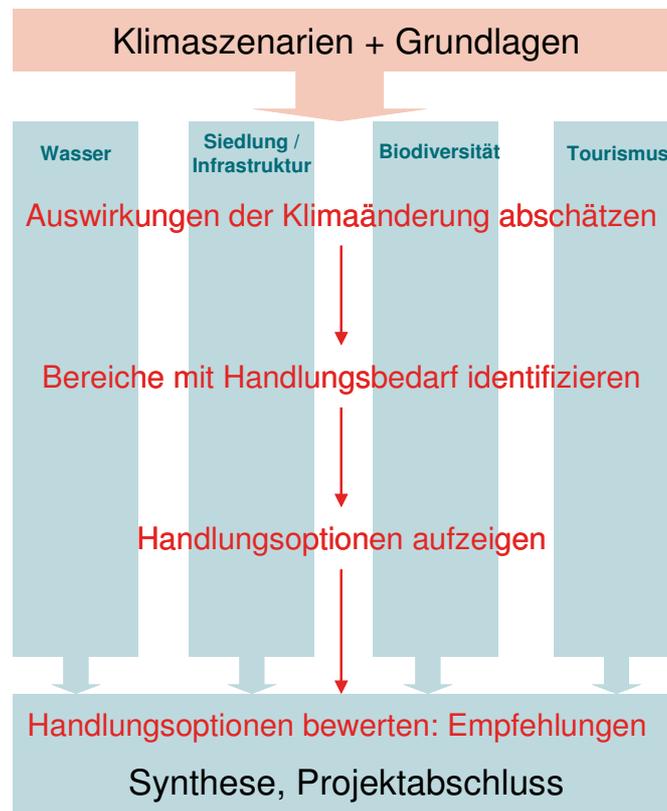
## 2 Vorgehen im Projekt

Das vorliegende Kapitel beschreibt Struktur und Organisation sowie Ablauf und Zeitplan, wie sie im Rahmen des Projektes «Anpassung an die Klimaänderung im Berggebiet – Fallstudie Saastal» angewandt wurden.

### 2.1 Projektstruktur und -organisation

Folgende Figur gibt einen Überblick über die Projektstruktur mit den vier Teilprojekten und den relevantesten Arbeitsschritten:

#### «Projektstruktur: Teilprojekte und Arbeitsschritte»



econcept

Figur 3: Inhaltliche Projektstruktur

Figur 3 zeigt, dass zu Beginn des Projektes die Klimaszenarien und weitere Grundlagen zum Saastal wie beispielsweise die Bevölkerungsentwicklung (vgl. Kapitel 3) festgelegt wurden. Diese Daten sind für alle weiteren Arbeiten massgeblich, wurden von der Gesamtprojektleitung aufbereitet und den vier Teilprojekten zur Verfügung gestellt.

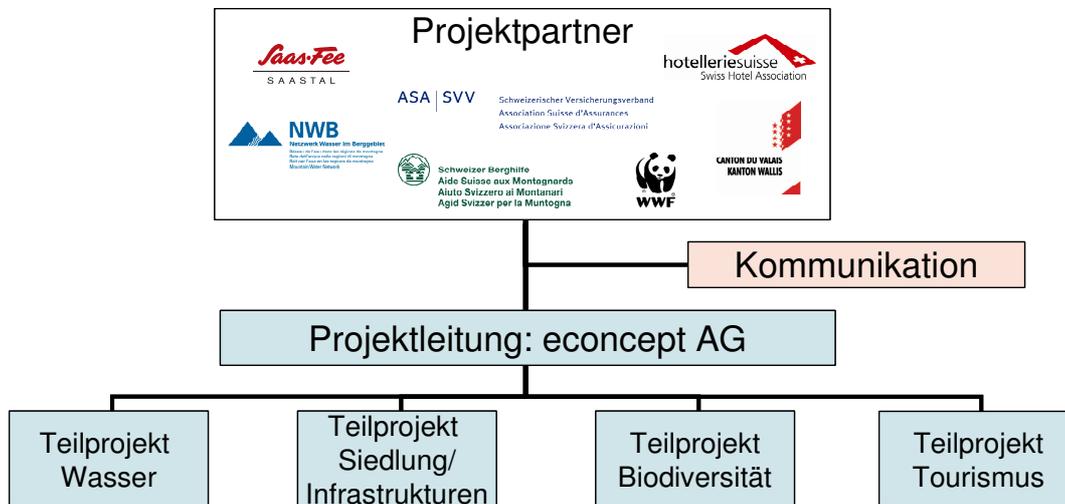
Die Arbeit innerhalb der vier Teilprojekte (vgl. Kapitel 4 bis 7) orientiert sich an den drei folgenden Fragestellungen:

- 1 Mit welchen Auswirkungen aufgrund der Klimaänderung zu rechnen?
- 2 Für welche Bereiche besteht aufgrund der erwarteten Auswirkungen Handlungsbedarf?
- 3 Welche Handlungsoptionen bestehen im Umgang mit den erwarteten Auswirkungen der Klimaänderungen?

Die Arbeiten in den Teilprojekten verliefen parallel. Nach jedem Arbeitsschritt trafen sich die Teilprojekte zum Austausch von Informationen und Daten. Basierend auf den Ergebnissen zu den drei Fragestellungen wurden an einem Workshop mit den Teilprojekten, der Begleitgruppe sowie den lokalen Stakeholdern die Handlungsoptionen bewertet und gruppiert. Die Ergebnisse aus den Teilprojekten sowie aus dem Workshop bildeten die Grundlage für die Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung des Saastals (vgl. Kapitel 9).

Folgendes Organigramm zeigt die Organisation des Projektes:

«Organigramm»



econcept

Figur 4: Organigramm der Studie «Anpassung an die Klimaänderung im Berggebiet».

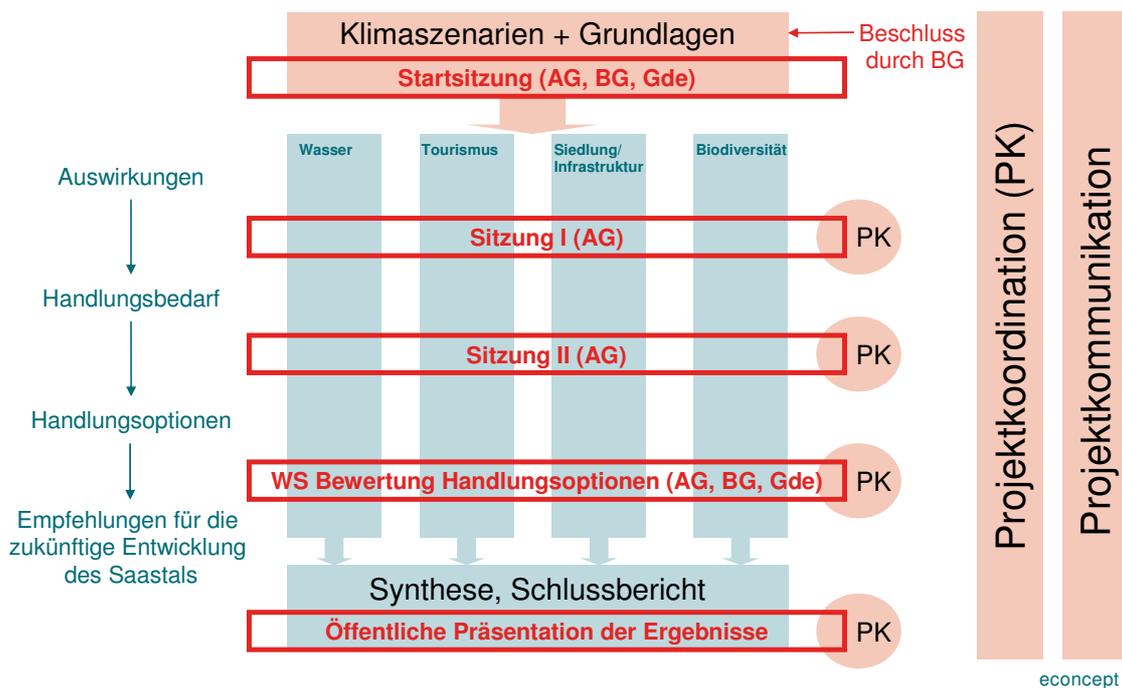
Die Projektpartner bilden zusammen die Begleitgruppe. Sie ist für die strategische Leitung des Projektes zuständig. Die Gesamtprojektleitung hat die operative Leitung inne. Sie ist für die Erstellung der Grundlagen zuhanden der Teilprojekte zuständig, für die Koordination zwischen den Teilprojekten, die Organisation der diversen Veranstaltungen im Saastal sowie für die abschliessenden Empfehlungen und den Schlussbericht. Die

Kommunikationsstelle war für die Kommunikation gegenüber der Öffentlichkeit und den Medien zuständig.

## 2.2 Projektablauf und Zeitplan

Folgende Figur gibt einen Überblick des Projektdesigns:

### Projektdesign «Anpassung an die Klimaänderung im Berggebiet»



Figur 5: Graphische Darstellung des Projektdesigns «Anpassung an die Klimaänderung im Berggebiet». Es gelten folgende Abkürzungen:  
 BG: Begleitgruppe  
 TP: Teilprojekte  
 PK: Projektkoordination  
 Gde: Gemeinde, lokale Akteure

Daraus leiten sich für die vorliegende Studie folgende Arbeitsschritte ab:

- 1 Klimaszenarien und Grundlagen für die Fallstudie
- 2 Startsituation mit der Begleitgruppe
- 3 Startveranstaltung mit allen Projektbeteiligten im Saastal
- 4 Teilprojekte: Auswirkungen der Klimaänderung
- 5 Erste Sitzung der Teilprojekte
- 6 Teilprojekte: Identifizierung der Bereiche mit Handlungsbedarf
- 7 Zweite Sitzung der Teilprojekte

- 8 Teilprojekte: Entwickeln von möglichen Handlungsoptionen
- 9 Workshop mit Teilprojekten, Begleitgruppe und lokalen Stakeholdern im Saastal
- 10 Finalisieren der Produkte und Arbeiten in den Teilprojekten sowie Ausformulieren der Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung im Saastal
- 11 Projektbericht und Vorgehensmodell für andere Fallstudienregionen
- 12 Abschlussveranstaltung für die Öffentlichkeit im Saastal
- 13 Abschluss der Projektarbeiten

Ein zusätzlicher, parallel laufender Arbeitsschritt ist:

- 14 Kommunikation während des gesamten Projektes

Ziel war es, das Projekt innerhalb eines Zeitrahmens von circa einem Jahr durchzuführen. Das Projekt startete im März 2010 und endete im April 2011.

## 3 Grundlagen - Klimaänderung im Berggebiet

### 3.1 Klimaänderung und Anpassung an die Klimaänderung

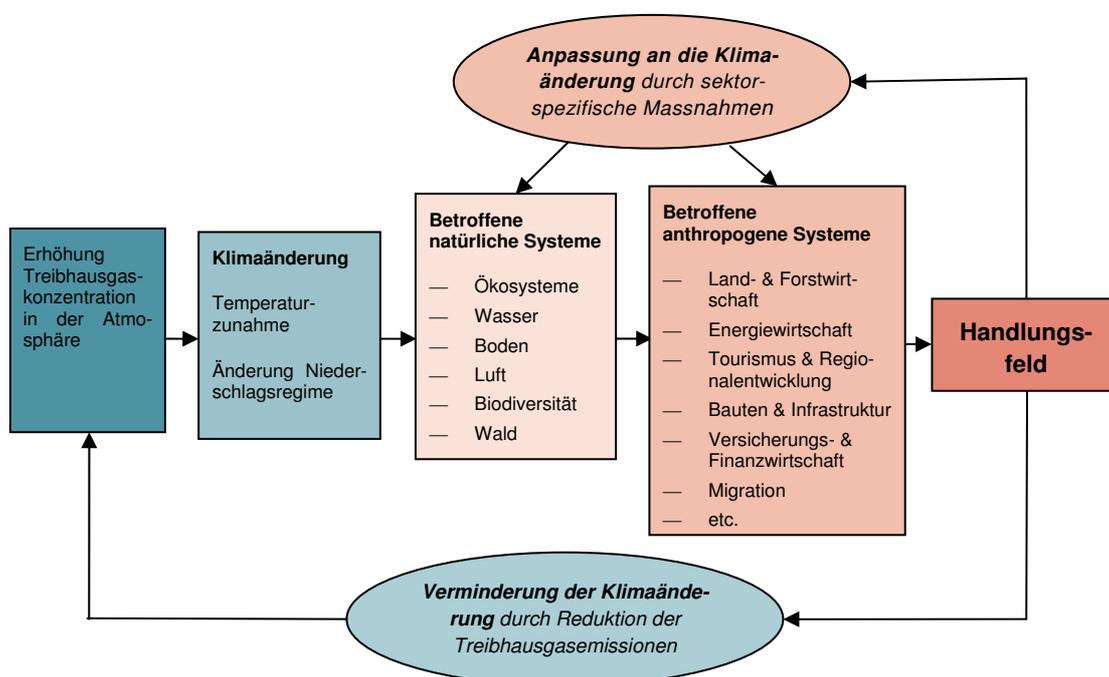
Das Wirkungsschema in Figur 6 zeigt die Zusammenhänge der Klimaänderung und deren Auswirkungen sowie die beiden relevanten Handlungsoptionen.

- **Klimaänderung:** Mit der Erhöhung der globalen Treibhausgaskonzentration (wie CO<sub>2</sub>, Methan, etc.) ändert sich das Klima der Erde. Temperatur und Niederschlag sind die beiden wesentlichen Parameter, die das Klima beschreiben. Die globale Durchschnitts-Temperatur ist bereits gestiegen und wird voraussichtlich weiter zunehmen. Die Niederschlagsmuster verändern sich lokal unterschiedlich. Im Sinne einer groben Faustregel wird oft davon ausgegangen, dass es an heute feuchten Orten noch feuchter, an trockenen Orten noch trockener wird. Neben der Veränderung der Durchschnittswerte ist zukünftig mit einer Häufung und Verstärkung verschiedener Temperatur- und Niederschlagsextreme wie Hitze, Trockenheit, Starkniederschläge etc. zu rechnen.
- **Auswirkungen der Klimaänderung:** Die Klimaänderung wirkt sich auf die natürlichen und anthropogenen Systeme sehr unterschiedlich aus. Mit der Temperaturzunahme und der Veränderung der Niederschlagsmuster gehen Änderungen der Ökosysteme einher. Immer häufiger werden sich Pflanzen und Tiere an Standorten ausbreiten, wo sie heute noch nicht überleben könnten, andere Arten werden verschwinden. Das Wasserregime von Flüssen wird sich ändern, Starkniederschläge, Hochwasser etc. werden zunehmen, Gletscher werden schmelzen, typische Ausprägungen der Jahreszeiten werden sich verändern etc. Die natürlichen Systeme wirken auch auf die Systeme des Menschen. In der Landwirtschaft müssen bzw. können neue Sorten angebaut werden. Skigebiete verlagern sich in immer höhere Regionen. Der Mensch, seine Bauten und Infrastrukturen müssen sich vor Naturgefahren wie Steinschlag, Überschwemmungen, Hitzeereignisse etc. schützen.
- **Handlungsfelder:** Um mit der Klimaänderung und ihren Auswirkungen umgehen zu können, gibt es zwei wesentliche Handlungsfelder:
  - Bei der «**Verminderung**» sinkt durch eine Reduktion der Treibhausgasemissionen die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre. Dadurch kann die Stärke der Klimaänderung vermindert werden und somit sind auch die Folgen für natürliche und anthropogene Systeme weniger stark ausgeprägt. Verminderungs-Bemühungen betreffen hauptsächlich die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre und wirken somit global. Sie werden auf internationaler Ebene koordiniert und im Rahmen der UN-Staatengemeinschaft verhandelt (vgl. UNFCCC und Kyoto-Protokoll). Die konkreten Massnahmen von Ländern, Regionen und Gemeinden zur Reduktion von Treibhausgasemissionen bilden einen wesentlichen und unver-

zichtbaren Anteil der Verminderungs-Bemühungen und tragen zur Erreichung der nationalen Ziele bei, welche auf internationaler Ebene verhandelt wurden.

- Beim Handlungsfeld «**Anpassung**» passen sich die natürlichen und anthropogenen Systeme an die veränderten klimatischen Bedingungen an. Die Anpassungsoptionen und -massnahmen sind lokal sehr unterschiedlich, je nach Umwelt, Ausgangslage, Ressourcen, Mittel, Betroffenheit, Sensitivität der Systeme etc. Die Anpassung an die Klimaänderung hat deshalb immer einen stark lokalen Fokus.

### Wirkungsschema «Klimaänderung und Anpassung an die Klimaänderung»



BAFU/econcept

Figur 6: Wirkungsschema zu den beiden Handlungsfeldern «Verminderung der Klimaänderung» und «Anpassung an die Klimaänderung» (BAFU/econcept).

Im vorliegenden Projekt geht es darum, wie die Klimaänderung auf vier ausgewählte Systeme wirkt, die für eine Bergregion relevant sind. Es sind dies Wasser, Siedlung/Infrastruktur, Biodiversität und Tourismus. Als Handlungsfeld, wie mit den Auswirkungen der Klimaänderung umgegangen wird, konzentriert sich das Projekt auf Anpassungsmassnahmen. Verminderungsstrategien sind aus einer Gesamtsicht der Klimaproblematik zwar ebenso relevant, werden jedoch nicht prioritär behandelt.

Um dem stark lokalen Bezug von Anpassungsmassnahmen gerecht zu werden sowie konkrete und umsetzbare Ergebnisse zu erzielen, wurde eine Fallstudienregion im Schweizer Berggebiet ausgewählt. Es ist dies das Saastal im Kanton Wallis.

Um lokal wirksame und sinnvolle Anpassungsmassnahmen definieren zu können, ist es relevant, die verschiedenen Systeme und ihre heutige Funktionsweise im Saastal zu ken-

nen. In Kombination mit der erwarteten Klimaänderung (vgl. Kapitel 3.2) können damit die lokalen Auswirkungen der Klimaänderung abgeschätzt, der sich daraus ergebende Handlungsbedarf abgeleitet und Handlungsoptionen für die Region gefunden werden.

## 3.2 Die erwartete Klimaänderung im Saastal

Das heutige und zukünftige Klima kann mit Hilfe zahlreicher Parameter beschrieben werden. Die beiden wichtigsten sind Temperatur und Niederschlag. Das vorliegende Kapitel gibt einen Überblick über das heutige Klima sowie die erwartete Klimaänderung im Saastal, wie sie im Rahmen des vorliegenden Projektes verwendet werden.

### 3.2.1 Das heutige Klima

Zur Beschreibung des heutigen Klimas im Saastal werden die Daten der Messstation Zermatt von MeteoSchweiz verwendet<sup>1</sup>. Zermatt ist diejenige Messstation von MeteoSchweiz, die am nächsten beim Saastal liegt und mit ihrer Höhenlage (1638 m.ü.M.) ähnliche Bedingungen aufweist wie das Saastal (zwischen 1480 m.ü.M und 1800 m.ü.M).

Die Tabelle mit den Daten der Messstation Zermatt findet sich in Anhang A-1. Sie fasst die mittleren klimatologischen Verhältnisse der Messstation Zermatt zusammen. Es handelt sich dabei um die Mittelwerte (bzw. Normwerte) folgender Klimaparameter über den Zeitraum 1961-1990:

- Temperaturmittel (2 Meter über Boden)
- Temperaturmaximum (2 Meter über Boden)
- Temperaturminimum (2 Meter über Boden)
- Eistage
- Frosttage
- Sommertage
- Hitzetage
- Tage mit Niederschlag
- Niederschlagssummen
- Absolute Sonnenscheindauer
- Relative Sonnenscheindauer
- Globalstrahlung
- Windgeschwindigkeit
- Luftdruck
- Dampfdruck

Zur Ermittlung von klimatologischen Messgrößen legte die World Meteorological Organisation (WMO) einen Zeitraum von 30 Jahren fest. Mit Ausnahme der Messungen der Parameter «Globalstrahlung» und «Windgeschwindigkeit», welche über eine Zeitdauer

---

<sup>1</sup> Wir bedanken uns bei MeteoSchweiz für die kostenlos zur Verfügung gestellten Daten.

von 20 Jahren (1981-2000) durchgeführt wurden, wurden die übrigen Parameter über einen Zeitraum von 30 Jahren (1961-1990) ermittelt.

Die somit zur Verfügung stehenden Klimaparameter werden in der vorliegenden Studie zur Beschreibung des heutigen Klimas im Saastal verwendet. Die Klimaprognose (vgl. nachfolgendes Kapitel 3.2.2) gibt die erwartete Temperatur- und Niederschlagsänderung an. Somit können die erwarteten Änderungen zum gemessenen Temperaturmittel sowie zur gemessenen Niederschlagssumme addiert werden.

### 3.2.2 Klimaprognose gemäss dem OcCC-Bericht

Betreffend der erwarteten Klimaänderung in der Schweiz gilt heute der OcCC<sup>2</sup>-Bericht «Klimaänderung und die Schweiz 2050 – Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft» (OcCC 2007) als Standard. Er wurde 2007 publiziert und beschreibt Temperatur- und Niederschlagsszenarien auf der Alpennord- und Alpensüdseite der Schweiz für die Jahre 2030, 2050 und 2070. Die Daten aus dem OcCC-Bericht werden im Rahmen des vorliegenden Projektes als Grundlage verwendet.

Gemäss Aussagen von Experten der ETH Zürich und von MeteoSchweiz können für das Saastal die Werte der Südschweiz verwendet werden. Die erwarteten Temperatur- und Niederschlagsänderungen müssen zu den Werten des heutigen Klimas (vgl. Kapitel 3.2.1) addiert werden, um die erwarteten, absoluten Temperatur- und Niederschlagswerte zu erhalten. Standardmässig werden in der vorliegenden Studie die Temperatur- und Niederschlags-Mediane der beiden Jahre 2030 und 2050 verwendet. Als extremeres Szenario werden die Median-Werte des Jahres 2070 für qualitative Diskussionen der Ergebnisse verwendet. Es kann argumentiert werden, dass sich bei einem rasch entwickelnden Klimawandel, die Änderungen, wie gemäss OcCC-Bericht für das Jahr 2070 prognostiziert, bereits im Jahr 2050 eintreten könnten.

Die folgende Tabelle listet die in der vorliegenden Studie verwendeten erwarteten Temperatur- und Niederschlagsänderungen auf:

Monat	Erwartete Temperaturänderung in °C			Erwarteter Niederschlagsänderung in %		
	2030 Median	2050 Median	2070 Median bzw. Extremszenario	2030 Median	2050 Median	2070 Median bzw. Extremszenario
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 3: Klimaprognosen basierend auf dem OcCC-Bericht (Werte für die Südschweiz), die im vorliegenden Projekt als Grundlage dienen. Die Jahre 2030 und 2050 werden standardmässig verwendet, das Jahr 2070 gilt als Extremszenario für das Jahr 2050. Zur Beschreibung des heutigen Klimas werden die gemessenen Werte der Station Zermatt verwendet (Zeitraum 1961-1990, vgl. Kapitel 3.2.1).

<sup>2</sup> OcCC: Organe consultatif sur les changements climatiques

### **Alternative Klimaprognosen**

Im Rahmen eines aktuell laufenden Projektes an der ETH Zürich, dem ENSEMBLES-Projekt<sup>3</sup>, wird die erwartete Klimaänderung basierend auf neusten Modellrechnungen abgeschätzt. Eine höhere Auflösung dieser Modellrechnungen erlaubt eine spezifische Klimaprognose beispielsweise konkret für Saas-Fee.

Die erwarteten Temperatur- und Niederschlagsänderungen aus dem OcCC-Bericht und dem ENSEMBLES-Projekt zeigen für das Saastal jedoch in dieselbe Richtung. Unterschiede sind auf unterschiedliche Klimamodelle, räumliche Auflösungen, Berechnungsarten etc. zurückzuführen. Bei den Daten des ENSEMBLES-Projektes wurde von den ETH-Wissenschaftlern deutlich darauf verwiesen, dass die Daten eine Genauigkeit der Klimaprognosen suggerieren, die zum aktuellen Zeitpunkt aus wissenschaftlicher Sicht nicht unbedingt gegeben ist. Aus diesem Grund, und auch weil sich heute die meisten wissenschaftlichen Ergebnisse für die Schweiz auf den OcCC-Bericht beziehen, werden dessen Daten verwendet. Diese breit bekannte und anerkannte Grundlage erlaubt es, sich besser auf bereits vorhandene Literatur abstützen zu können und somit eine gemeinsame Datenbasis für die vorliegende Studie zu erhalten.

Im Rahmen der vier Teilprojekte werden trotzdem teilweise Daten und Studien verwendet, die auf dem ENSEMBLES-Projekt oder auch anderen Prognoseabschätzungen beruhen. Da die unterschiedlichen Modellierungen für die erwartete Klimaänderungen immer in dieselbe Richtung zeigen, widersprechen sie sich nicht. Falls andere Grundlagendaten als diejenigen des OcCC-Berichts verwendet werden, wird dies im Bericht speziell vermerkt.

### **3.3 Das Saastal und seine Bevölkerungsentwicklung**

Das Saastal liegt im Osten des Kantons Wallis. Es umfasst die vier Gemeinden Saas-Almagell, Saas-Balen, Saas-Fee und Saas-Grund (vgl. Figur 7).

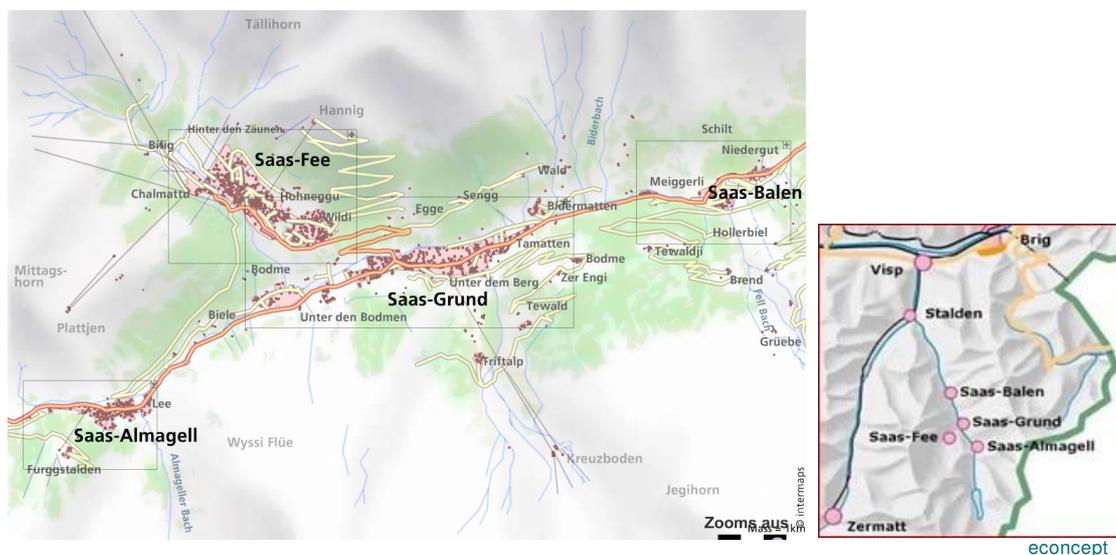
Folgende Tabelle gibt eine Charakterisierung der vier Saaser Gemeinden:

	Saas Almagell	Saas Balen	Saas Fee	Saas Grund
<b>Höhe über Meer</b>	1'673m	1'483m	1'800m	1'559m
<b>Einwohner</b>	ca. 400	ca. 400	ca. 1'700	ca. 1'000
<b>Betten in Hotels, Ferienwohnungen und Gruppenhäusern</b>	ca. 1'870	ca. 600	ca. 6'900	ca. 3'740
<b>Hotels</b>	13		57	15
<b>Restaurants</b>	15	3	33	24
<b>Ski-Anlagen</b>	6	1	22	7

Tabelle 4: Einfache Charakterisierung der vier Saaser Gemeinden (Angaben 2009).

<sup>3</sup> Kontaktperson: Thomas Bosshard; Institute for Atmospheric and Climate Sciences ETH Zürich, Universitätsstrasse 16, 8092 Zürich.

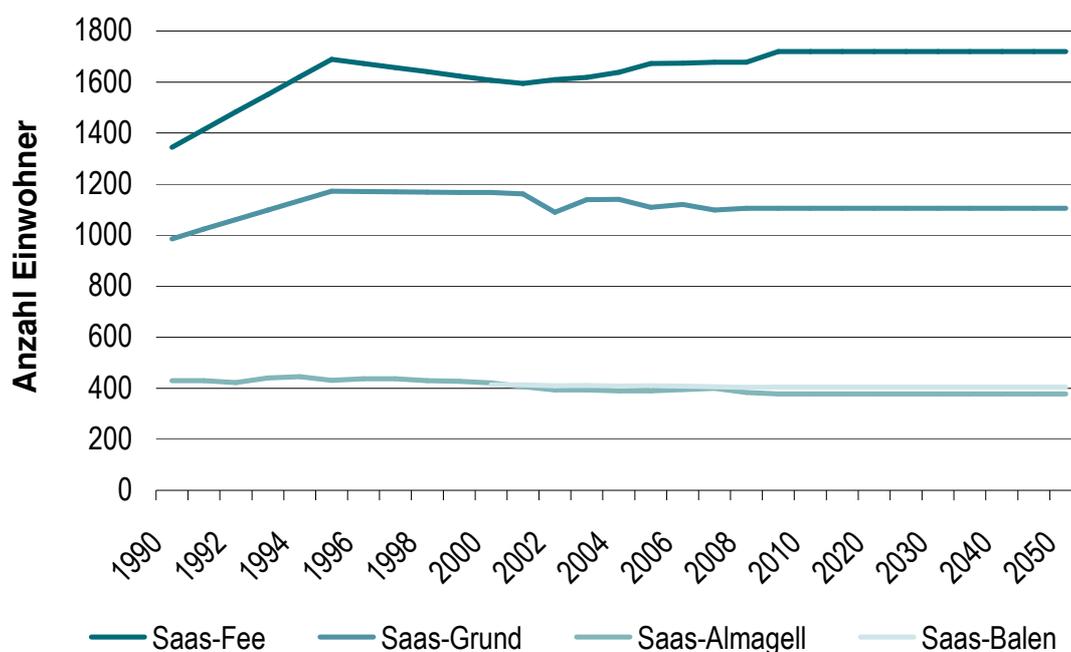
«Übersichtskarten Saastal»



Figur 7: Übersichtskarte Saastal mit den vier Gemeinden Saas-Almagell, Saas-Balen, Saas-Fee und Saas-Grund.

Für die vorliegende Studie, insbesondere für die Herleitung der möglichen Entwicklungsszenarien, ist eine Übersicht der Bevölkerungsentwicklung in den vier Saaser Gemeinden relevant. Sie ist in der nachfolgenden Figur dargestellt. Die absoluten Zahlen pro Jahr und Gemeinde finden sich im Anhang A-1.

«Bevölkerungsentwicklung der vier Saaser Gemeinden»



Figur 8: Reale Bevölkerungsentwicklung gemäss Angaben der einzelnen Gemeinden bis ins Jahr 2009. Für die Zukunft wird von einer stagnierenden Bevölkerungsentwicklung ausgegangen.

Saas-Fee ist die einwohnerstärkste Gemeinde, Saas-Almagell und Saas-Balen sind mit rund 400 Einwohnern die beiden kleinsten Gemeinden. Ihre Einwohnerzahlen sind seit 1990 sogar leicht zurückgegangen (rund 12% in Saas-Almagell und rund 2% in Saas-Balen), während die Gemeinden Saas-Fee und Saas-Grund seit 1990 ein Einwohnerwachstum verzeichnen (Saas-Fee um rund 30%, Saas-Grund um rund 10%).

Die Zahlen der vergangenen Jahre (bis 2009) entsprechen den realen Zahlen gemäss Angaben der einzelnen Gemeinden. Für die Zukunft wird in allen Gemeinden von einer stagnierenden Einwohnerzahl ausgegangen<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Schätzung gemäss Bernd Kalbermatten, Gemeindeschreiber Saas-Fee.



## 4 Teilprojekt Wasser

### 4.1 Einleitung und Fragestellung

Im Zentrum des Teilprojektes Wasser steht die Frage nach den Veränderungen der Wasserressourcen im Saastal aufgrund des Klimawandels und der zu erwartenden Auswirkungen auf vom Wasser abhängige Wirtschaftsbereiche. Ziel des Teilprojektes ist es, Chancen und Risiken der Wasserbewirtschaftung in Zeiten des Klimawandels aufzuzeigen und Vorschläge für eine nachhaltige Nutzungsstrategie der Wasserressourcen zu erarbeiten. Daraus lassen sich die folgenden drei Fragestellungen ableiten:

1. Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf den Wasserhaushalt im Saastal?
  - 1.1. Welche Veränderungen sind im hydrologischen Kreislauf der Talschaft zu erwarten?
  - 1.2. Wie verändert sich die lokale Verfügbarkeit des Wassers für die verschiedenen Wirtschaftsbereiche?
  - 1.3. Wie entwickelt sich die Nachfrage nach Wasser in den ausgewählten Wirtschafts- und Gesellschaftsbereichen?
2. Wo besteht Handlungsbedarf?
  - 2.1. Wo sind welche Auswirkungen auf die Wasserverfügbarkeit für die verschiedenen Nutzungen zu erwarten?
  - 2.2. Wo zeichnet sich aufgrund der zu erwartenden Verschiebungen der Nachfrage Handlungsbedarf ab?
3. Welche Handlungsoptionen bestehen für die verschiedenen Bereiche der Wasserwirtschaft?
  - 3.1. Wo entstehen neue Möglichkeiten der Wassernutzung?
  - 3.2. Welche ganzheitlichen Nutzungsstrategien sind geeignet, um langfristig die Wasserversorgung für die unterschiedlichen Wirtschaftsbereiche sicherzustellen?

Der Aufbau des Berichts des Teilprojekts Wasser orientiert sich an den Fragestellungen. Zuerst wird das methodische Vorgehen erläutert. Anschliessend erfolgt eine Beschreibung der Ausgangslage des Wasserhaushaltes im Saastal. Kapitel 4.4 untersucht die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt. Der Handlungsbedarf im Bereich Wasserhaushalt wird in Kapitel 4.5 herausgearbeitet. Schliesslich werden die Handlungsoptionen priorisiert und diskutiert.

## 4.2 Methodisches Vorgehen

Das Teilprojekt Wasser basiert zum einen auf der Auswertung wissenschaftlicher und grauer Literatur sowie der Analyse vorhandener Daten der amtlichen Statistik und aktueller Studien, die sich mit den Wasserressourcen in der Schweiz oder im Alpenraum beschäftigen. Zum anderen wurden Interviews mit Stakeholdern aus dem Saastal durchgeführt (vgl. Anhang A-2.1 Experteninterviews und A-2.2 Leitfaden Experteninterviews). Im Folgenden werden die zur Untersuchung der Forschungsfragen verwendeten Methoden erläutert.

### ***Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt***

Um die aktuellen und zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt der Alpen und des Saastals quantifizieren zu können, wurden verschiedene Studien und Daten ausgewertet. Vom Institut für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich wurden Niederschlagsszenarien für das Saastal berechnet, die auf Klimamodellen und -szenarien aus dem Projekt ENSEMBLES (FP7) basieren. Ausserdem wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen (Gletschervolumen, Gletscherschmelze, Volumen und Verteilung der Schneedecke, Abflüsse) bis im Jahr 2050 abgeschätzt.

Mit Hilfe von leitfadengestützten, mündlichen Interviews mit ausgewählten regionalen Stakeholdern aus verschiedenen wasserabhängigen Wirtschaftsbereichen (Tourismus, Siedlungswasserwirtschaft, Wasserkraft, Landwirtschaft) und einer Datenrecherche bei den Gemeinden des Saastals wurde ermittelt, wie hoch der Wasserverbrauch heute ist, sich im Saastal lokal und sektoral unterscheidet und welche Veränderungen der Wasserverfügbarkeit sowie -nachfrage zukünftig zu erwarten sind (vgl. Anhang: A-2.1 Experteninterviews und A-2.2 Leitfaden Experteninterviews).

### ***Handlungsbedarf im Bereich Wasser***

Basierend auf den Abschätzungen der zu erwartenden Veränderungen der Wasserverfügbarkeit durch den Klimawandel einerseits und den Nutzungsansprüchen der verschiedenen wasserabhängigen Wirtschaftsbereiche andererseits wurde der Handlungsbedarf für die Gemeinden des Saastals und einzelne Stakeholder bewertet. Dabei wurden bereits realisierte oder geplante Massnahmen in die Analyse miteinbezogen.

### ***Handlungsoptionen im Bereich Wasser***

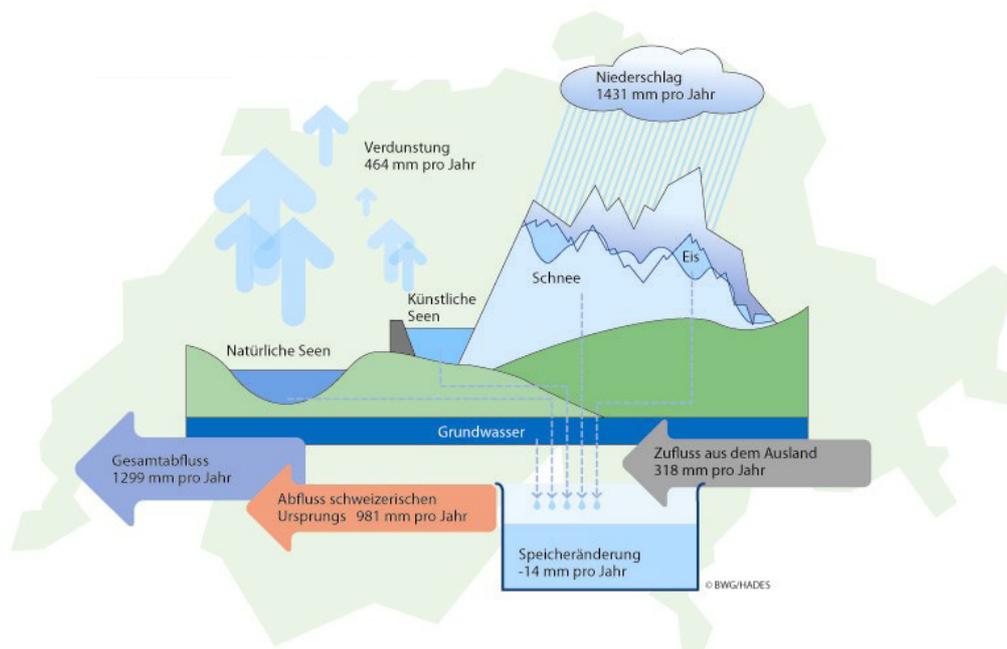
Anhand des Handlungsbedarfs und der Resultate der Expertengespräche mit Vertretern der verschiedenen wasserabhängigen Wirtschaftsbereiche wurde ein Katalog von Handlungsoptionen erstellt. Die Priorisierung der Handlungsoptionen und ihre Umsetzung

wurden gemeinsam mit den Stakeholdern der Gemeinden, der Begleitgruppe und weiteren Experten in einem Workshop im Januar 2011 diskutiert.

### 4.3 Ausgangslage: Der Wasserhaushalt im Saastal

Die Schweiz gilt als Wasserschloss Europas. Das Saastal liegt mitten in diesem Wasserschloss und ist daher in seiner Landschaft und seiner Wirtschaft wesentlich geprägt von den vorhandenen Wasserressourcen. Der Wasserhaushalt spielt eine große Rolle, um zu ermitteln, wie viel Wasser in einer Region genutzt werden kann. Der Wasserhaushalt beschreibt die Aufnahme und die Abgabe von Wasser und besteht aus den Elementen Niederschlag, Verdunstung, Abfluss und Speicherung von Wasser (vgl. Figur 9). Daraus kann die Wasserbilanz berechnet werden. Regen, Schnee und Hagel gelten als Niederschlag; Verdunstung bezeichnet den Verlust an Wasser in die Atmosphäre und Abfluss den Teil, der in Bächen und Flüssen abfließt. Niederschläge werden oberirdisch in Form von Schnee und Eis oder in Seen gespeichert, unterirdisch als Grundwasser oder Sickerwasser.

#### «Der Wasserhaushalt der Schweiz im 20. Jahrhundert»



WSL/econcept

Figur 9: Der Wasserhaushalt der Schweiz im 20. Jahrhundert (Hubacher und Schädler 2010).

Bis heute gibt es jedoch keine umfassenden Modellierungen des hydrologischen Kreislaufes in der Schweiz (BAFU 2010). Es sind keine quantitativen Aussagen möglich über

Veränderungen von Hoch- und Niedrigwasser, Eisreserven oder Abflüsse stark vergletschertes Einzugsgebiete wie z.B. im Saastal. Daher sind die Beschreibung des Wasserhaushalts und die Quantifizierung der Wasserressourcen im Saastal zwangsläufig lückenhaft. Angaben zum Wasserverbrauch wurden direkt bei den Gemeinden nachgefragt und soweit möglich sektoral und lokal differenziert.

Im Saastal wurden Tourismus, Siedlungswasserwirtschaft, Wasserkraft und Landwirtschaft als wichtigste **Wassernutzer** identifiziert (vgl. Tabelle 5).

Wassernutzer	Art der Wassernutzung	
Tourismus	Technische Beschneigung	Oberflächenwasser (Niederschlag, Gletscher)
	Hotels, Schwimmbäder etc.	Trinkwasser (Quell- und Grundwasser)
Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus)	Trinkwasser (Quell- und Grundwasser)	
Wasserkraft	Oberflächenwasser (Niederschlag, Gletscher)	
Landwirtschaft	Oberflächenwasser (Niederschlag, Gletscher)	

Tabelle 5: Wassernutzer und Art der Wassernutzung im Saastal (eigene Erhebung)

Als **Wasserressourcen** stehen Quellwasser, Grundwasser<sup>5</sup> und Oberflächenwasser<sup>6</sup> zur Nutzung zur Verfügung. Ausserdem spielen im Saastal die Gletscher eine essentielle Rolle als Wasserressource und Wasserspeicher. In Berggebieten wird Wasser sowohl in hoher Qualität (Trinkwasser) als auch in weniger hoher Qualität (Abflusswasser) genutzt. Trinkwasser wird im Tourismus (z.B. für Hotels, Schwimmbäder) und in der Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus) genutzt. Technische Beschneigung, Wasserkraft und Landwirtschaft sind nicht von Trinkwasser abhängig und nutzen vor allem Oberflächenwasser.

Über die aktuelle Situation des **Wasserverbrauchs** im Saastal liegen nur wenige Daten vor. Die Aussagen über die gegenwärtige Wassernutzung in den untersuchten Wirtschaftsbereichen des Saastals beruhen daher weitgehend auf Schätzungen von Experten aus der Region. Tabelle 3 gibt eine Übersicht dieser Schätzungen und zeigt die Reihenfolge der Wirtschaftsbereiche entsprechend ihrem Wasserverbrauch.

<sup>5</sup> Quellwasser, das versickert und zuunterst im Dorf gefasst wird (aus Experteninterviews).

<sup>6</sup> Oberflächenwasser ist Wasser, das sich frei und ungebunden auf der Erdoberfläche befindet: Oberflächengewässer wie Flüsse und Seen, noch nicht versickertes Niederschlagswasser und Gletscherabfluss (Press/Siever 2003: 300).

Wassernutzer	Wasserbedarf in m <sup>3</sup>	Ranking Wasserbedarf
Tourismus	Technische Beschneigung Saas-Fee: 200'000 Saas-Grund: 220'848 Saas-Almagell: 60'000 Total Saastal: 480'848 <sup>1</sup>	3
	Hotels, Schwimmbäder etc. k.A.	2
Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus)	k.A.	4
Wasserkraft	Obere Stufe Kraftwerk <sup>2</sup> Sommer: 108 Mio. Winter: 9.8 Mio. Untere Stufe Kraftwerk <sup>2</sup> Sommer: 99 Mio. Winter: 7 Mio.	1
Landwirtschaft	k.A.	5

Tabelle 6: Aktueller Wasserbedarf und bedeutendste Wassernutzer im Saastal (eigene Erhebung bzw. Schätzungen basierend auf lokalem Expertenwissen).

k.A.: keine Angaben

<sup>1</sup> Wintersaison 2009/10

<sup>2</sup> Durchschnittliche Zulaufmenge (10-Jahresdurchschnitt) der beiden Einzugsgebiete.

Der grösste Wassernutzer im Saastal ist die **Wasserkraft**. Die Wasserkraftwerke im Saastal werden von den Kraftwerken Mattmark mit Sitz in Saas-Grund betrieben. Die Wasserkraftwerke Mattmark nutzen kein Trinkwasser. Bei den Kraftwerken im Saastal handelt es sich um Pumpspeicherkraftwerke. Zu einem Pumpspeicherwerk gehören ein oberer Speichersee und ein unteres Wasserbecken. Im Gegensatz zu Kernkraft- und Flusskraftwerken können Pumpspeicherwerke die Stromproduktion sehr schnell an den wechselnden Bedarf an Energie anpassen. Die Verarbeitung von Wasser ist bei einem Speicherkraftwerk saisonal unterschiedlich. In den Wintermonaten wird die gespeicherte Wassermenge des Stausees verarbeitet, da der natürliche Zufluss sehr gering ist. Im Sommer wird ein grosser Teil des Wassers aus dem Einzugsgebiet des Stausees im See gespeichert. Der Mattmarkstausee hat ein Speichervolumen von 100 Mio. m<sup>3</sup>. Der Zulauf zum Stausee beträgt im langjährigen Mittel 9.8 Mio. m<sup>3</sup> im Winter und 108 Mio. m<sup>3</sup> im Sommer (obere Stufe). Der Zulauf zur unteren Stufe wird in Stalden direkt verarbeitet oder über die Pumpstation in Zermeigern in den See gepumpt (Winter: 7 Mio. m<sup>3</sup>; Sommer: 99 Mio. m<sup>3</sup>; vgl. Anhang A-2.3 hydraulisches Schema Kraftwerke Mattmark). Mit Inkrafttreten des neuen Gewässerschutzgesetzes verpflichten sich die Kraftwerke Mattmark ab Ende 2012 über der Wasserfassung Saas-Fee 84 Liter pro Sekunde ganzjährig fliessen zu lassen.

Nach Einschätzung der Experten ist der **Tourismus** ebenfalls ein bedeutender Wassernutzer im Saastal. Hotels und andere Gästeunterkünfte mit ihrer umfangreichen touristischen Infrastruktur (Schwimmbäder und Wellnessanlagen) sind gemäss diesen Einschätzungen die grössten Trinkwassernutzer. Ausserdem werden für den Betrieb der technischen Beschneigungsanlagen grosse Mengen an Wasser benötigt. In Saas-Fee, dem grössten Skigebiet im Saastal, wird zurzeit ungefähr 70 % der Pistenfläche beschneit. Dafür werden gemäss Schätzungen der Befragten rund 200'000 m<sup>3</sup> Wasser benötigt. Der genaue Wasserverbrauch ist jedoch nicht bekannt. Das zur technischen Beschneigung benötigte Wasser stammt zu zwei Dritteln aus einer Wasserfassung der Kraftwerke

Mattmark und wird ins Skigebiet hoch gepumpt. Dieses Wasser ist sehr teuer, da das Hochpumpen des Wassers mit einem hohen Energieaufwand verbunden ist. Das dritte Drittel des Wasserbedarfs wird aus einem Speichersee mit einem Volumen von 60'000 m<sup>3</sup> im Skigebiet bezogen. Es ist nicht genau bekannt, wie viel Wasser in den See nachfließt, nachdem mit der Wasserentnahme begonnen wurde (Die befragten Experten gehen von 5-10 % aus). Im Skigebiet Hohsaas in der Gemeinde Saas-Grund betrug der Wasserbedarf der technischen Beschneigung in der Wintersaison 2009/10 220'848 m<sup>3</sup>. Seit der Wintersaison 2007/08 wird der Wasserbedarf für die technische Beschneigung in Saas-Grund erfasst und unterlag bisher grossen Schwankungen (vgl. Anhang A-2.4 Wasserbedarf der technischen Beschneigung im Skigebiet Hohsaas). In der Gemeinde Saas-Almagell wird das Skigebiet zu 100 % beschneit. Hierzu werden 60'000 m<sup>3</sup> Wasser benötigt. Insgesamt werden im Saastal somit rund 481'000 m<sup>3</sup> Wasser für die technische Beschneigung verwendet. Welchen Anteil die technische Beschneigung am Gesamtwasser-verbrauch des Saastals hat, kann aufgrund fehlender Daten nicht gesagt werden. Teich et al. (2007) zeigen in ihrer Studie über Klimawandel und Wintertourismus auf, dass die technische Beschneigung zwischen 20 % und 36 % des Wassers in den von ihnen untersuchten Wintersportorten Davos und Scuol verbraucht. Die Grössenordnung dürfte auch im Saastal zutreffen. Hier wird jedoch im Unterschied zu den von Teich et al. (2007) untersuchten Gemeinden kein Quellwasser (Trinkwasser) zur technischen Beschneigung genutzt, da Oberflächenwasser aus Niederschlägen und Abflusswasser der Gletscher zur Verfügung steht.

Die **Siedlungswasserwirtschaft** (ohne Tourismus) ist der zweite wichtige Nutzer von Trinkwasser im Saastal. Der Trinkwasserbedarf der Siedlungswasserwirtschaft ohne den Bereich Tourismus wird von den befragten Experten jedoch als geringer eingeschätzt als derjenige des Tourismus.

Die **Landwirtschaft** im Saastal hat in den letzten Jahren an Bedeutung verloren. Daher ist nach Einschätzung der befragten Experten die Landwirtschaft der am wenigsten wichtige Wassernutzer unter den untersuchten Wirtschaftsbereichen im Saastal. Es liegen keine Daten vor, um den genauen Wasserbedarf der Landwirtschaft im Saastal quantifizieren zu können.

Der **Trinkwasserbedarf** im Saastal liegt nach Schätzungen der befragten Experten und gemäss vorhandener Daten für die Gemeinden Saas-Fee und Saas-Grund zwischen 200 und 400 Litern pro Kopf und Jahr (vgl. Tabelle 7). Wie in allen Tourismusregionen ist der Trinkwasserverbrauch damit deutlich höher als der Schweizer Durchschnitt (233 l/Kopf) (BAFU/BFS 2007: 54).

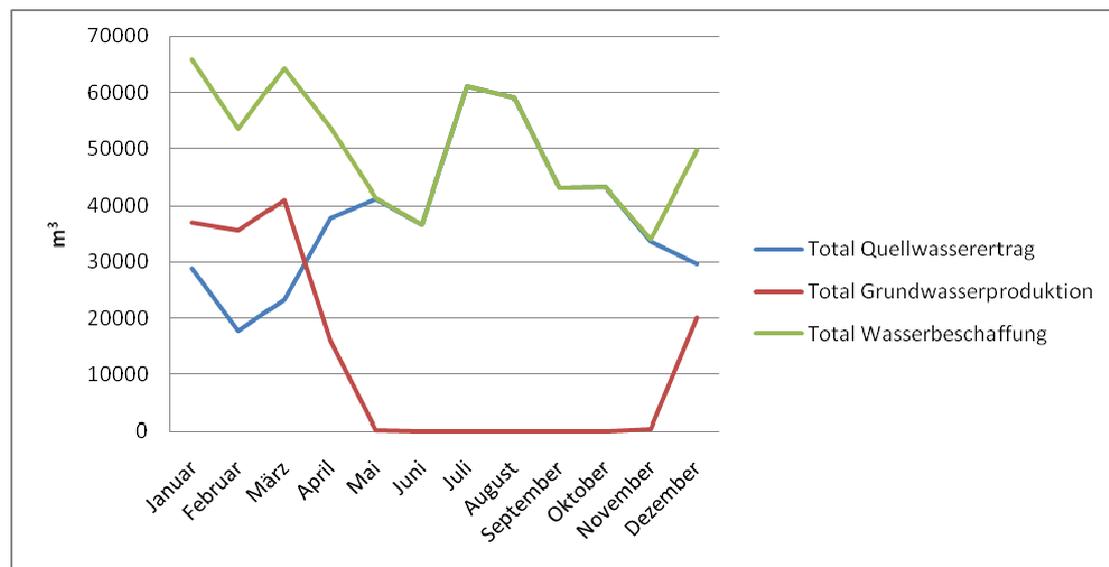
Wassernutzer	Trinkwasserbeschaffung in m <sup>3</sup> (2009)		Abwassermengen in m <sup>3</sup> (2008)
	total	pro Kopf der Bevölkerung	
Saas-Fee	605'533	356	818'366
Saas-Grund	169'674	170	570'270
Saas-Almagell	k.A.	k.A.	405'020
Saas-Balen	k.A.	k.A.	97'734

Tabelle 7: Trinkwasserbeschaffung (2009) und Abwassermengen (2008) der Gemeinden des Saastal (eigene Darstellung, Datenquelle: Wasserversorgung Saas-Fee und Gemeinde Saas-Grund; für die Gemeinden Saas-Almagell und Saas-Balen liegen keine Angaben zur Trinkwasserbeschaffung vor).

Die Tabelle 7 zeigt, dass der Trinkwasserbedarf der Gemeinde Saas-Fee mit 605'533 m<sup>3</sup> im Jahr 2009 deutlich höher liegt als in der Gemeinde Saas-Grund im selben Jahr (169'674 m<sup>3</sup>). Das liegt zum einen an der grösseren Bevölkerung Saas-Fees (1'700 Einwohner, Saas-Grund ca. 1'000 Einwohner; vgl. Kapitel 3 Grundlagen). Zum anderen – dies zeigt der deutlich höhere Wasserbedarf pro Kopf – ist dies auf die höhere Anzahl Übernachtungen in Saas-Fee zurückzuführen (vgl. Kapitel 7 Teilprojekt Tourismus). Saas-Fee verbucht 60 % der Übernachtungen im Saastal, Saas-Grund rund 25 %. Für Saas-Almagell und Saas-Balen stehen zurzeit keine Daten zur Verfügung. Der Trinkwasserbedarf dürfte aufgrund der geringeren Einwohnerzahl (ca. 400 Einwohner) und deutlich tieferen Anzahl an Gästeübernachtungen (12 % bzw. 3 % der Übernachtungen des Saastals) nochmals geringer sein als in Saas-Fee und Saas-Grund.

Die **saisonale Verteilung des Trinkwasserbedarfs** variiert im Saastal beträchtlich. Die Übersicht über die monatliche Variabilität der Trinkwasserbeschaffung der Gemeinde Saas-Fee für das Jahr 2009 zeigt, dass der Trinkwasserverbrauch in der touristischen Hochsaison im Winter (Weihnachten und Februar, März) und im Sommer (Juli-September) am höchsten ist (vgl. Figur 10).

#### «Trinkwasserbeschaffung Gemeinde Saas-Fee»



WSL/econcept

Figur 10: Trinkwasserbeschaffung Gemeinde Saas-Fee 2009 (eigene Darstellung, Datenquelle: Wasserversorgung Saas-Fee).

Eine ähnliche saisonale Variabilität des Trinkwasserbedarfs dürfte auch in Saas-Grund zutreffen. In Gemeinden mit weniger Gästeübernachtungen, wie Saas-Almagell und Saas-Balen, dürfte die saisonale Variabilität etwas weniger deutlich ausgeprägt sein. Diese Vermutung wird durch die saisonale Variabilität der Abwassermengen der vier Gemeinden verstärkt (vgl. Anhang A-2.8 Saisonale Variabilität der Abwassermengen im Saastal).

Wie aus Figur 10 hervorgeht, setzt sich die Trinkwasserbeschaffung der Gemeinde Saas-Fee aus Quell- und Grundwasser zusammen. Grundwasser wird nur in der Hochsaison im Winter genutzt. Grund hierfür ist, dass die Quellen im Winter natürlicherweise weniger Wasser schütten, die totale Trinkwasserbeschaffung jedoch in der Hochsaison im Winter am grössten ist. Im Winter kann die Nachfrage nach Trinkwasser daher nicht alleine durch Quellwasser abgedeckt werden. Im Sommer hingegen ist ausreichend Quellwasser vorhanden, so dass der Trinkwasserbedarf problemlos gedeckt werden kann. In dieser Jahreszeit wird kein Grundwasser gepumpt. Das Trinkwasser wird in der Gemeinde Saas-Fee von sechs Quellfassungen und drei Grundwasserpumpstationen bezogen. Die Wasserversorgung in der Gemeinde Saas-Grund wird durch zwölf Quellfassungen und eine selten genutzte Grundwasserpumpstation sichergestellt. Für die Gemeinden Saas-Almagell und Saas-Balen liegen keine Daten zu Quell- und Grundwasserfassungen vor. Karten vom Kanton Wallis geben eine grobe Übersicht über die Quell- und Grundwasserfassungen des gesamten Saastals (vgl. Anhang A-2.6 Quell- und Grundwasserfassungen Saas-Fee, Saas-Grund und gesamtes Saastal). Die Karten zeigen ausserdem, dass für die Trinkwasserversorgung fast ausschliesslich Quellwasser genutzt wird.

Die **Trinkwasserversorgung** obliegt in der Schweiz in der Regel den Kantonen. Nur in Graubünden und im Wallis ist die Trinkwasserversorgung in der Verantwortung der Gemeinden, d.h. das Trinkwasser gehört den Gemeinden (EEA 2009: 71). In den meisten Gemeinden gibt es eine zentrale Trinkwasserversorgung. In anderen Gemeinden wird die Trinkwasserversorgung von einer oder mehreren Trinkwassergenossenschaften sichergestellt. Die Wasserverteilung und die Instandhaltung der Infrastruktur liegen in der Verantwortung der Genossenschaften. Die Eigentümerin des Trinkwassers ist aber auch in diesem System die jeweilige Gemeinde. Jede Genossenschaft behält sich das Recht vor, eine eigene Quelle zu nutzen. Wenn eine Trinkwassergenossenschaft unter Wasserknappheit leidet, sind die anderen Genossenschaften verpflichtet, der betroffenen Genossenschaft Wasser zu verkaufen. Sollte es bei Wasserknappheit zu Verteilungsproblemen zwischen den einzelnen Genossenschaften kommen, greift die Gemeinde in die Wasserverteilung ein. Mischformen von zentral und genossenschaftlich organisierter Trinkwasserversorgung innerhalb einer Gemeinde können auch vorkommen.

In den vier Gemeinden des Saastals ist die Trinkwasserversorgung unterschiedlich organisiert (vgl. Tabelle 8). In Saas-Fee und in Saas-Almagell gibt es nur eine Trinkwasserversorgung. In der Gemeinde Saas-Grund hingegen wird die Trinkwasserversorgung von sieben Trinkwassergenossenschaften von unterschiedlicher Grösse sichergestellt (vgl. Anhang A-2.12 Organisation der Trinkwasserversorgung in Saas-Grund). In der Gemeinde Saas-Balen ist wie in Saas-Fee und Saas-Almagell die Gemeinde für die Versorgung

der Haushalte und touristischen Infrastrukturen mit Trinkwasser verantwortlich, die Maiensässzonen verfügen hingegen über eigenes Trinkwasser.

Gemeinde	Organisation der Trinkwasserversorgung
Saas-Fee	zentral organisiert, 1 Trinkwasserversorgung
Saas-Grund	7 Trinkwassergenossenschaften
Saas-Almagell	zentral organisiert, 1 Trinkwasserversorgung
Saas-Balen	zentral organisiert, Maiensässzone eigenes Trinkwasser

Tabelle 8: Organisation der Trinkwasserversorgung in den Gemeinden des Saastals (eigene Erhebung).

Die Analyse der **Abwassermengen** der vier Gemeinden des Saastals zeigt ein ähnliches Bild wie der Trinkwasserbedarf. Im Jahr 2008 produzierte Saas-Fee mit Abstand die grösste Menge an Abwasser, gefolgt von Saas-Grund, Saas-Almagell und Saas-Balen (vgl. Tabelle 7). Im Gegensatz zur Trinkwasserversorgung ist die **Abwasserreinigung** im Saastal zentral organisiert. Das gesamte Abwasser des Saastals wird in der Abwasserreinigungsanlage Saastal in Saas-Balen gesammelt und gereinigt.

#### 4.4 Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt

In der Schweiz liegen gegenwärtig keine umfassenden, auf modernen und hoch aufgelösten Klimaszenarien basierenden Modellierungen des hydrologischen Kreislaufes vor – weder für die gesamte Schweiz noch für einzelne Einzugsgebiete wie die Saaser Vispa (BAFU 2010). Die vorliegenden Studien zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt erlauben hauptsächlich qualitative Aussagen zu Hochwasser (KOHS 2007), Niedrigwasser und Wasserwirtschaft (OcCC 2007). Quantitative Aussagen zur Veränderung von Hoch- und Niedrigwasser, Eisreserven oder den Abflüssen stark vergletschelter Einzugsgebiete wie im Saastal sind nicht verfügbar (BAFU 2010).

Im Folgenden wird zuerst ein Überblick über die erwarteten Veränderungen im hydrologischen Kreislauf der Talschaft gegeben. Anschliessend wird aufgezeigt wie sich die Verfügbarkeit des Wassers für die verschiedenen Wirtschaftsbereiche verändern kann. Schliesslich wird der Frage nachgegangen, wie sich die Wassernachfrage in den ausgewählten Wirtschafts- und Gesellschaftsbereichen verändern kann.

##### 4.4.1 Veränderungen im hydrologischen Kreislauf der Talschaft

Um im Saastal die zukünftige Veränderung der Wasserverfügbarkeit abschätzen zu können, wurden für diese Studie Daten aus dem Einzugsgebiet der Saaser Vispa herangezogen. Die Daten beziehen sich auf das Teileinzugsgebiet Mattmark, einem Teil der Gemeinde Saas Almagell, mit einer Gesamtfläche von 65.67 km<sup>2</sup>, im Höhenbereich zwischen 1738 und 4183 m.ü.M. mit einer mittleren Höhe von 2849 m.ü.M. Während die berechneten absoluten Zahlen gebietspezifisch und nicht auf andere Gebiete übertragbar sind, geben die prozentualen Veränderungen Rückschlüsse auf die mögliche Entwicklung in anderen Gebieten der Region. Zu berücksichtigen ist, dass schnee- und eisbedeckte

Flächen sowie fester Niederschlag stark von der Höhenlage und dem Gelände abhängig sind. Diese Daten wurden basierend auf aktuellen regionalen Klimaszenarien des Instituts für Atmosphäre und Klima (IAC) der ETH Zürich (Mittel von jeweils 10 unabhängigen Simulationen) durch die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich statistisch aufbereitet. Die Klimaszenarien wurden im Rahmen des EU-Projektes ENSEMBLES erstellt und in den Forschungsprojekten «CCHydro» (BAFU 2010) und «Klimaänderung und Wasserkraft» aufbereitet. Die Szenarien sind lokal angepasst und liefern somit Grundlagen für genauere Modellierungen einzelner Regionen.

In den Berechnungen der ETH Zürich und der VAW wurden saisonale Mittelwerte für die Jahre 1980-2009 (Referenzperiode) und Zukunftsszenarien für die Jahre 2010, 2030 und 2050 für die folgenden Parameter berechnet: Niederschlag, Temperatur, eisbedeckte Fläche, schneebedeckte Fläche, totale Abflussmenge, fester Niederschlag (z.B. Schnee oder Hagel), Abflussmenge durch Eis und Abflussmenge durch Schnee. Um die prozentualen Veränderungen dieser Parameter zu ermitteln, wurden die Zukunftsszenarien mit der Referenzperiode verglichen (vgl. Tabellen in Anhang A-2.8 bis A-2.11). Die Berechnungen zeigen, dass die Temperatur bis 2050 kontinuierlich in allen Jahreszeiten ansteigen wird (Tabelle 9). Gegenüber den OcCC-Szenarien für die Alpensüdseite signalisieren die Klimamodelle für das Saastal im Sommer- und Herbst 10-20 % geringere Temperaturanstiege und im Winter sowie Frühjahr ca. 10 % höhere Werte (2050). Das Modell geht zudem von einer Zunahme der totalen Niederschlagsmengen im Winter von bis zu 11 % im Jahr 2050 aus. Im Sommer hingegen ist mit einer Abnahme der Niederschläge um rund 4 % zu rechnen. Gegenüber den OcCC-Szenarien zeigen die Saastal-Modelle mehr Niederschläge. So sind beispielsweise 2050 die Zunahmen im Sommer kleiner (-4.2 % gegenüber 19 %).

	Fester Niederschlag [%]	Abflussmenge [%]	Abflussmenge durch Eis [%]	Abflussmenge durch Schnee [%]
2010 DEC-FEB	-3.1	5.9	0	0
2010 MAR-MAY	0	26.4	0	31
2010 JUN-AUG	-22	-0.9	117	-10
2010 SEP-NOV	-5.4	7.7	173	2
2030 DEC-FEB	-1	21.5	0	0
2030 MAR-MAY	-6	53.7	0	56
2030 JUN-AUG	-38	-8.8	101	-21
2030 SEP-NOV	-10	-3.3	108	-11
2050 DEC-FEB	6	37.0	0	0
2050 MAR-MAY	-13	78.8	0	73
2050 JUN-AUG	-59	-25.2	225	-38
2050 SEP-NOV	-13	-6.4	126	-16

Tabelle 9: Prozentuale saisonale Veränderung des festen Niederschlags (z.B. Schnee oder Hagel), der Abflussmenge, der Abflussmenge durch Eis und der Abflussmenge durch Schnee im Saaser Vispa Gebiet für die Jahre 2010, 2030 und 2050 gegenüber der Referenzperiode 1990-2009 (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich).

Die Modellierungen zeigen, dass infolge der höheren Lufttemperaturen im Winter der Niederschlag weniger häufig als fester Niederschlag (v.a. Schnee) sondern vermehrt als Regen fallen wird. Dies bewirkt vor allem in höheren Lagen, in denen der Anteil des Abflusses aus der Schneedecke gross ist bzw. bisher gross war, eine Zunahme des Abflusses im Winter. Zudem wird der Schnee weniger lange liegen bleiben, so dass die Abflussspitze früher eintreffen dürfte und die Abflussmengen durch Schnee im Sommer zurückgehen werden (vgl. A-2.11 Prozentuale Abweichungen der saisonalen Mittelwerte von festem Niederschlag, Schmelze von Schnee, Schmelze von Eis im Saaser Vispa Gebiet). Die Schneesicherheit dürfte somit im Frühling langfristig abnehmen und die Wintersaison verkürzen. Das Eis wird schneller schmelzen und die Gletscher werden sich kontinuierlich zurückziehen, so dass die Abflussmengen durch Eis bis zum Jahr 2050 stark zunehmen. Danach dürften die Abflussmengen hingegen aufgrund des reduzierten Gletschervolumens wieder abnehmen.

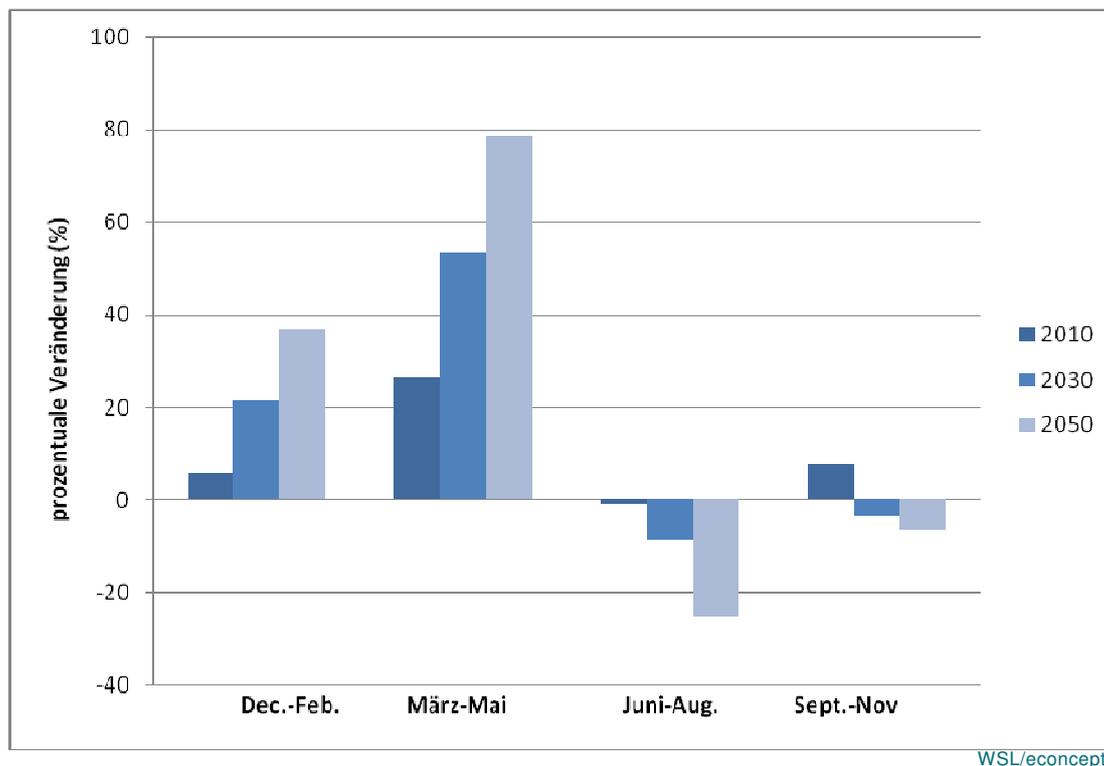
Der Rückgang der Gletscher im Saaser Vispa Gebiet ist in Tabelle 10 quantifiziert. Die vom Gletscher bedeckte Fläche dürfte bis 2050 kontinuierlich abnehmen. Die Gesamtfläche der Gletscher betrug im Mittelwert von 1980-2009 21.119 km<sup>2</sup> mit einer mittleren Höhe von 2849 m.ü.M. Tabelle A-2.9 im Anhang zeigt ausserdem, dass aufgrund des Gletscherrückgangs die Eisschmelze im Sommer und Herbst bis 2050 zunehmen wird.

Jahr	Fläche [km <sup>2</sup> ]
2010	-2.05
2030	-7.19
2050	-12.19

Tabelle 10: Veränderung der vergletscherten Fläche im Saaser Vispa Gebiet im Vergleich zur Referenzperiode 1980-2009 mit einer durchschnittlichen Gletscherfläche von 21.119 km<sup>2</sup> (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich)

Abflussmodelle gehen von einer starken Zunahme der Abflussmengen zwischen Dezember und Mai aus, während sie zwischen Juni und November eine Abnahme prognostizieren (vgl. Figur 11). Dies bestärkt die bereits oben beschriebene Annahme der Abflusszunahme im Frühling und der Abflussabnahme im Sommer aufgrund der veränderten Schnee- und Eisschmelze (vgl. Tabelle 9).

### «Veränderung der saisonalen Abflussmenge im Saaser Vispa Gebiet»



Figur 11: Veränderung der saisonalen Abflussmenge im Saaser Vispa Gebiet für die Jahre 2010, 2030 und 2050 gegenüber der Referenzperiode 1990-2009 (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich).

Um den Einfluss der Eisschmelze abschätzen zu können, muss der Vergletscherungsgrad des Einzugsgebietes beachtet werden. Die verfrühten Schneeschmelzprozesse sind in den hochgelegenen Gebieten weniger stark ausgeprägt, da dort die Temperaturzunahme (noch) keinen Einfluss auf den Niederschlag in der festen Phase hat. Generell dürfte mit einem früheren Beginn der Schneeschmelze zu rechnen sein.

Aufgrund der klimawandelbedingten Niederschlagsabnahme und Verdunstungszunahme wird im Saastal im Sommer und Herbst eine Abnahme der Abflussmengen prognostiziert. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese Abnahme der Wasserverfügbarkeit in den nächsten Jahrzehnten durch das erhöhte Schmelzen der Gletscher kompensiert werden kann. Die Abflussmengen in den kälteren Perioden werden voraussichtlich aufgrund verstärkter Niederschläge und geringerer Speicherung von Wasser in Form von Schnee und Eis stark zunehmen. Daher wird den Wassernutzern bis mindestens 2050 genügend Oberflächenwasser zur Verfügung stehen. Ausserdem werden die von Oberflächengewässern gespeisten Quellen voraussichtlich bis mindestens 2050 genügend Trinkwasser zur Verfügung stellen. Allerdings kann mit einer stärker variierenden Schüttungsmenge gerechnet werden. Dies liegt einerseits in der verringerten Speicherkapazität des Regens (gegenüber festen Niederschlägen) begründet. Andererseits ist mit vermehrten Starkniederschlägen zu rechnen (vgl. OcCC 2007).

#### 4.4.2 Veränderung der lokalen Verfügbarkeit des Wassers für die verschiedenen Wirtschaftsbereiche

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Verfügbarkeit des Wassers in den verschiedenen Wirtschaftsbereichen sind im Saastal bereits heute sichtbar und den befragten Experten grundsätzlich bekannt. Die befragten Experten gehen davon aus, dass genügend Wasser für alle Wirtschaftsbereiche im Saastal zur Verfügung steht, solange Gletscher vorhanden sind. Es wird erwartet, dass es noch mindestens 30 bis 100 Jahre dauern wird, bis die Gletscher im Saastal vollständig verschwunden sind. Einige der befragten Experten betonen, dass die Verfügbarkeit des Wassers im Saastal bereits in der Vergangenheit starke Schwankungen aufgewiesen hat.

Aus den Experteninterviews geht hervor, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit im **Tourismus** am auffälligsten sind. Alle Experten sind sich dessen bewusst, dass im Saastal in Zukunft weniger Wasser in Form von Schnee und Eis zur Verfügung stehen wird. Um die Schneesicherheit für den Wintertourismus zu garantieren, wird heute schon 70-100 % der Skipistenfläche beschneit. Ausserdem wird die zukünftige technische Beschneigung des Gletschers für den Sommerskibetrieb diskutiert. Als grösseres Problem sehen die Experten den Gletscherrückzug und das Auftauen des Permafrostes. So muss z.B. die Bergstation des Skiliftes Mittelallalin versetzt werden, um wieder auf sicherem Grund stehen zu können. Für die Trinkwasserverfügbarkeit im Tourismus dürfte der Klimawandel laut der befragten Experten in nächster Zukunft keine negativen Auswirkungen im Saastal haben. Einige Experten erwarten höchstens an wenigen Spitzentagen Engpässe in der Trinkwasserversorgung in einigen Gemeinden. Um das zu verhindern, sollte die Infrastruktur auf die Spitzentage ausgerichtet werden. Ausserdem weisen Experten darauf hin, dass das Wasser in den Bergrestaurants in der Hochsaison im Winter (Februar, März) bereits heute knapp ist.

Für die Trinkwasserversorgung der **Siedlungswasserwirtschaft** (ohne Tourismus) gelten die gleichen Annahmen für die Verfügbarkeit von Trinkwasser wie für den Tourismus. Die erwarteten Engpässe in der Trinkwasserversorgung an einigen Spitzentagen werden auch Auswirkungen auf die Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus) haben. Durch die Zunahme von Extremereignissen besteht ausserdem die Gefahr von Verschmutzungen von Quellen durch Murgänge, wie es z.B. in Randa im Mattertal bereits vorgekommen ist. In Saas-Almagell gibt es auch ein Rutschgebiet in der Nähe von Quelfassungen, Quellen wurden jedoch (noch) nicht verschmutzt. Weiter wurde von den befragten Experten zu Bedenken gegeben, dass mit steigendem Trinkwasserbedarf die Abwassermengen zunehmen werden und der Anteil sauberen Wassers in den Abwasserreinigungsanlagen steigen wird.

Für die **Wasserkraft** weisen einige Experten darauf hin, dass infolge des Gletscherrückzugs kurzfristig mehr Wasser zur Verfügung stehen wird. Nach Aussage der Kraftwerke Mattmark AG wurden die Durchschnittswerte der verarbeiteten Wassermengen in den letzten 40 Jahren bereits leicht erhöht. Häufigere und intensivere Niederschläge im Winter könnten die Wasserknappheit im Winter reduzieren. In den Sommermonaten ist aller-

dings langfristig mit zunehmendem Abschmelzen der Gletscher mit einem Rückgang der zur Verfügung stehenden Wassermengen zu rechnen (EEA 2009: 74). Eine indirekte Auswirkung des Klimawandels fordert den Kraftwerksbetrieb Mattmark schon heute heraus: infolge des Rückgangs der Gletscher und des Anstiegs der Permafrostgrenze wird vermehrt Feinmaterial von den Moränen und Rutschungen durch das Wasser mitgenommen und in das Triebwassersystem und die Seeebene des Mattmark Staudammes verfrachtet. Dies dürfte zunehmende Instandhaltungsarbeiten und -kosten bei der Anpassung des Staubeckens hervorrufen (EEA 2009: 74).

Für die **Landwirtschaft** birgt der Klimawandel im Saastal im Wesentlichen zwei Probleme. Zum einen führt die geringere Verfügbarkeit von Wasser zu mehr Trockenheit im Sommer. Dieser Wassermangel kann im Tal durch Bewässerung kompensiert werden, solange es genügend Abflusswasser von den schmelzenden Gletschern gibt. Alpweiden hingegen können in der Regel nicht bewässert werden. Im Hitzesommer 2003 mussten die Tiere aufgrund von Futtermangel infolge Trockenheit bereits Mitte August wieder ins Tal genommen werden. Als Folge der Abnahme der Niederschläge in den Sommermonaten könnte es in Zukunft häufiger zum vorzeitigen Beenden der Alpung des Viehs kommen. Dies könnte die traditionelle Alpbewirtschaftung langfristig gefährden. Zum anderen kann die Zunahme von Extremereignissen (vor allem Hochwasser) – wie bereits in der Vergangenheit – zu Schäden in der Landwirtschaft führen.

#### 4.4.3 Entwicklung der Nachfrage nach Wasser in den ausgewählten Wirtschafts- und Gesellschaftsbereichen

Laut Einschätzung der Experten wird die Nachfrage nach Wasser in allen untersuchten Wirtschaftsbereichen ausser der Landwirtschaft zunehmen (vgl. Tabelle 11).

Wassernutzer	Nutzungsänderungen bis 2020	Veränderung Nachfrage bis 2050
<b>Tourismus</b>	Technische Beschneigung	leichte Zunahme
	Hotels, Schwimmbäder etc.	Ausbau Beschneigungsanlagen Saas-Fee -2 Resorts, Jugendherberge - Erweiterung Golfplatz Saas-Grund -2 Resorts - Badeseen
<b>Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus)</b>	-	keine Veränderung
<b>Wasserkraft</b>	-	grosse Zunahme
<b>Landwirtschaft</b>	-	abhängig von Agrarpolitik

Tabelle 11: Geplante Nutzungsänderungen bis 2020 und Veränderung der Nachfrage bis 2050 (eigene Erhebung).

Nach Einschätzung der Experten gehört der **Tourismus** zu den grössten Wassernutzern im Saastal (vgl. Kapitel 4.3) und wird diese Position in Zukunft weiter ausbauen. Die befragten Experten vermuten, dass der Wasserverbrauch im Tourismus in den letzten Jahren zugenommen hat. Als wichtiger Grund hierfür wird der Ausbau der technischen Be-

schneigungsanlagen genannt. Die Statistik der technischen Beschneigung der Bergbahnen Saas-Fee veranschaulicht, dass der Wasserbedarf zur Garantierung der Schneesicherheit von 1997 bis 1998 von durchschnittlich 15'000 m<sup>3</sup> auf 140'000 m<sup>3</sup> markant zugenommen hat. In den Folgejahren blieb er bis 2005 konstant. Von 2005 bis 2009 wird für den Wasserbedarf der technischen Beschneigung eine Zunahme auf 200'000 m<sup>3</sup> geschätzt (vgl. Anhang A-2.14 Wasserbedarf der technischen Beschneigung in Saas-Fee bis 2012). Mit der geplanten Inbetriebnahme einer weiteren Anlage im Jahr 2012 ist mit einem weiteren Anstieg auf 215'000m<sup>3</sup> Wasser zu rechnen. Da der Ausbau der Anlagen 2012 abgeschlossen sein wird, gehen die Bergbahnen Saas-Fee in den Folgejahren von einem gleichbleibenden Wasserverbrauch für die technische Beschneigung aus. Eine starke Zunahme des Wasserbedarfs zur Garantierung der Schneesicherheit ist erst wieder zu erwarten, wenn der Gletscher im Sommer beschneit werden soll. Ob und wann das der Fall sein könnte, ist heute noch nicht absehbar. Wie sich der Wasserbedarf der technischen Beschneigung in Saas-Grund weiterentwickeln wird, ist schwierig abzuschätzen. Es wird davon ausgegangen, dass der zukünftige Wasserbedarf wie in den vergangenen Jahren stark variieren wird. In Saas-Almagell wird sich der Bedarf an Wasser zur Garantierung der Schneesicherheit zukünftig nicht signifikant ändern, da bereits 100 % der Pistenfläche beschneit wird. Der Wasserbedarf für die technische Beschneigung dürfte im Saastal daher in den nächsten Jahren nur geringfügig zunehmen.

Eine wichtige Ursache der Zunahme des Trinkwasserbedarfs im Tourismus sehen die befragten Experten in der zunehmenden Anzahl von Touristen, die das Saastal seit der Eröffnung des Lötschberg-Basistunnels zu verzeichnen hat. Aufgrund der geplanten touristischen Grossprojekte in Saas-Fee und Saas-Grund dürfte der Trinkwasserbedarf in diesen beiden Gemeinden weiter zunehmen. In Saas-Fee sind zwei neue Resorts, eine Jugendherberge und die Erweiterung des 9-Loch-Alpin Golfplatzes geplant. In Saas-Grund werden zwei neue Resorts errichtet. Die Bergbahnen Hohsaas planen beispielsweise auf die Wintersaison 2011/12 ein Ferienresort mit 104 Ferienwohnungen, das 70'000 neue Logiernächte generieren soll (Bieler 2010). Ausserdem dürfte in den nächsten Jahren vor dem Altersheim in Saas-Grund ein 100x50m grosser Badesee entstehen. In Saas-Almagell und Saas-Balen sind den befragten Experten keine grösseren Investitionen in touristische Infrastruktur bekannt. In diesen beiden Gemeinden sind daher keine grossen Veränderungen des Trinkwasserbedarfs im Tourismus zu erwarten.

Die Nachfrage nach Trinkwasser für die **Siedlungswasserwirtschaft** (ohne Tourismus) wird nach Ansicht der Experten voraussichtlich nicht weiter ansteigen, da in allen Gemeinden des Saastals von einer stagnierenden Bevölkerung ausgegangen wird.

Die Nachfrage nach **Trinkwasser insgesamt** (Tourismus und Siedlungswasserwirtschaft ohne Tourismus) hat nach Einschätzung der Experten in den letzten Jahren zugenommen und wird in Zukunft weiter ansteigen. Allerdings zeigen die vorliegenden Daten über die Veränderung des Trinkwasserbedarfs in der Gemeinde Saas-Grund zwischen 2002 und 2009 ein etwas anderes Bild. Der Trinkwasserbedarf verzeichnet eine hohe Variabilität und den Aussagen widersprechend sogar eine leicht abnehmende Tendenz (vgl. Anhang A-2.13 Veränderung der Trinkwasserbeschaffung in der Gemeinde Saas-Grund

zwischen 2002 und 2009). Inwiefern diese Tendenz auch für die anderen Gemeinden zutrifft, kann nicht beantwortet werden. Die Wasserversorgung der Gemeinde Saas-Fee führt erst seit 2009 eine Statistik über die Trinkwasserbeschaffung. Grundsätzlich sind sich die Experten jedoch einig, dass der Bedarf an Trinkwasser im Saastal in den letzten Jahren zugenommen hat. Für die Zukunft erwarten sie vor allem eine tourismusbedingte saisonale Zunahme.

Im Bereich der **Wasserkraft** wird mit einer Zunahme des Wasserbedarfs aufgrund der steigenden Energienachfrage. Gleichzeitig verpflichten sich die Kraftwerke Mattmark im neuen Gewässerschutzgesetz ab Ende 2012 über der Wasserfassung Saas-Fee 84 Liter pro Sekunde fliessen zu lassen, um die Restwassermenge einzuhalten.

Die Zukunft der **Landwirtschaft** ist stark abhängig von der Liberalisierung der Märkte und der Anpassung der Agrarpolitik (OcCC 2007). Daher sind Aussagen über die Veränderung der Nachfrage nach Wasser schwierig. Auf zunehmende Trockenheit reagiert die Landwirtschaft in der Regel mit intensiverer Bewässerung. Allerdings sind die Landwirte im Saastal an einzelne Trockenjahre gewohnt. Die Experten rechnen aus diesem Grund mit keiner starken Zunahme des Wasserbedarfs in der Landwirtschaft.

#### 4.4.4 Fazit

Die zu erwartenden Veränderungen des hydrologischen Kreislaufs und die Expertengespräche zeigen, dass das Saastal auch in Zukunft ein im nationalen und internationalen Vergleich relativ hohes Wasserdargebot haben wird. Oberflächenwasser und Quellwasser dürften den einzelnen Wassernutzern bis mindestens 2050 genügend zur Verfügung stehen. Wasserknappheit wird für einzelne Wirtschaftsbereiche erst zum Problem werden, wenn die Gletscher sich soweit zurückgezogen haben, dass die Abflüsse abnehmen. Dies könnte gemäss der hier verwendeten Modellierung frühestens ab 2050 der Fall sein. Bei gleichzeitig steigendem Nutzungsbedarf können jedoch Konkurrenzsituationen zwischen verschiedenen Verbrauchern und Ökosystemen entstehen. Um den Wasserbedarf der einzelnen Wirtschaftsbereiche und die Trinkwasserversorgung der Gemeinden auch in Zukunft gewährleisten zu können, sollte bereits heute der Handlungsbedarf identifiziert und Handlungsoptionen ausgearbeitet werden. Laufende Studien wie CCHydro und die beginnenden Monitoringaktivitäten von Gemeinde und Kanton zeigen, dass es zukünftig darauf ankommen wird, gute Datengrundlagen zur Verfügung zu haben, um effektive und effiziente Massnahmen der Klimaanpassung ableiten zu können.

#### 4.5 Handlungsbedarf im Bereich Wasser

Der Handlungsbedarf im Bereich Wasser resultiert zum einen aus den Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit und zum anderen aus den Nutzungsänderungen in den einzelnen Wirtschaftsbereichen im Saastal. Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt im Saastal sind kurzfristig eher gering, so dass der Handlungsbedarf im Bereich Wasser insgesamt als eher klein eingestuft werden kann.

Die Wertschätzung des Wassers ist im Saastal nach Einschätzung der befragten Experten eher gering. Als Grund hierfür wird der Überfluss an Wasser genannt. Wasser generell, aber vor allem Trinkwasser stehen an einigen Orten gratis oder zu einem sehr geringen Preis zur Verfügung. Trinkwasser zur Bewässerung von Gärten kann vor dem Zähler abgezapft werden und ist somit kostenlos.

#### **4.5.1 Handlungsbedarf nach Wirtschaftsbereichen**

Der Handlungsbedarf durch die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt wird vom Kanton, der Bevölkerung des Saastals und in den einzelnen Wirtschaftsbereichen unterschiedlich eingeschätzt. Auf kantonaler Ebene überwiegt die Ansicht, dass bereits heute Handlungsbedarf besteht und Anpassungsmassnahmen ergriffen werden müssen. Auf lokaler Ebene sind die befragten Experten im Saastal vorwiegend der Meinung, dass für alle Wirtschaftsbereiche genügend Wasser zur Verfügung steht, solange es Gletscher gibt. Ausserdem wies die Verfügbarkeit von Wasser im Saastal bereits in der Vergangenheit starke Schwankungen auf. Aus diesem Grund halten die meisten befragten Experten Anpassungsmassnahmen noch nicht für notwendig. Klimaschutzmassnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Treibhausgasemissionen werden hingegen generell als wichtig anerkannt.

Da die Wasserversorgung im Kanton Wallis den Gemeinden obliegt, stehen auf kantonaler Ebene keine Daten zur Wasserversorgung zur Verfügung. Die befragten Experten bemängeln, dass es im Kanton keine Institution gebe, die für die Koordination der Wasserversorgung zuständig sei. Einzelne Gemeinden erheben zwar den Wasserverbrauch, geben die Daten aber nicht an den Kanton weiter. Daher wurde vom Kanton entschieden, ein Kompetenzzentrum für Wasser aufzubauen, das die Wasserversorgung des Kantons koordiniert, um die zukünftige Wasserversorgung aller Wirtschaftsbereiche sicherzustellen. Zudem wäre es notwendig, dass jede Gemeinde ein Monitoring des Wasserverbrauchs einführt.

Die folgende Tabelle zeigt den Handlungsbedarf nach verschiedenen Wirtschaftsbereichen.

Wirtschaftsbereich	Handlungsbedarf
alle	Daten, Informationsgrundlage Wertschätzung des Wassers
Tourismus	Technische Beschneidung Infrastruktur der Bergbahnen Trinkwasserversorgung Hotellerie und Bergrestaurants
Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus)	Trinkwasser Infrastruktur Wasserrechte/Wasserverteilung Quellen und Naturgefahren Abwasserreinigung
Wasserkraft	Speichersee Sedimentablagerungen Wassermangel Restwasser
Landwirtschaft	Bewässerung Bewässerungstechnik Bewässerungsinfrastruktur

Tabelle 12 Handlungsbedarf im Bereich Wasser (eigene Erhebung)

In der nachfolgenden Tabelle ist der Handlungsbedarf im Bereich Wasser bewertet.

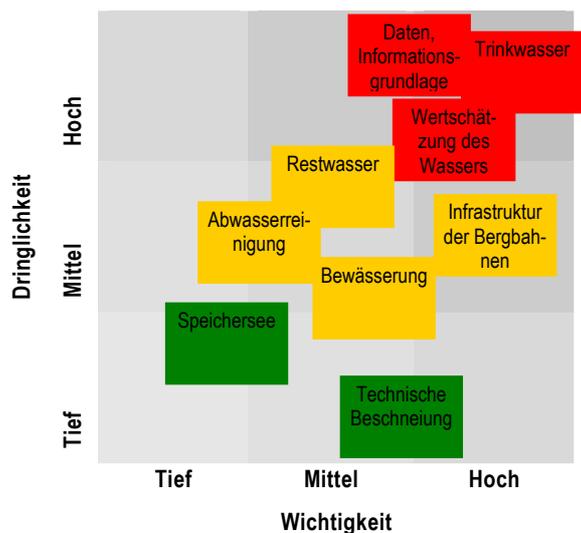


Tabelle 13: Bewertung des im Teilprojekt Wassers ausgewiesenen Handlungsbedarfs (HB) nach den beiden Kriterien Dringlichkeit und Wichtigkeit.  
Grüne Felder = Handlungsbedarf klein; orange Felder = Handlungsbedarf mittel; rote Felder = Handlungsbedarf gross.

Um den Handlungsbedarf abschätzen zu können, ist es wichtig, neben den Auswirkungen des Klimawandels und den Nutzungsänderungen bereits realisierte oder geplante Anpassungsmassnahmen zu berücksichtigen. Wenn bereits Anpassungsmassnahmen realisiert wurden, wird der Handlungsbedarf als wichtig, jedoch weniger dringend eingestuft (vgl. Tabelle 13).

Verantwortlich für Umsetzung	Anpassungsmassnahmen realisiert oder geplant
Kanton Wallis	Kompetenzzentrum für Wasser (im Aufbau)
<b>Wirtschaftsbereiche</b>	
<b>Tourismus</b>	
- <b>Bergbahnen</b>	Alle Skigebiete werden beschneit <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschneigung mittels GPS und Radar resp. Projekt «Juste Neige» optimiert</li> <li>- Entwässerungskanäle für Schmelzwasser auf Pisten (z.B. Hannig) verlegt</li> <li>- Infrastruktur wegen auftauendem Permafrost (Bergstation Skilift Mittelallalin III)</li> </ul>
- <b>Hotellerie und Bergrestaurants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bergrestaurants an Wasserleitungsnetz von Saas-Fee anschliessen (geplant)</li> <li>- Durchlaufbegrenzer in Hotels (50%) installiert</li> </ul>
<b>Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus)</b>	
	Trinkwasser <ul style="list-style-type: none"> <li>- Saas-Fee: neues Trinkwasserreservoir mit Turbinen in Betrieb genommen (Sept. 2010)</li> </ul> Abwasserreinigung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologieanpassung: Trennsysteme installiert</li> </ul>
<b>Wasserkraft</b>	
	Speichersee Mattmark, verschiedene Massnahmen bzgl. besserer Entsandung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wasserfassung Schweiben: Verlängerung, neue Beruhigungsstrecke (2006)</li> <li>- Wasserfassung Saas-Fee: neues Spülsystem (2007)</li> <li>- Wasserfassung Riedbach: zusätzlicher Entsander (2008)</li> <li>- Riedbach und Schweiben: Einbau von Geofenen in Zusammenarbeit mit ETHZ</li> </ul> Speichersee Mattmark = Mehrzweckspeicher: Wassernutzung und Hochwasserschutz
<b>Landwirtschaft</b>	
	Bewässerung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suonen in einigen Gemeinden revidiert</li> </ul>

Tabelle 14 Anpassungsmassnahmen im Bereich Wasser realisiert oder in Planung (eigene Erhebung)

Im **Tourismus** sind die Auswirkungen auf die Verfügbarkeit des Wassers am auffälligsten. Handlungsbedarf besteht bei der technischen Beschneigung. Um die Schneesicherheit für den Wintertourismus garantieren zu können, werden bereits 70-100 % der Skipistenfläche im Saastal technisch beschneit. Daher dürfte die beschneite Fläche in den nächsten Jahren nur geringfügig zunehmen. Der Wasserverbrauch für die technische Beschneigung ist sehr gross. Um den Wasser- und Energieverbrauch zu reduzieren, wird die technische Beschneigung regelmässig optimiert. So hat z.B. Saas-Grund am Projekt ‚Juste Neige‘ mitgewirkt. Ziel des Projekts war es, ein Informatik-Tool zu entwickeln, das nur die absolut notwendige Kunstschneemenge produziert, die für eine gute Pistenqualität notwendig ist (Doctor et al. 2010: 5f). Es zeichnet sich ein Konflikt zwischen den Bergbahnen Saas-Fee und den Wasserkraftwerken Mattmark ab. Dieser dürfte sich beim Ausbau der technischen Beschneigung verschärfen. Die technische Beschneigung ist im Saastal sehr wichtig, aufgrund der bereits realisierten Anpassungsmassnahmen ist die Dringlichkeit jedoch gering und der Handlungsbedarf somit klein.

Handlungsbedarf im Tourismus besteht weiter bei der die Infrastruktur der Bergbahnen. Der Rückzug der Gletscher und das Auftauen des Permafrosts stellen die Bergbahnen vor neue Herausforderungen. Bei Planierung einer Piste, müssen Wasserabflüsse gebaut werden, die das Schmelzwasser ableiten. Wenn das nicht gemacht wird, können die Pisten durch das Schmelzwasser beschädigt werden oder es kann zu Murgängen kommen. Infolge der Gletscherschmelze dürften die Abflüsse im Frühling und Sommer zunehmen.

Als Anpassungsmassnahme wurden in den letzten Jahren auf einigen Pisten die Wasserabläufe optimiert und neu verlegt. Neben konventionellen Wasserabflüssen wird das Schmelzwasser in Röhren unter der Piste hindurch abgeleitet. Infolge des auftauenden Permafrostes musste beispielsweise die Bergbahn des Skiliftes Mittelallalin III versetzt werden. Die Gletscherschmelze und das Auftauen des Permafrostes dürften zukünftig weiter zunehmen. Zurzeit wird der Handlungsbedarf im Bereich der Infrastruktur der Bergbahnen als mittel eingestuft. Die Wichtigkeit ist zwar hoch, die Dringlichkeit aufgrund der bereits realisierten Anpassungsmassnahmen jedoch nur mittel.

Trinkwasser dürfte im Tourismus in Zukunft auch unter Einbezug der vielfältigen Nutzungsänderungen und der zunehmenden Touristenströme genügend zur Verfügung stehen. Engpässe in der Trinkwasserversorgung werden höchsten an einigen Spitzentagen in einigen Gemeinden erwartet. In einigen Bergrestaurants ist das Wasser in der Hochsaison im Winter (Februar, März) bereits heute knapp. Um dieses Problem zu lösen, ist geplant, die Bergrestaurants an die Wasserleitung von Saas-Fee anzuschliessen. Das Wasser müsste dabei vom Tal in die Bergrestaurants hoch gepumpt werden. Die Hotellerie und insbesondere die Wellnesszentren haben einen enormen Trinkwasserverbrauch, der in Zukunft noch zunehmen dürfte. Das Einsparpotential von Wasser ist in diesem Bereich gross. Erst in ungefähr 50% der Hotels wurden Durchlaufbegrenzer installiert, um das Verschwenden von Wasser zu verhindern. Der Handlungsbedarf wird daher in diesem Bereich als gross eingestuft.

Für die Trinkwasserversorgung der **Siedlungswasserwirtschaft** (ohne Tourismus) gelten die gleichen Annahmen in Bezug auf die Verfügbarkeit von Trinkwasser wie für den Tourismussektor. Die regional und zeitlich beschränkten Engpässe in der Trinkwasserversorgung werden auch Auswirkungen auf die Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus) haben. Die Trinkwasserversorgungen dürften die Nachfrage nach Trinkwasser in Bezug auf Qualität und Quantität bis mindestens 2050 befriedigen können. Eine stark vernetzte und öffentliche Wasserversorgung ist weniger gefährdet. Nutzer mit privater Versorgung könnten verstärkt Probleme haben. Instrumente zur Zuteilung von Wasser und zur Wassereinschränkung fehlen im Saastal weitgehend. Eine Trinkwassergenossenschaft ist meist nur bereit Revisionen der Infrastruktur durchzuführen, wenn die anderen Genossenschaften ihre Infrastruktur auch im selben Masse unterhalten. Das System der Trinkwassergenossenschaften wird von den befragten Experten als eher kompliziert und wirtschaftlich nicht effizient beschrieben. Jede Genossenschaft verfügt beispielsweise über eigene Wasserleitungen, so dass an gewissen Orten Leitungen dreifach geführt werden. Weiter besteht Handlungsbedarf im Bereich Siedlungswasserwirtschaft bei den Quellen, die Gefahr laufen durch Naturgefahren wie Murgänge verschmutzt zu werden.

Als bereits realisierte Anpassungsmassnahme in der Siedlungswasserwirtschaft kann das im September 2010 in Betrieb genommene Trinkwasserreservoir in Saas-Fee genannt werden. Zuvor gab es in Saas-Fee zwei Trinkwasserreservoirs. Die beiden Reservoirs stammten aus den 1920er resp. Anfang 1970er Jahren und fassten 300 m<sup>3</sup> resp. 800 m<sup>3</sup> Wasser. Das neue Reservoir wurde an demselben Ort errichtet und besteht aus zwei

Kammern, die je 1250 m<sup>3</sup> Wasser fassen. Ausserdem ist das Reservoir multifunktional. Neben der Speicherung von Trinkwasser kann Strom erzeugt werden.

In der Siedlungswasserwirtschaft besteht Handlungsbedarf bei der Abwasserreinigung. Die Abwassermengen sind im Saastal gross und werden in Zukunft weiter zunehmen. Problematisch sind vor allem die grossen Mengen an Frischwasser (sauberes Wasser), die mit dem Abwasser in die Kläranlage gelangen. Das zunehmende Schmelzwasser wird die Menge an Frischwasser vergrössern. Die Reinigung von sauberem Wasser in der Kläranlage benötigt viel Energie und ist im Prinzip nicht notwendig. Daher wurden teilweise Trennsysteme installiert, die Schmutzwasser von meteorologischem Wasser trennen. Der Handlungsbedarf in Bereich Abwasserreinigung wird als mittel eingestuft.

Der **Wasserkraft** dürfte infolge des Gletscherrückzugs kurzfristig mehr Wasser zur Verfügung stehen. Langfristig ist jedoch bei zunehmendem Abschmelzen der Gletscher mit einem Rückgang der zur Verfügung stehenden Wassermenge zu rechnen. Aufgrund der steigenden Energienachfrage dürfte auch die Nachfrage nach Wasser in Zukunft zunehmen. Indirekte Auswirkungen des Klimawandels spüren die Kraftwerke Mattmark schon heute. Die untere Stufe des Kraftwerks ist bereits mit Feinmaterial belastet, das infolge des Rückzugs der Gletscher und der steigenden Permafrostgrenze vermehrt durch das Wasser verfrachtet wird. Erstaunlicherweise ist der Zulauf zum Stausee (obere Stufe) bis heute sehr wenig mit Feststoffen belastet. Während der Seeentleerung in den Jahren 2007 und 2008 konnte bestätigt werden, dass bis zu diesem Zeitpunkt praktisch keine Verlandung des Sees stattgefunden hat. Das bedeutet, dass die Materialverfrachtung über 2500 m.ü.M. zurzeit noch kein Problem darzustellen scheint. Die Verhältnisse nach der Schneeschmelze in den Sommermonaten werden jedoch beobachtet. Ob der Handlungsbedarf beim Zulauf zum Speichersee in Zukunft steigt, bleibt unklar.

Die Wasserkraftwerke Mattmark haben schon verschiedene Anpassungsmassnahmen implementiert. So wurde ein Entsander in Schweiben verlängert (2006) und eine neue Beruhigungsstrecke eingebaut. In der Wasserfassung Saas-Fee wurde 2007 ein neues Spülsystem eingebaut, damit eine effizientere Sandspülung möglich ist. Die Fassung am Rietbach wurde 2008 mit einem zusätzlichen Entsander erweitert. Ausserdem wurden in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich in den Fassungen Schweiben und Rietbach Geofene eingebaut. Diese warnen bei grossen Feststoffeinbrüchen, so dass der Fassungseinlauf gesperrt werden kann. Seit 2001 ist der Speichersee ein Mehrzweckspeicher. Durch die Erhöhung der Hochwasserentlastung um zwei Meter wurde ein zusätzliches Rückhaltevolumen von 3.6 Mio. m<sup>3</sup> geschaffen. Dieses Rückhaltevolumen schützt bei einem Hochwasserereignis das Saastal und die Region Visp. Da schon einige Anpassungsmassnahmen umgesetzt werden, ist der Handlungsbedarf kurzfristig eher klein. Aufgrund abnehmender Abflüsse dürfte der Handlungsbedarf jedoch mittel- bis langfristig zunehmen. Der Handlungsbedarf im Bereich des Speichersees wird aufgrund der bereits realisierten Massnahmen derzeit als klein eingestuft.

Im Bereich Wasserkraft gibt es ausserdem Handlungsbedarf beim Restwasser. Hier zeichnet sich im Saastal ein Konflikt ab. Einige der befragten Experten beschuldigen die

Wasserkraftwerke Mattmark sich nicht an die vom Kanton gesetzlich vorgeschriebene Restwassermenge zu halten. Die Wasserkraftwerke Mattmark weisen darauf hin, dass sie erst mit Inkrafttreten des neuen Gewässerschutzgesetzes Ende 2012 verpflichtet sind, über der Wasserfassung Saas-Fee 84 Liter pro Sekunde ganzjährig fliessen zu lassen. Wenn die Gesetzesvorlagen strenger werden und aufgrund stark schmelzender Gletscher der Wasserkraft langfristig weniger Wasser zur Verfügung stehen wird, jedoch gleichzeitig die Nachfrage nach Energie steigt, könnten sich diese Interessenskonflikte verstärken. Der Handlungsbedarf im Bereich Restwasser wird somit als mittel eingestuft.

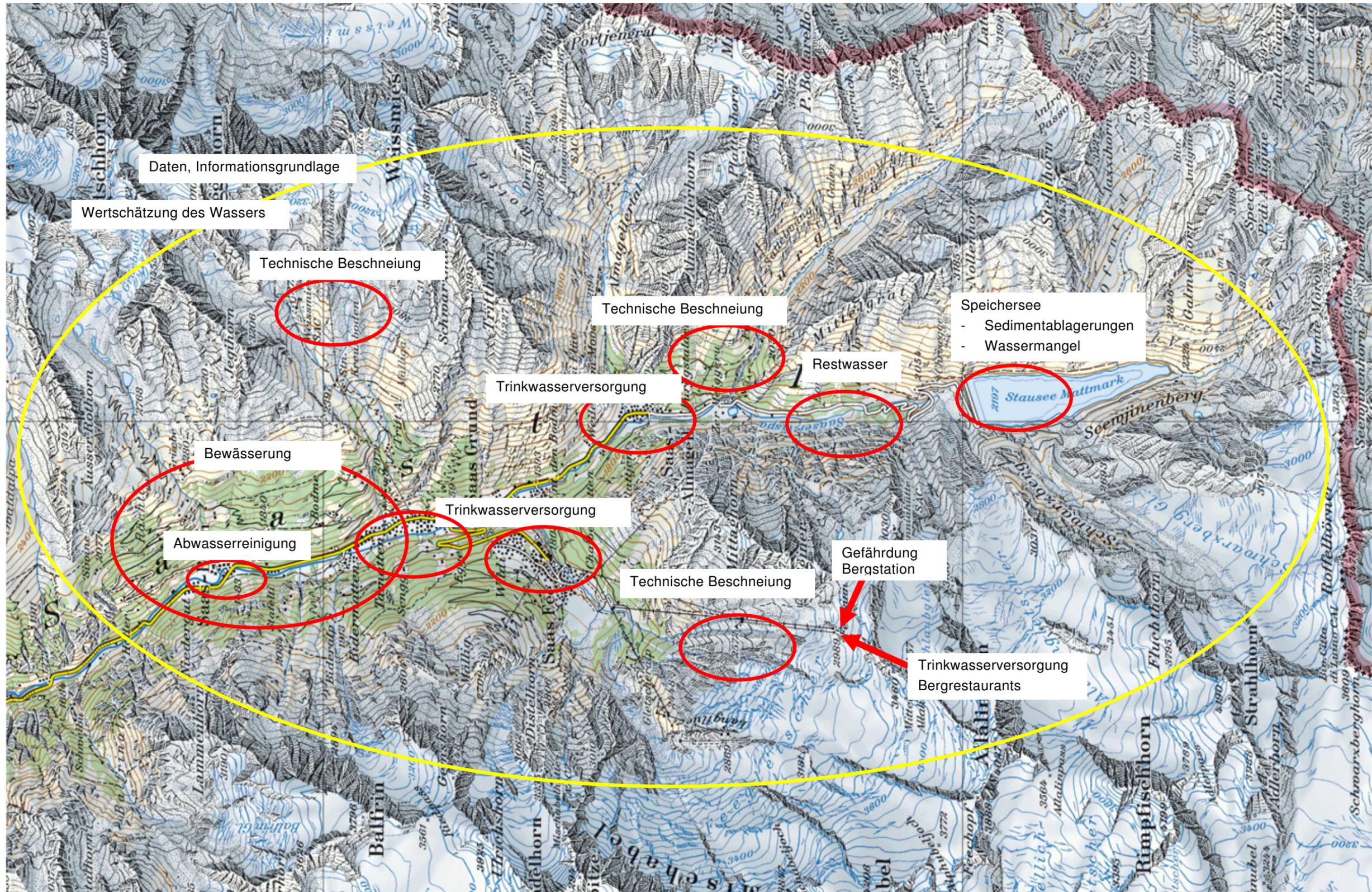
In der **Landwirtschaft** wird infolge des Klimawandels zum einen mit zunehmender Trockenheit gerechnet. Auf Trockenheit reagiert die Landwirtschaft in der Regel mit steigender Bewässerung. Einsparpotential von Wasser ist in der Landwirtschaft im Saastal zwar standortabhängig, nach Aussage des befragten Experten könnte jedoch an praktisch allen Standorten Wasser eingespart werden. Alpweiden können in der Regel nicht bewässert werden, so dass die traditionelle Alpbewirtschaftung langfristig gefährdet sein könnte. In der Landwirtschaft wird aus verschiedenen Gründen nicht damit gerechnet, dass die Nachfrage nach Wasser stark zunimmt (vgl. Kapitel 4.4.3). Für die Bewässerungstechnik wird der Handlungsbedarf somit als klein eingestuft. Zum anderen kann der Landwirtschaft durch die Zunahme von Extremereignissen (z.B. Hochwasser) kurzfristig zu viel Wasser zur Verfügung stehen. Für das Ableiten von hohen Niederschlagsmengen oder Schmelzwasser spielen die Suonen eine wichtige Rolle. Wenn die Suonen nicht oder nur ungenügend unterhalten werden, können sie verstopfen. Das Wasser wird in diesem Fall nicht mehr in die Bäche abgeleitet. Es besteht ein erhöhtes Risiko von Überschwemmungen und Murgängen. Beim Unwetter 1993 traten vorwiegend dort Schäden auf, wo Suonen nicht mehr unterhalten wurden. An diesen Stellen lief das Wasser unkontrolliert Hänge hinunter. Überall da, wo es Schwachstellen im Hang gab, entstanden Murgänge. Suonen haben ausserdem positive Auswirkungen auf die Waldbrandgefahr. In bewässerten Gebieten ist die Waldbrandgefahr geringer als in Gebieten, in denen nicht bewässert wird (vgl. TP Infrastruktur). Schliesslich sind Suonen ein Anziehungspunkt für Touristen. Die letzte grosse Revision der Suonen im Saastal fand vor ungefähr vier bis fünf Jahren statt. Bei der Zuständigkeit des Unterhaltes von Bewässerungsanlagen zeichnet sich ein Konflikt zwischen Landwirten und den zuständigen Gemeinden ab. Weder die Landwirte noch die Gemeinden verfügen über die nötigen finanziellen Mittel. Die Verteilung der Kosten gestaltet sich als schwierig. Dieser Konflikt dürfte sich bei der dringend notwendigen Totalsanierung der Suonen verschärfen. Da die Instandhaltung der Suonen neben der Landwirtschaft vorwiegend der Sicherheit vor Überschwemmungen, Murgängen und Waldbränden dient, müsste zumindest ein Teil der Kosten von Kanton und Gemeinden übernommen werden. Der Handlungsbedarf wird somit im Bereich Bewässerungsinfrastruktur als gross eingestuft. In der Landwirtschaft resultiert insgesamt ein mittlerer Handlungsbedarf.

#### 4.5.2 Fazit

Der Kanton, die Bevölkerung des Saastals und die Vertreter der einzelnen untersuchten Wirtschaftsbereiche schätzen den Handlungsbedarf im Bereich Wasser im Saastal unterschiedlich ein. Auf kantonaler Ebene besteht weitgehend die Ansicht, dass bereits heute Anpassungsmassnahmen ergriffen werden müssen. In der Bevölkerung und bei den Vertretern der einzelnen Wirtschaftsbereiche herrscht die Meinung vor, dass es noch zu früh ist, um Anpassungsmassnahmen zu implementieren. Die Analyse zeigt, dass der Handlungsbedarf im Bereich Wasser im Saastal generell eher klein ist. Vergleichsweise am höchsten ist Handlungsbedarf im Tourismus, in der Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus) und hier vor allem bei der Trinkwasserversorgung. In allen Wirtschaftsbereichen wurden bereits Anpassungsmassnahmen umgesetzt oder geplant. Die untenstehende Karte visualisiert den Handlungsbedarf im Bereich Wasser im Saastal.

Als Zwischenfazit kann festgehalten werden, dass der Druck auf die Wasserressourcen und Interessenkonflikte im Saastal erst mittel- bis langfristig zunehmen werden. Dennoch stossen die kleinräumigen, sektoralen Strukturen der Wasserwirtschaft auch heute schon mitunter an ihre Grenzen. Daher sind Überlegungen, das Wasser im Saastal integral zu bewirtschaften und ein sogenanntes Einzugsgebietsmanagement einzuführen, auch im Saastal anzustellen. So wird eine effiziente, regional abgestimmte Wasserbewirtschaftung mit klaren Prioritäten ermöglicht (vgl. Wasser-Agenda 21, 2011).

«Handlungsbedarf im Bereich Wasser im Saastal»



Figur 12: Handlungsbedarf im Saastal, Teilprojekt Wasser.

## 4.6 Handlungsoptionen im Bereich Wasser

Die untenstehende Tabelle gibt einen Überblick über mögliche Handlungsoptionen im Saastal im Bereich Wasser.

Verantwortlich für Umsetzung	Handlungsoptionen
<b>Gemeinde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datenlage im Bereich Wasser verbessern; Statistiken über Wasserverbrauch führen</li> <li>- Wertschätzung des Wassers erhöhen, z.B. Trinkwasser vermarkten, Wasserabgabe einführen</li> <li>- Regeln zur Versorgungsbeschränkung erarbeiten, inkl. Wasserpreis</li> <li>- Wasserrecht/Wasserverteilung; Zuteilung von öffentlichem Wasser prüfen</li> <li>- Abklären des Bedarfs an neuen Speicherseen (Wasserspeicher, Wasserrückhalt)</li> <li>- Fusion der Gemeinden prüfen, um potentielle Wasserprobleme gemeinsam zu lösen</li> </ul>
<b>Trinkwassergenossenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammenschluss der Trinkwassergenossenschaften prüfen, um potentielle Wasserprobleme gemeinsam zu lösen</li> </ul>
<b>Wirtschaftsbereiche</b>	
<b>Tourismus</b>	
<b>Bergbahnen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- technische Beschneigung optimieren</li> <li>- Lösung für Konflikt um Bewässerungswasser mit Mattmark finden</li> <li>- bei weiterem Rückzug des Gletschers geplanten Speichersee oberhalb Bergstation Sesselbahn Morenia bauen</li> <li>- Speichersee(n) als Trinkwasserreservoir und zur Energieerzeugung nutzen</li> <li>- Wasser aus Entwässerungskanälen für Schmelzwasser auf Pisten fassen und nutzen</li> <li>- weitere Gefährdung der Infrastruktur der Bergbahnen prüfen</li> </ul>
<b>Hotellerie und Bergrestaurants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trinkwasserversorgung für Bergrestaurants an Beschneigungsanlagen und/oder an geplanten Stausee anschliessen</li> <li>- Wellnesszentren mit internem Zirkulationssystem ausstatten</li> <li>- Abwärme von Wellnesszentren nutzen</li> </ul>
<b>Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus)</b>	Trinkwasser <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infrastruktur auf Spitzentage ausrichten</li> <li>- Quellen vor Verschmutzung durch Murgänge schützen</li> </ul> Abwasserreinigung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abwasser wiederverwenden; rechtliche Rahmenbedingungen anpassen/schaffen</li> </ul>
<b>Wasserkraft</b>	Speichersee <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massnahmen zum Sedimentrückhalt fördern</li> <li>- Regeln zur Stauraumpülung überprüfen</li> </ul> Restwasser <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechtliche Rahmenbedingungen prüfen</li> <li>- Für Umgang mit veränderten natürlichen Rahmenbedingungen im Abfluss anpassen</li> </ul>
<b>Landwirtschaft</b>	Bewässerung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suonen für Tourismus, Landwirtschaft und Sicherheit instand halten</li> <li>- Bewässerungstechnik verbessern</li> </ul>

Tabelle 15 Handlungsoptionen im Bereich Wasser (eigene Erhebung)

Auf Ebene der **Gemeinden** bestehen zentrale Handlungsoptionen. Damit langfristig quantitative Aussagen über die Veränderung der Nachfrage nach Wasser gemacht wer-

den können, sind die Datenlage zu verbessern und der Wasserverbrauch auf Ebene der Gemeinden zu erheben. Ausserdem ist zu überlegen, wie die Wertschöpfung des Wassers erhöht werden könnte. In vielen Orten im Saastal steht Wasser derzeit gratis zur Verfügung. Damit der Wert des Wassers mehr geschätzt wird, könnte eine Wasserabgabe eingeführt werden. Mit den Einnahmen könnten Wasserprojekte in Regionen mit weniger Wasser finanziert werden. Um in Zukunft eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung zu betreiben, sind Regeln zur Wasserverteilung und Versorgungsbeschränkungen einzuführen, z.B. durch Anpassen des Wasserpreises. Da der Abfluss langfristig abnehmen wird, ist der Bedarf an neuen Speichern für die Wasserspeicherung und den Wasser-rückhalt abzuklären. Um Wasserprobleme gemeinsam lösen zu können, ist die übergemeindliche Zusammenarbeit bei der Wasserversorgung zu verbessern. Dies könnte durch eine Fusion der Gemeinden oder der Trinkwassergenossenschaften erreicht werden.

Im **Tourismus** werden Handlungsoptionen der Bergbahnen und der Hotellerie und Bergrestaurants unterschieden. Bei den Bergbahnen ist der Wirkungsgrad der Beschneiungsanlagen laufend zu erhöhen. Als Vorzeigebeispiel können die Whistler Mountains genannt werden. Hier wird zur technischen Beschneigung nur erneuerbares Wasser und erneuerbare Energie aus dem Gebiet verwendet. Der Wirkungsgrad der Beschneiungsanlagen ist ausserdem mit 70-80% sehr hoch. In Saas-Fee ist es wichtig, den Konflikt um Wasser für die technische Beschneigung mit den Kraftwerken Mattmark zu lösen. Um einen fairen Vertrag aushandeln zu können, sollte ein neutraler Moderater hinzugezogen werden oder ein Mediationsverfahren durchgeführt werden. Der Bau eines weiteren Speichersees in Saas-Fee könnte das Konfliktpotential in Zukunft verringern. Bei weiterem Rückzug des Fee-Gletschers könnte ein zusätzlicher Speichersee oberhalb der Sesselbahn Morenia gebaut werden. Des Weiteren ist die Multifunktionalität der Speicherseen zu fördern. Die bestehenden Speicherseen und mögliche neue Speicherseen bei Morenia und Hannig könnten als Wasserreservoirs und zur Energieerzeugung genutzt werden. Sollte beispielsweise im Hochsommer jemals zu wenig Wasser zur Verfügung stehen, könnten die Speicherseen bereits im Frühling mit Wasser gefüllt und dann zur allgemeinen Wasserversorgung beigezogen werden. Um Trinkwasserqualität bereit zu stellen, müsste das Wasser allerdings gefiltert werden. Ausserdem könnte das Schmelzwasser aus den Entwässerungskanälen auf den Pisten gefasst und genutzt werden. Schliesslich ist die Gefährdung der Infrastruktur der Bergbahnen laufend zu prüfen.

In der Hotellerie und bei den Bergrestaurants bestehen Handlungsoptionen bei der Nutzung von Trinkwasser. Eine Alternative zum Hochpumpen des Wassers für die Trinkwasserversorgung der Bergrestaurants in Saas-Fee besteht langfristig darin, Wasser von den Beschneiungsanlagen oder durch den Bau eines weiteren Speichersees zu beziehen. Dieses Wasser müsste jedoch aufbereitet werden, um Trinkwasserqualität zu erreichen. In der Hotellerie ist zu überlegen, wie Trinkwasser gespart werden könnte. Wellnessanlagen könnten beispielsweise mit einem internen Zirkulationssystem ausgestattet werden und/oder die Abwärme derselben könnte genutzt werden.

In der **Siedlungswasserwirtschaft** gibt es Handlungsoptionen beim Trinkwasser und in der Abwasserreinigung. Um Wasserengpässe in der Trinkwasserversorgung zu vermeiden, ist die Infrastruktur auf Spitzentage in der Sommer- und Wintersaison auszurichten. Ausserdem sollten Quellen vor der Verschmutzung durch Murgänge geschützt werden (z.B. Rutschgebiet in Saas-Almagell). Im Notfall könnten Quellen gefasst werden, so dass auch bei Wasserknappheit genügend Trinkwasser vorhanden wäre. Im Bereich Abwasserreinigung wird es als sinnvoll erachtet, das Wasser mehrmals zu nutzen. Als Vorzeigebispiel kann die Region ob Sion genannt werden, wo das Wasser achtmal für verschiedene Zwecke genutzt wird. Das (Ab-)Wasser könnte beispielsweise turbiniert werden und so für die Stromproduktion genutzt werden. Ebenfalls könnte das (Ab-)Wasser, das von Saas-Fee nach Saas-Grund fliesst, genutzt werden. In beiden Fällen mussten die Kraftwerke Mattmark eine Bewilligung sprechen.

In der **Wasserkraft** gibt es Handlungsoptionen beim Speichersee und beim Umgang mit Restwasser. Beim Speichersee sind Massnahmen zum Sedimentrückhalt zu fördern. Ausserdem sind die Belastung mit Feststoffen im Zulauf zum Stausee sowie die Regelung zur Stauraumpülung zu prüfen. Beim Umgang mit Restwasser sind die rechtlichen Rahmenbedingungen zu prüfen und an mögliche veränderte Abflussbedingungen anzupassen.

In der **Landwirtschaft** sind die Suonen für den Tourismus, die Landwirtschaft, Hochwasserschutz und Waldbrandvorsorge instand zu halten. Eine Totalrevision der Suonen wäre wünschenswert. Ausserdem ist die Bewässerungstechnik zu verbessern. Das Einsparpotential der Bewässerung ist zwar standortabhängig, kann jedoch überall realisiert werden. Im Frühjahr und Herbst sollte rechtzeitig mit der Bewässerung angefangen resp. aufgehört werden. Schliesslich sollte Wasser standortgerecht so eingesetzt werden, dass kein Wasser ungenutzt abfliessen kann.

#### 4.7 Fazit Teilprojekt Wasser

Die Auswirkungen der Klimaänderung auf den Wasserhaushalt im Saastal sind kurzfristig gering. Oberflächen- und Quellwasser dürften den einzelnen Wassernutzern bis mindestens 2050 genügend zur Verfügung stehen. Wenn die Gletscher sich soweit zurückgezogen haben, dass die Abflüsse abnehmen, kann Wasserknappheit an einzelnen Orten und an einzelnen Spitzentagen zum Problem werden. Insgesamt wird der Handlungsbedarf im Bereich Wasser als klein eingestuft. Eine wichtige Rolle spielt der Handlungsbedarf im Tourismus und in der Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus), hier vor allem die Trinkwasserversorgung. In allen Wirtschaftsbereichen wurden bereits Anpassungsmassnahmen umgesetzt oder geplant. Eine Reihe weiterer Handlungsoptionen wird aufgezeigt. Alle zukünftigen Aktivitäten im Bereich Wasser sollten sich am Leitbild des Einzugsgebietsmanagement orientieren, um eine integrale Wasserbewirtschaftung zu gewährleisten, die sowohl Schutz- als auch Nutzeninteressen einbezieht.

## 5 Teilprojekt Siedlung/Infrastruktur

### 5.1 Einleitung und Fragestellung

Ziel des Teilprojekts Siedlung und Infrastruktur ist die Abklärung des Einflusses der Klimaänderung auf die Naturgefahren im Saastal. Zudem wird geschätzt, welche Auswirkungen eine veränderte Gefahrensituation auf Siedlungen und Infrastrukturen haben könnte. Das Teilprojekt orientiert sich an den folgenden drei Fragestellungen:

- 1 Welche **Auswirkungen** sind aufgrund der Klimaänderung auf Naturgefahrensituation sowie die bestehenden Siedlungen und Infrastrukturanlagen im Saastal zu erwarten?
- 2 Welcher **Handlungsbedarf** besteht aufgrund der zu erwartenden Änderungen der Naturgefahrensituation?
- 3 Welche **Handlungsoptionen** (technisch, politisch, ökologisch, ökonomisch) bestehen im Umgang mit den erwarteten Auswirkungen der Klimaänderung?

Durch eine vorausschauende Raumplanung, welche die Folgen der Klimaänderung einbezieht, kann besser mit den Risiken der Naturgefahren umgegangen werden. Wichtig ist dabei, dass diese frühzeitig erkannt werden, denn kurzfristige Reaktionen auf die Klimaänderung sind häufig teurer und weniger effektiv. Frühzeitiges Handeln kann Schäden verhindern und Kosten einsparen.

Im vorliegenden Teilprojekt werden die Erkenntnisse über die aktuelle Situation, die zu erwartenden Trends und die Handlungsoptionen wo möglich mit Karten illustriert. Da keine eigenen Erhebungen zu Gefahrenprozessen und Schutzmassnahmen durchgeführt wurden, basieren die Empfehlungen auf bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnissen und auf den vorhandenen Grundlagen zur Beschreibung der Gefahrensituation im Saastal. Mit diesen Grundlagen können relativ gute qualitative Aussagen über die Trends in der Entwicklung der Naturgefahren und die dadurch zu erwartenden Auswirkungen auf Siedlungen und Infrastrukturen aufgezeigt werden. Für eine weitere Verfeinerung von Handlungsempfehlungen bis hin zu Aussagen über einzelne Schutzbauten, die Gefährdung von spezifischen Siedlungen und Infrastrukturen sowie die zukünftige Ausbreitung von Gefahrenzonen, müssten quantitative Analysen und Simulationen vorgenommen werden, die im Rahmen dieses Projektes nicht gemacht werden konnten.

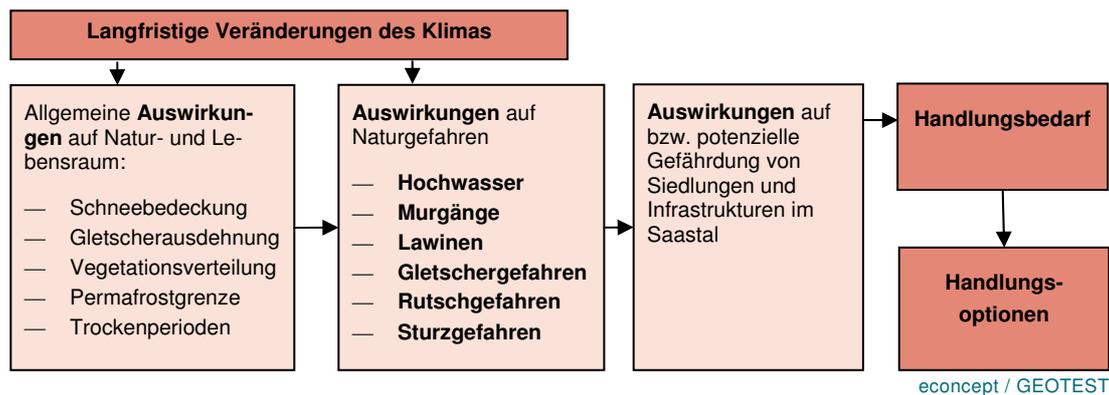
### 5.2 Methodisches Vorgehen

Für die Beschreibung möglicher Auswirkungen der Klimaänderung auf die Naturgefahren im Alpenraum und auch im Saastal liegt mit dem Synthesebericht des Nationalen Forschungsprogramms 31 (NFP 31) von Bloetzer et al. aus dem Jahr 1998 mit dem Titel «Klimaänderungen und Naturgefahren in der Raumplanung» eine umfassende Untersuchung vor. Aus dieser und aktuelleren Forschungsarbeiten können allgemeine Trends für

den Zusammenhang zwischen der Klimaänderung und der Intensität und Häufigkeit von Naturgefahren gewonnen werden. Ebenso können spezielle Erkenntnisse für die Vispertäler (Saas- und Nikolaital) und die Gemeinde Saas-Balen, die ein Fallbeispiel des NFP 31 war, abgeleitet werden.

Die folgende Darstellung gibt eine Übersicht über die im vorliegenden Teilprojekt berücksichtigten Zusammenhänge und Inhalte.

### «Klimaänderung und Naturgefahren»



Figur 13: Wirkungsschema «Auswirkungen des Klimawandels auf die Naturgefahren»

Der Fokus der Untersuchung wird auf die gravitativen Naturgefahren gelegt. Auswirkungen von weiteren Gefahrenquellen, wie Stürme oder Waldbrand, Erdbeben und Bergstürze, werden nicht untersucht. Bei Berg- und Felsstürzen kann zwar eine Beeinflussung des Klimas festgestellt werden, so sind viele postglaziale Bergstürze unter anderem auf den Rückzug der Gletscher seit der letzten Eiszeit zurückzuführen. Die geologischen Gegebenheiten scheinen aber weitaus wichtiger zu sein als der Einfluss der Klimaänderung.

Für die Beantwortung der drei Fragestellungen wurde wie folgt vorgegangen:

- 1 Analyse der **Auswirkungen:** (1) In einem ersten Schritt wurden die bestehenden Gefahrengrundlagen für die vier Gemeinden des Saastals zusammengetragen und ausgewertet. Die zentralen Prozesse und Gefährdungen wurden eruiert und auch die wichtigsten bisherigen Extremereignisse beschrieben. (2) In einem zweiten Schritt wurde in einer systematischen Literaturrecherche eine Analyse der neusten wissenschaftlichen Erkenntnisse über die zu erwartenden Auswirkungen der Klimaänderung auf die relevanten Naturgefahren im Alpenraum und im Saastal erstellt. Die Erkenntnisse aus der verfügbaren Literatur bilden die Grundlage für die Beschreibung möglicher und erwarteter Veränderungen der Naturgefahrensituation bis 2050. (3) Mit den Erkenntnissen der beiden ersten Arbeitsschritte wurden die erwarteten Auswirkungen auf bestehende Siedlungen und Infrastrukturanlagen qualitativ abgeschätzt. Diese Abschätzungen wurden an einem Workshop mit zwei ortskundigen und fachlichen Experten erarbeitet bzw. plausibilisiert.

- 2 Identifikation des **Handlungsbedarfs**: Auf Basis der ermittelten Auswirkungen der Naturgefahren auf Siedlungen und Infrastrukturen sowie der Abschätzung der zukünftigen Veränderungen der Naturgefahrenprozesse wurden Aussagen zum Handlungsbedarf gemacht (wo möglich räumlich differenziert).
- 3 Ermittlung der **Handlungsoptionen**: Die Handlungsoptionen wurden deskriptiv beschrieben und knüpfen am ermittelten Handlungsbedarf an.

Die Bewertung der Handlungsoptionen erfolgt gemeinsam mit den AkteurInnen der Gemeinden und der Begleitgruppe in einem Workshop (vgl. Kapitel 8.1).

### 5.3 Ausgangslage: Naturgefahrensituation im Saastal

Für das Verständnis der aktuellen **Naturgefahrensituation** wird nachfolgend für alle vier Gemeinden des Saastals die Naturgefahrensituation umschrieben. Wo vorhanden, wurde der Text mit Hinweisen zu **historischen Ereignissen** ergänzt. Die Informationen zur Naturgefahrensituation in den vier Gemeinden wurden einerseits durch eine Aufarbeitung der zugänglichen Gefahrengutachten zusammengestellt und andererseits im Rahmen eines Workshops mit dem Revierförster Urs Andenmatten und dem Glaziologen Benedikt Schnyder – beide Experten der Naturgefahrensituation im Saastal – erarbeitet. Im Anhang findet sich eine umfassende und kommentierte Zusammenstellung der verwendeten Gefahrengutachten je Gemeinde. Ebenfalls im Anhang finden sich Karten, in denen die wichtigsten Gefahrenprozesse je Gemeinde eingezeichnet sind. Die Basis für eine Risikoanalyse nach heutigen Standards, d.h. Gefahren- und Intensitätskarten für alle Prozesse, fehlte zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie (Oktober 2010). Lawinen wurden flächendeckend untersucht und in Gefahrenkarten erfasst.

#### 5.3.1 Saas-Fee

In Saas-Fee bestehen folgende Hauptgefahren (wo nicht anders vermerkt: zusammengefasst nach Andenmatten und Schnyder, pers. Mitteilung):

**Murgänge:** Die Bäche Triftbach und Torrentbach sind bekannt für Murgänge. Diese könnten sich in Zukunft häufen. Siedlungsgebiete sind davon nicht betroffen, aber Skilifte.

**Lawinen:** Lawinen sind in Saas-Fee die dominierenden Naturgefahren. Es existieren insgesamt rund zehn relevante Lawinenzüge, die verschiedentlich Ereignisse aufweisen. Der Dorfkern ist durch seine Lage und die in grosser Zahl vorhandenen Lawinenschutzbauten gut geschützt. Grössere Teile des Dorfes sind nach heutigem Stand des Wissens nicht gefährdet. Dennoch liegen diverse Wohnbauten im blauen, einige Häuser gar im roten Gefahrenbereich<sup>7</sup>. Daneben wird auch touristische Infrastruktur verschiedentlich durch Lawinengefahren tangiert. Die nicht selten exponiert liegenden Gebäude oder

<sup>7</sup> Die von den Gefahrenprozessen betroffenen Gebiete werden dreifarbig eingefärbt: Der rote Bereich bezeichnet die höchste Gefahrenstufe, der blaue eine mittlere Gefahrenstufe und der gelbe die niedrigste Gefahrenstufe.

Bahnanlagen sind mitunter stark gefährdet. Entschärft werden die Lawinengefahren durch die im Rahmen der Pistensicherungen durchgeführten Lawinensprengungen. Damit wird im Regelfall verhindert, dass sich zu viel Schnee an Lawinhängen ansammelt und damit Grosslawinen entstehen können.

**Gletscher:** Am Feegletscher (Südzunge) wird in naher Zukunft mit einem Eissturz gerechnet. Dieser gefährdet touristische Infrastruktur. Am Feegletscher (Nordzunge) hat der Gletscherschwund vorübergehend gestoppt, langfristig wird aber ein Rückgang erwartet. Ein Gletschersee mit entsprechender Gefährdung ist in Entstehung, dieser tangiert potenziell touristische Infrastruktur in Saas-Fee, könnte aber aufgrund von erhöhten Abflüssen auch Auswirkungen auf Saas-Grund haben.

**Rutschung Halte:** Die bestehende Grossrutschung im Raum Haldenwald wird seit dem Extremereignis im Mai 1977 gut untersucht und regelmässig überwacht. Sie reagiert erwiesenermassen auf Veränderungen im Niederschlagsregime (beschleunigte Rutschbewegungen bei höheren Niederschlägen) (Berchtold 2009, Zurbriggen 2009).

**Felssturz:** V.a. im Bereich Egginer – Mittaghorn bestehen instabile Flanken im Permafrostgebiet. In den letzten Jahren ereignete sich ein Bergsturz nördlich des Egginer (ca. 1 Mio. m<sup>3</sup> Material). Gemäss den beiden lokalen Experten sind Fels- und Bergstürze zwischen Egginerjoch und Station Plattjen jederzeit möglich.

### 5.3.2 Saas-Almagell

Auch Saas-Almagell wird massgeblich durch Naturgefahrenprozesse tangiert:

**Hochwasser:** Im Bereich zwischen Zer Meiggeru und Dorf sind Auflandungen ein Problem. Überflutungen (1987, 1993, 1994 und 2000) sind dokumentiert. Wichtige hochwasserführende und geschiebeliefernde Bäche sind der Almagellerbach und der Furggbach. Gemäss Aussagen der beigezogenen Experten sind sowohl die Hochwasserführung wie auch die Geschiebelieferung eher in Zunahme begriffen. Der Mattmarksee wirkt sich als künstliches Retentionsbecken und Abflussregulator äusserst positiv auf Hochwasserspitze und -ganglinie aus (Bloetzer et al. 1998). Dennoch können Überflutungen nicht vollständig verhindert werden.

**Murgänge:** Im Bereich Blattbach bzw. im Vorfeld des Chessjengletschers entstehen zunehmend mehr glaziale Randseen. Ausbrüche derselben können Murgänge auslösen. Auch im Brandgraben können sich Murgänge ereignen, weil die höheren Teile in permafrostdurchsetzte Schutthalden und Blockgletscher reichen.

**Lawinen:** In Saas-Almagell spielen Lawinen ebenfalls eine Hauptrolle. Die Kantonsstrasse liegt ab Saas-Grund über weite Strecken im roten und blauen Gefahrenbereich. Die überwiegende Mehrzahl der Wohngebäude liegt im blauen und weissen Gefahrenbereich, nur wenige sind durch hohe Gefährdungen tangiert. Die Hauptgefahrengebiete liegen zwischen der Gemeindegrenze zu Saas-Grund bis Chaischlitu/Platz und ab Bilgersche bis Zer Meiggeru. Es bestehen diverse lawinentechnische Gutachten.

**Rutschungen:** Im Gebiet unterhalb Furggstalden existiert ein Rutschgebiet, das Siedlung und Infrastruktur tangiert. Die Bewegungen sind aber gemäss Lokalexperten gering.

**Steinschlag:** Ein bekanntes Sturzgebiet liegt bei Plattjen-Flüe. Sturzblöcke stammen teils auch aus dem Blockgletscher nahe der Station Plattjen (CRSFA, 1998). Im Gebiet Chaischlitu/Spissgraben ereignete sich im Mai 2010 ein Felssturz von einigen hundert Kubikmetern, wobei bei der Auslösung die Niederschlagsverhältnisse eine entscheidende Rolle spielten (Rovina 2010). Davon war auch der für die Gemeinde wichtige Erlebnisweg Allmagellerhorn betroffen. Dieser quert den Spissgraben mehrmals. Er wird im Sommer von mehreren hundert Personen täglich begangen. Auch das Gebiet Moosgufer (nördlich Dörfli) ist für Sturzprozesse bekannt.

### 5.3.3 Saas-Grund

In Saas-Grund spielen die folgenden Naturgefahren eine wichtige Rolle:

**Hochwasser:** Im Talboden oberhalb des Dorfes Saas-Grund bis in den Bereich Unter den Bodmen entstehen bei Hochwassern häufig gefährliche Auflandungen im Gerinne, die den Gerinnequerschnitt einengen. Die letzten grossen Hochwasser gehen zurück auf die Jahre 1987, 1993 und 1994 sowie 2000. Es sind aktuell Studien im Gang, zur Abklärung wie die Hochwassersicherheit verbessert werden kann (Hunziker, Zarn und Partner AG, 2010).

**Murgänge:** Der wichtigste Bach ist der Triftbach, der ein massgeblicher Geschiebelieferant ist. Sein Einzugsgebiet reicht weit hinauf bis zum Trift-, Hohlaub- und Lagginhorn-gletscher. Im Einzugsgebiet ist Permafrost eine massgebliche Systemkomponente.

**Lawinen:** Auch in Saas-Grund geht von den Lawinen eine Hauptgefährdung aus. Die wichtigsten durch Lawinen tangierten Gebiete sind nebst der Kantonsstrasse der Bereich Hörlöübinu, Ine Grinu, das Dorf sowie der Bereich Ze Löübinu bis Unter den Bodmen (diverse Lawinenzüge aus dem Gebiet Grundbärg). Insgesamt liegen mehrere Dutzend Gebäude im blauen und gelben sowie gut ein Dutzend im roten Gefahrenbereich.

**Rutschungen:** Orthographisch rechts des Triftbaches besteht bei Tewald ein grösseres Rutschgebiet, das markant auf Niederschläge reagiert (Beschleunigung). Gegenüber bei Unter dem Berg - Brunnen liegt bekannterweise ein vernässtes Gebiet. Auch hier können bei Starkniederschlägen Bewegungen festgestellt werden. Ein weiteres Rutschgebiet liegt im Bereich Furwald. Auch hier werden Aktivierungen der Bewegungen bei Starkniederschlägen beobachtet.

**Steinschlag:** Das Gebiet «Steinschlag» ist bekannt für Sturzprozesse (1 Todesopfer bekannt). Die Ausbruchgebiete sind aktiv bei Frost-Tau-Zyklen. Es bestehen Schutzdämme.

### 5.3.4 Saas-Balen

Saas-Balen wurde bereits im Rahmen des NFP31 (Bloetzer et al. 1998) gut untersucht und ist entsprechend umfassend dokumentiert. In Saas-Balen bestehen folgende Haupt-

gefahren (wo nicht anders vermerkt: zusammengefasst nach Andenmatten und Schnyder, pers. Mitteilung).

**Hochwasser und Erosion:** Gemäss Bloetzer et al. (1998) führte die Saaser Vispa 1987, 1993 und 1994 Hochwasser. Am 24.9.1993 überflutete sie grössere Dorfteile und zerstörte auch Schutzbauten. Es handelte sich um ein Ereignis mit einer Wiederkehrdauer von mehr als 100 Jahren. Im Bereich Fellmatte besteht seit geraumer Zeit Erosionsgefahr durch die Vispa.

**Murgänge:** Das wichtigste murfähige Gerinne ist der Fellbach. Er verursachte in der Vergangenheit mehrere mächtige Murgänge (z.B. 1829, 1868, 1957, 1968 und 1970), die allerdings nicht durch Südstaulagen und die damit verbundenen Niederschläge, sondern durch Schmelzprozesse des Grubengletschers ausgelöst wurden. Weitere wichtige Murgänge sind der Biderbach (Einzugsgebiet teils im Permafrost → siehe Gletscher), der Bach bei Tamatten und der Teiffe Grabe (Einzugsgebiet ebenfalls im Permafrost). Weiter sind Murgänge aus dem Senggraben möglich und dokumentiert.

**Lawinen:** Auch in Saas-Balen sind Lawinen sehr dominante Naturgefahrenprozesse. Es existieren rund 15 relevante Lawinenzüge, die aber vorwiegend die Kantonsstrasse und nur vereinzelt bewohntes Gebiet tangieren. Viele Gebäude, aber auch Infrastruktur wie Stromleitungen und Kantons- sowie Gemeindestrassen liegen im blauen, verschiedentlich auch im roten Gefahrenbereich. Die hauptsächlich gefährdeten Gebiete sind Niedergut, Fellmatte, Hollerbiel bis Saas-Balen Dorf sowie der Bereich Steimatta bis Bidermatten/Biderbach. Am Lammugrabu und am Teiffe Grabu wurden nach Schadenereignissen Schutzbauwerke erstellt.

**Gletscher:** Das Gebiet Grubengletscher mit seinen Periglazialseen stellt eine Hauptgefährdung für Saas-Balen im Bereich Fellmatte dar, da Schmelzprozesse Murgänge auslösen können (s. oben). Die Seen werden jährlich kontrolliert. Es wurden bereits diverse Massnahmen zur Gefährdungsreduktion (künstliche Abflüsse etc.) realisiert. Eine weitere Gefahr geht vom Bidergletscher aus. Davon ist und war primär der Höhenweg betroffen. Plötzliche Ausbrüche von Wassertaschen sind möglich und wurden schon beobachtet. Das Gletscherumfeld weist viel Toteis auf; dessen Entwicklung und die Auswirkung auf die zukünftige Gefährdungslage sind nicht genau bekannt.

**Rutschungen:** Es bestehen zahlreiche Stellen mit aktiven permanenten Rutschungen, so z.B. bei Brunne (eher Beruhigung in den letzten Jahren), Martinswaldbrücke/Grundbiele (tangiert Kantonsstrasse und Hochspannungsleitung), Tamatten und Uf der Flüe (aus letzterem Gebiet können Murgänge induziert werden). Im Gebiet Schild besteht eine tiefgründige Felsrutschung, welche die oben beschriebenen Sturzprozesse auslöst (Bloetzer et al. 1998). Die Rutschungen Sperrwurze und Sengg-Flüe tangieren das Siedlungsgebiet nicht. Auch im Gebiet Grüebe besteht ein aktives permanentes Rutschgebiet, aus dessen Front sich auch Spontanrutschungen ereignen (z.B. Ereignis im Mai 2009; Geoplan 2009).

**Steinschlag:** Das Gebiet Schilt ist für Steinschlag bekannt (kleinere Ereignisse 1959, 1961, 1964 und 1993). Hier sind Wohnhäuser betroffen. Der dichter werdende Waldbestand hat möglicherweise einen positiven Effekt auf die Gefährdung; gesicherte Angaben sind nicht vorhanden. Ebenfalls häufigen Steinschlag weist das Gebiet Teiffe Grabu auf, letztmals 1989 mit Schäden (heute bestehen Schutzdämme). Gemäss Bloetzer et al. (1998) war auch der Lammugrabu ein Liefergebiet für Sturzkomponenten, die die Kantonsstrasse erreichen konnten und mindestens einmal ein fahrendes Auto trafen. Hier wurden Schutzmassnahmen errichtet. Der Höhenweg Grächen – Saas-Fee ist v.a. im Bereich Lammehorn – Schochne durch Sturzprozesse gefährdet. Die Prozesse wurden in den letzten Jahren aktiver und werden mit hoher Wahrscheinlichkeit durch degradierenden Permafrost ausgelöst.

**Fels- und Bergsturz:** Aus dem Bereich Schilt ist ein potenzieller Felssturz von ca. 80'000 m<sup>3</sup> zu erwarten (Bloetzer et al. 1998). Im Rahmen eines Grosseignisses können bis zu 3 Mio. m<sup>3</sup> Material abstürzen.

#### 5.4 Auswirkungen des Klimawandels auf die Naturgefahren

Aussagen über die Auswirkung der Klimaänderung auf die Naturgefahrensituation sind aufgrund diverser Faktoren mit Unsicherheiten behaftet. Einerseits besteht Ungewissheit betreffend des Verlaufs der Klimaänderung sowie deren regionaler Ausprägung und andererseits bestehen gemäss OcCC (2007) noch grosse Wissenslücken bei der Erklärung der Zusammenhänge zwischen erwärmendem Klima und sich ändernden Naturgefahren. Zu einem Teil kann dies damit erklärt werden, dass noch wenig gesicherte Daten über die Änderungen der regionalen und lokalen Niederschlagsmuster (darunter sind Starkniederschläge von besonderem Interesse) vorhanden sind. Auch weitere wichtige Variablen, wie z.B. die Auswirkungen eines möglichen Anstiegs der Permafrostgrenze oder das Zusammenspiel der auslösenden Faktoren für Murgänge und deren Verbreitungsmechanismen, sind noch nicht im Detail geklärt. So können gemäss Bloetzer et al. (1998) lediglich qualitativ mehr oder wenig gut abgesicherte Aussagen gemacht werden. Weiter erschwert, gemäss einer Untersuchung des Kantons Graubünden (2009), das «seltene und unregelmässige Auftreten von Naturgefahrenereignissen» die Möglichkeit, einen Zusammenhang zwischen der Klimaänderung und dem Auftreten von Naturgefahren nachweisen zu können.

Um eine möglichst hohe Qualität erreichen zu können, wurde im Rahmen dieses Teilprojekts eine breite Literaturrecherche durchgeführt. Nachfolgend werden die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche je untersuchter Naturgefahr zusammenfassend beschrieben. Die Angaben über lokale Gefahrenquellen stammen, wo nicht anders vermerkt, aus einem Workshop mit U. Andenmatten und B. Schnyder vom Oktober 2010.

Bei den lokalen Angaben ist es wichtig zu beachten, dass im Rahmen dieser Studie nicht im Detail untersucht werden konnte, wie sich die Klimaerwärmung auf die einzelnen Prozesse und Gefahrenstellen auswirkt. D.h. die Ausführungen geben lediglich Hinweise auf

mögliche zukünftige Tendenzen. Die Auflistungen sind keinesfalls abschliessend und auch nicht als Grundlage für Entscheide zu verstehen. Genaue und fachlich korrekte Aussagen sind erst nach einer Detailanalyse der jeweiligen Gefahrenstellen möglich.

#### 5.4.1 Hochwasser

Die Gefahren durch Hochwasser und Überschwemmung werden vor allem durch Starkniederschläge verursacht. Daneben spielen auch die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge und die erwarteten Änderungen im Abflussregime eine Rolle.

Wie im Grundlagenkapitel (Kapitel 3) beschrieben, wird die Klimaänderung gemäss heutigem Stand des Wissens eine **Änderung der jahreszeitliche Niederschlagsverteilung** bewirken. OcCC (2007) geht davon aus, dass die Niederschläge gegenüber 1990 in den Monaten Dezember, Januar und Februar bis 2030 um durchschnittlich 6% und bis 2050 um 11% zunehmen werden. In den anderen Monaten, insbesondere im Sommer, wird von einer Abnahme der Niederschläge von -19% im Jahr 2050 ausgegangen. Im Extrem-szenario wird mit einer Zunahme der Winterniederschläge von 16% und einer Abnahme der Sommerniederschläge von -26% gerechnet. Die Modellierungen für das Saastal, die im Rahmen der Arbeiten für das Teilprojekt Wasser gemacht wurden (vgl. Kapitel 4), gehen von einer Zunahme der totalen Niederschlagsmenge im Winter von bis zu 11% und einer Abnahme im Sommer von -4% aus. Diese Tendenzen werden von anderen Studien bestätigt, so gehen Bloetzer et. al (1998) davon aus, dass die Winterniederschläge bis 2050 um 5% bis 10% zunehmen und die Sommerniederschläge um -7.5% bis -10% abnehmen werden (gegenüber vorindustrieller Zeit, d.h. 1800). Im gross angelegten europäischen Forschungsprojekt «Klimawandel, Auswirkungen und Anpassungsstrategien im Alpenraum» (ClimChAlp 2008) wird für die Zeitspanne 2070-2100 von einer möglichen Zunahme der Winterniederschläge von bis zu 20% und einer Abnahme der Sommerniederschläge von bis zu -20% ausgegangen.

Das **Abflussregime** im Saastal ist von der Vergletscherung geprägt. Es zeichnet sich vor allem durch folgende Charakteristika aus: Tiefer Abfluss im Winter, Anstieg des Abflusses im Frühling (Schneesmelze), gleichmässig hoher Abfluss im Sommer und insgesamt grosse Abflussschwankungen. In der Regel treten keine Hochwasserspitzen auf, da die Vergletscherung auch bei Starkniederschlägen stark dämpfend auf den Abfluss wirkt. Durch den erwarteten Rückgang der Gletscher, eine Erhöhung der Schneegrenze sowie ein früheres Einsetzen der Schneesmelze wird die Differenz zwischen Minimal- und Spitzenabflüssen tendenziell kleiner und der Zeitraum mit hohen Abflüssen in der Tendenz verlängert. Bloetzer et al. (1998) schreiben, dass sich die Hochwassersaison um die Monat Mai und Oktober verlängern könnte (ein ähnlicher Befund wurde in der Studie des Kantons Graubünden 2009 beschrieben). Somit werden zukünftig eher höhere Winterabflüsse, Abflussspitzen im Frühling/Anfang Sommer, Hochwasserspitzen und Trockenheit im Sommer sowie Hochwasserspitzen im Spätherbst (aufgrund von Starkniederschlägen) erwartet. Die Modellierungen für das Teilprojekt Wasser bestätigen die beschriebenen Tendenzen: In den Monaten März bis Mai wird eine Zunahme der Abflussmenge von fast 80% erwartet. In den Monaten Juni bis November wird eine Abnahme (Juni bis August:

ca. -25%, September bis November ca. -7%) und für die Periode Dezember bis Februar eine Zunahme von ca. 37% erwartet (vgl. Kapitel 4.4.1, Figur 11).

Wie schon angedeutet, werden Hochwasserereignisse vor allem durch **extremen Niederschlag** ausgelöst. Gemäss den Ausführungen in der Studie Graubündens (2009) sind drei Ereignistypen zu nennen:

- Lang anhaltende Regenfälle (oft kombiniert mit der Schneeschmelze),
- grossräumige Starkniederschläge und
- kurzzeitige, eng begrenzte Starkniederschläge während Gewittern.

Ein plötzlicher Ausbruch eines Gletschensees könnte ebenfalls eine Hochwassergefahr darstellen. Die zu Beginn solcher Ereignisse vorherrschende Bodenfeuchte ist ein weiterer wichtiger Einflussfaktor.

Die für Hochwasser relevanten Niederschlagsereignisse werden durch regionale Gegebenheiten bestimmt (z.B. Südstaulagen). Die Veränderung solcher Ereignisse kann mit den aktuellen Klimamodellen noch nicht zuverlässig vorhergesagt werden. So lassen sich gemäss Bloetzer et al. (1998) keine Aussagen über klimabedingte Änderungen des Gefahrenpotenzials für Extremwettersituationen machen: Zwar könne seit Beginn der siebziger Jahre eine Zunahme der Hochwasserereignisse festgestellt werden, diese Zunahme bewege sich jedoch innerhalb der natürlichen Schwankungen. Im Bericht der CIPRA (2002) werden ähnliche Aussagen gemacht.

Die neueren Untersuchungen von ClimChAlp (2008a) und CIPRA (2002) erwarten in der Tendenz jedoch beide eine Zunahme der Starkniederschläge in den Alpen, was die Hochwasserrisiken vergrössern würde. Gemäss OcCC (2007) kann mit einer Zunahme von extremen Niederschlägen und «damit auch von Hochwassern und Murgängen im Winter» gerechnet werden. Die Studie des Kantons Graubünden (2009:87) kommt zum gleichen Schluss, dass «Hochwasserereignisse häufiger vorkommen werden». Gemäss CIPRA (2002) zeigen regionale Klimamodelle, dass eine Erwärmung von 2°C zu einer Zunahme der Häufigkeit von Extremniederschlägen von 20-40% führen könnte. Insbesondere für südliche Alpenrandgebiete, bei denen der atmosphärische Wassertransport vom Mittelmeer eine wichtige Rolle spielt, könnten hiervon betroffen sein.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die für **Hochwassergefahren** ungünstigen Konstellationen zukünftig vermehrt auftreten können:

- Der erwartete Rückgang der Gletscher vermindert deren ausgleichende Wirkung.
- Die frühere Schneeschmelze führt zu höheren Abflüssen im Frühjahr.
- Eine durch die Klimaerwärmung bedingte Zunahme von Starkniederschlagsereignissen ist möglich und wird von den neusten Studien für den Alpenraum erwartet.

**Im Saastal** sind diverse Gebiete entlang des Saaser Vispa im Talboden der Gemeinden Saas-Almagell, Saas-Grund und Saas-Balen von Hochwassergefahren betroffen. Trotz

erheblicher Retentionswirkung des Mattmarkstausees verbleiben Risiken in Bezug auf die Vispa bei zunehmenden Starkniederschlägen und allenfalls zunehmendem Geschiebepotenzial. Eine erhöhte Wasserführung sowie auch ein erhöhter Geschiebetransport in der Vispa und den zufließenden Bächen (z.B. Almageller Bach, Feebach, Biderbach, Triftbach) können die Hochwasserrisiken erhöhen (Beeinträchtigung der Kapazität des Gerinnes und Verursachung von Rückstau).

#### 5.4.2 Murgänge

Wie bei den vorangehenden Betrachtungen über die Gefahren durch Hochwasser, hängt auch die Murgangaktivität im Wesentlichen von Niederschlagsmustern ab. Die Veränderung dieser, insbesondere der Extremsituationen, ist aber schwer prognostizierbar: Nach heutigem Wissen kann lediglich von einer Tendenz Richtung zunehmender Starkniederschlagsereignisse gesprochen werden. Die Auslösung von Murgängen ist aber durch weitere Faktoren bedingt, wovon der entscheidende die Verfügbarkeit von Feststoffen ist. Diesbezüglich wird die Tendenz zur Freilegung von dauernd gefrorenem, eishaltigem Schutt durch einen Anstieg der Permafrostgrenze und den Rückzug der Gletscher das Gefahrenpotenzial durch Murgänge erhöhen.

Als **Permafrost** wird Untergrund, welcher während mindestens einem Jahr Temperaturen unter 0°C aufweist, bezeichnet. Er befindet sich meist in kalten Schattenlagen oberhalb von 2000 bis 2500 m.ü.M. unter einer meist dezimeter- bis meterdicken sommerlichen Auftauschicht (IRV 2008). Permafrost ist ein thermisches Phänomen und an sich keine Naturgefahr. Da ein Auftauen der Permafrostgebiete aber einen wesentlichen Einfluss auf die Murgangaktivität hat, wird im Folgenden kurz auf die erwarteten Änderungen bzw. Verschiebungen der Permafrostgrenze eingegangen.

Bei den Betrachtungen über die Verschiebung der Permafrostgrenze spielt insbesondere bei warmen Wintertemperaturen die Schneedecke eine wichtige Rolle als Isolator für den Permafrost. Beniston et al. (2003b) erwarten, dass in Zukunft die Schneesaison früher enden wird, was zur Folge hat, dass der Permafrost tendenziell vermehrt auftauen wird. Auch ClimChAlp (2008a) erwarten aufgrund der Entwicklungen von Temperatur und Schneedecke ein verstärktes Auftauen des Permafrosts. Neben Temperatur und Schneebedeckung haben auch der Eisgehalt, die Oberflächenbeschaffenheit und die Hangneigung einen Einfluss auf die Permafrostdegradation (Graubünden 2009). Beispielsweise ist der Effekt des Schnees weniger wichtig für Permafrost in steilem Untergrund (steep bedrock) (ClimChAlp 2008b) und grobblockiges Lockermaterial (z.B. Schutthalden, Blockgletscher) kann nur steiler als 38° gelagert werden, wenn es durch grosse Eismengen zusammengehalten wird (Graubünden 2009). Ausserdem findet die Erwärmung und Degradation des Permafrosts auf Berggrat und -gipfel sowie bei Felsvorsprüngen schneller und stärker statt (ClimChAlp 2008b).

Bereits heute wird eine Degradation von Permafrost beobachtet. Gemäss CIPRA (2002) hat sich die Permafrostgrenze in den Alpen in den letzten 100 Jahren um 150 bis 200 m nach oben verschoben. Die Beobachtung von ClimChAlp (2008a), dass Murgänge in den

letzten Jahren vermehrt in höheren Lagen vorkommen, scheint diesen Befund zu bestätigen. Für die nächsten 50 Jahre wird erwartet, dass sich die Permafrostgrenze im Alpenraum bei einer Erwärmung von 1 bis 2°C um weitere 200 bis 750 m nach oben verschiebt (Bloetzer et al, zitiert in CIPRA 2002).

Für das Saastal schreiben Bloetzer et al. (1998), dass «das für Murgänge zur Verfügung stehende Material [...] durch den Klimawandel in den beiden Vispertälern deutlich zunehmen» wird. Weiter schreiben sie, dass «zum Teil schon heute Anzeichen einer gestiegenen beziehungsweise steigenden Frequenz der Murgangereignisse» zu beobachten sei (Bloetzer et al. 1998: 150). Bei einem Anstieg der Permafrostgrenze um etwa 200 m würde in den Vispertälern rund 46% des heutigen Permafrostvorkommens auftauen, was dazu führt, dass zukünftig Murgänge «ohne historische Parallelen» auftreten können (Bloetzer et al 1998). In diesem Zusammenhang nennen Bloetzer et al. (1998) die Rinnen des Schweibach, Torrenbach, Trift- und Mattwaldbach als mögliche zukünftige Anrissgebiete für Murgänge. Neuere Studien, wie die des Kantons Graubünden (2009:87) kommen zum gleichen Schluss: «Murgänge werden mit grösserer Intensität und möglicherweise an bis anhin unbekanntem Orten auftreten».

Die Degradation des Permafrosts kann neben den Auswirkungen auf Murgänge auch einen destabilisierenden Einfluss auf die Fundamente von Gebäuden, Lawinenverbauungen und Seilbahn- bzw. Skiliftinstallationen haben. Im Kanton Graubünden (2009) sind diese Kriechbewegungen und Setzungen (kryogene Solifluktion) die häufigsten Folgen der Permafrostdegradation. Sie stellen hauptsächlich eine technische Herausforderung für Bauten in Permafrostgebieten dar.

Der **Rückzug der Gletscher** (nähere Ausführungen dazu vgl. Abschnitt über Gletschergefahren) ist wegen der Freilegung von Schotter und Kies und vor allem wegen der potenziellen Bildung von Gletscherrandseen, die bei Eisstürzen flutartig ausbrechen können, eine weitere Ursache von Murgangefahren (und auch von Hochwassergefahren). Bei ihrer Analyse der Vispertäler gehen Bloetzer et al. (1998) nur am Rande auf diesen zusätzlichen Einfluss ein. Für das Saastal wird der Grubengletscher oberhalb von Saas-Balen mit seinen Periglazialseen als möglicher Gefahrenherd für die Auslösung von Murgängen genannt. Diese Gefahr sei aber durch geeignete Schutzvorrichtungen hinreichend eingedämmt worden. Insgesamt scheint, dass für die zukünftige Murgangaktivität – vermutlich wegen der Lage der Gletscher – die Verschiebung der Permafrostgrenze den eindeutig wichtigeren Einfluss darstellt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Klimaänderung aufgrund der zu erwartenden Veränderungen im Geschiebeangebot (Permafrostdegradation und Rückzug der Gletscher) tendenziell zu einer Erhöhung der **Murgangaktivität und -intensität** bis hin zur Auslösung von Murgängen an neuen Stellen führen wird. Über die Entwicklung der für die Auslösung von Murgängen entscheidenden Abflussverhältnisse können nach heutigem Wissen keine gesicherten Aussagen gemacht werden.

**Im Saastal** sind vor allem die Gemeinden Saas-Almagell, Saas-Grund und Saas-Balen betroffen. In Saas-Almagell und Saas-Grund könnte der Einfluss von degradierendem

Permafrost auf die Geschiebelieferungsprozesse im Bereich Blattbach bzw. im Vorfeld des Chessjengletschers sowie beim Brandgraben spürbar werden. Ebenso ist das Einzugsgebiet des Triftbachs potenziell betroffen. In Saas-Balen könnte die Murgangaktivität im Bereich Fellmatten infolge veränderter Viskosität zunehmen. Ferner könnte auch das Geschiebepotenzial des Teiffe Grabu zunehmen, da sich im Einzugsgebiet ein zerfallener Blockgletscher mit Erosionsspuren befindet. Für den Triftbach und den Torubach in Saas-Fee sind bei Veränderungen der Gletscherrandseen in ihren Einzugsgebieten auch vermehrte Murgänge möglich. Auch auf die Geschiebelieferungsprozesse in grösseren Talbächen wie z.B. dem Almagellerbach sind Auswirkungen zu erwarten (möglicherweise erhöhte Geschiebelieferung und grössere Frachten pro Ereignis).

### 5.4.3 Lawinen

Für mögliche Veränderungen von Lawinenniedergängen sind gemäss Bloetzer et al. (1998) vor allem extreme Wettersituationen und die Schneebedeckung (Aufbau und Mächtigkeit) verantwortlich. Starke Niederschläge können – wie heute schon – die Lawinengefahr lokal vergrössern. Einerseits wird erwartet, dass sich die Schneesaison durch die Klimaänderung bei einem starken Temperaturanstieg verkürzen wird (Beniston 2003b), andererseits werden starke Zunahmen an Winterniederschlägen erwartet – bei den hier verwendeten Szenarien des OcCC 2007 sind es +11% im Trendszenario und +16% im Extremszenario.

Für das Saastal kann davon ausgegangen werden, dass die zunehmenden Winterniederschläge in Zukunft weiterhin als Schnee fallen werden (für Gebiete unter 1700-2000 m.ü.M. gemäss Beniston et al. 2003a wird eine Zunahme der Niederschläge in Form von Regen erwartet). Eine Zunahme der Schneemengen wird dann zu einer erhöhten Gefährdung durch Lawinen führen, wenn sich diese auf wenige extreme Ereignisse konzentriert (Bloetzer et al. 1998). Eine solche Situation ist aber gemäss Bloetzer et al. (1998:149) nicht zu befürchten: «nach heutigem Kenntnisstand» wird sich durch die Klimaerwärmung «die Zahl der jährlichen Schadenslawinen nicht merklich ändern». Ein tendenziell früher einsetzendes Tauwetter kann aber das Risiko für Nassschneelawinen im Frühling erhöhen.

Zu einem ähnlichen Schluss kommen neuere Forschungsprojekte wie ClimChAlp (2008a), die festhalten, dass Aussagen über die Beeinflussung der Lawinengefahren durch die Klimaänderungen sehr unsicher seien. In tieferen Gebieten wird aufgrund der erwarteten Abnahme der Schneebedeckung tendenziell mit einer Abnahme von Schadenslawinen gerechnet und für höher gelegene Gebiete können nach heutigem Wissen noch keine eindeutigen Trends festgelegt werden.

Zusammenfassend zeigt sich, dass nach aktuellem Wissensstand keine gesicherten Aussagen über erwartete Veränderungen der **Lawinengefahren** durch die Klimaänderung gemacht werden können. Es kann aber festgehalten werden, dass eine genaue Beobachtung der Situation – vor allem des Zusammenhangs von Extremereignissen und zunehmenden Winterniederschlägen – angebracht ist.

**Im Saastal** sind alle Gemeinden massgeblich durch Lawinengefahren betroffen. Ob die Klimaänderung die Gefahrensituation beeinflussen wird, kann nach heutigem Wissen nicht festgestellt werden.

#### 5.4.4 Gletschergefahren

Gemäss ClimChAlp (2008a) scheinen die wichtigsten Gefahren in Bezug auf Gletscher die Stabilitätsverluste bzw. Gletscherabbrüche bei Hängegletschern (z.B. Weisshorn) sowie die zunehmende Zahl und Grösse von Gletscherseen zu sein. Diese können sich unkontrolliert entleeren und somit Überschwemmungen und Murgänge in den Tälern auslösen (Bloetzer et al. 1998).

Bei beiden Gefährdungsarten spielt der aufgrund der Temperaturzunahme prognostizierte **Gletscherschwund** eine wichtige Rolle. Die Gefahr von Eisstürzen und Gletscherabbrüchen wird deswegen in Zukunft abnehmen. Es ist wahrscheinlich, dass viele Gletscher in mittleren Höhen im Laufe des Jahrhunderts ganz verschwinden (ClimChAlp 2008a). Bei Gletschern oberhalb von 4000 m ist der Firnschnee normalerweise kalt und eine Temperaturzunahme führt somit in erster Linie zu einer Erwärmung des Schnees und nicht unbedingt zu Massenverlust (ClimChAlp 2008b). Dennoch ist damit zu rechnen, dass auch Gletscher in hohen Lagen deutlich an Länge und Volumen verlieren werden (ClimChAlp 2008a).

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über das Ausmass der erwarteten Abnahme der Gletscherfläche bis 2050 in den Alpen gemäss OcCC 2007 und im Saastal gemäss den Modellierungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich, die für das Teilprojekt Wasser (vgl. Kapitel 4.4.1) durchgeführt wurden.

OcCC 2007		VAW 2010	
Mögliche Zunahme der Wintertemperatur	Abnahme der Gletscherfläche in den Alpen im Vergleich zur Referenzperiode 1971-1990	Jahr	Erwartete Abnahme der Gletscherfläche des Saastals gegenüber der Fläche während der Referenzperiode 1980-2009 (21.199 km <sup>2</sup> )
		2010 (+0.475°C)	-2.05 km <sup>2</sup> (-9.67%)
+ 0.9°C	- 50%	2030 (+1.15°C)	-7.19 km <sup>2</sup> (-33.92%)
+ 1.8°C	- 75%	2050 (+1.975°C)	-12.19 km <sup>2</sup> (-57.50%)
+ 3.6°C	- 90%		

Tabelle 16: Erwartete Abnahme der Gletscherfläche in den Alpen und im Saastal gemäss OcCC 2007 und VAW 2010. Die Temperaturzunahmen bei VAW 2010 gelten gegenüber der Durchschnittstemperatur der Periode 1980-2009.

Beide Quellen der oberen Tabelle zeigen, dass mit einem starken Rückgang der Gletscherfläche gerechnet werden kann. Auch die bisherigen Daten zur Entwicklung der Gletscher zeigen in diese Richtung: so wurde z.B. am Weissmies zwischen 1850 und 1990 ein Rückgang der Fläche um -38.4%, ein Rückgang der Länge um -0.58 km und ein Rückgang des Volumens um -54.6% beobachtet (Bloetzer et al. 1998).

Durch den Gletscherschwund nimmt die Gefährdung durch mögliche Eisstürze und Gletscherabbrüche tendenziell ab, der Rückgangsprozess kann jedoch zu einer temporären Erhöhung der Abbruchgefahr führen. Bloetzer et al. (1998) schreiben, dass Hängegletscher den Halt am felsigen Untergrund verlieren und dass die Abschmelzprozesse vermehrt zur Bildung und zu unkontrollierten Ausbrüchen von Gletscherseen führen könnten. Wegen der Lage der Gletscher und den getroffenen Schutzmassnahmen am Grubengletscher wird für das Saastal aber von keiner zukünftig erhöhten Gefährdung ausgegangen.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass der prognostizierte zukünftige Flächenverlust in der Tendenz zu einer Abnahme der **Gletschergefahren** im Saastal führen wird. Aufgrund der Rückgangsprozesse können sich aber lokale und unvorhergesehene Gefahrenherde (Abbruchstellen sowie Gletscherseen, die ausbrechen könnten) bilden, weswegen eine Überwachung der Gletscherbewegungen tendenziell wichtiger werden wird. Das durch den Gletscherrückzug freigelegte Material kann dazu beitragen, dass vermehrt Murgänge auftreten werden (vgl. Abschnitt zu den Murgängen).

**Im Saastal** sind vor allem die Gemeinden Saas-Fee und Saas-Balen von Gletschergefahren betroffen. Der weitere Rückzug der Südzunge des Feeegletschers wird in naher Zukunft vermutlich weitere Gletscherabbrüche verursachen. Das Gebiet Grubengletscher (mit den Periglazialseen und dem Fellbach) könnte auf die Klimaänderung reagieren. Sowohl die Seen wie auch der Grubengletscher selber werden aber heute schon intensiv überwacht. Vom Bidergletscher könnte in Zukunft aufgrund der Klimaerwärmung eine erhöhte Gefährdung des Höhenwegs ausgehen. Die in Genese befindlichen Gletscher- randseen im Einzugsgebiet des Blattbaches können sich in einem wärmer werdenden Klima vergrössern und dadurch eine potenzielle Gefahr darstellen.

#### 5.4.5 Rutschgefahren

Gemäss Bloetzer et al. (1998) kommen in der Schweiz aufgrund der vielfältigen Geologie unterschiedlichste Rutschungsformen vor. Rutschungen werden generell nach ihrer Rutschgeschwindigkeit und der Gründigkeit (Tiefgang) beurteilt. Weitere Faktoren zur Gefahrenbeurteilung sind randliche differenzielle Bewegungen sowie die Reaktivierbarkeit von älteren, substabilen Rutschmassen. Die Auslösung von oberflächennahen Rutschungen kann neben vielen Faktoren, wie z.B. Geomorphologie und geologische Struktur des Untergrunds, durch die Klimaänderung beeinflusst werden – vor allem durch eine Beeinflussung von Niederschlagsereignissen und die Abnahme des Permafrostes. Im Rahmen des Projekts ClimChAlp (2008a) wird auch festgestellt, dass die Abnahme des Permafrostes an Steilhängen sowie zunehmende Niederschläge die Stabilität verringern und so vermehrt zu Felsrutschen führen können. Betreffend die tiefgründigen Rutschungen schreiben Bloetzer et al. (1998), dass eine Beeinflussung dieser durch die Klimaerwärmung weitestgehend ausgeschlossen werden kann.

Bei **Rutschungen** halten Bloetzer et al. und die neueren Studien eine Beeinflussung durch die Klimaerwärmung für wahrscheinlich. So insbesondere für den Fall der Rut-

schung Halte bei Saas-Fee, die «zu jener Sorte von Rutschungen [gehört], bei denen durch die seit 1977 gestiegenen Niederschlagsmengen erhöhte Verschiebungswerte aufgetreten sind» (Bloetzer et al. 1998:150).

**Im Saastal** sind alle vier Gemeinden von Rutschgefahren betroffen. Wie schon erwähnt, reagiert die Rutschung Halte in Saas-Fee auf höhere Niederschläge. In Saas-Almagell könnten massgebliche Veränderungen des Niederschlagsmusters einen Einfluss auf das Rutschgebiet Furggstalden haben. Aktuell zeigt dieses aber eine geringe Reaktion auf intensive Niederschlagsphasen. In Saas-Grund zeigen die Rutschgebiete Tewald, Unter dem Berg und Furwald - Brunnen eine deutliche Reaktion auf Intensivniederschlagsphasen. In Saas-Balen könnten verstärkte Rutschungen die Risiken in den Gebieten Martingswaldbrücke, Tamatten, Uf der Flüe, Grüebe und Schild erhöhen.

#### 5.4.6 Sturzgefahren

**Steinschlag- und Felssturzphänomene** werden hauptsächlich durch die geologischen Strukturen beeinflusst. Gemäss Bloetzer et al. (1998:150) entstehen diese Phänomene «häufig durch Gefrier- und Auftauprozesse sowie Niederschlagsereignisse». Bei hohem Eisgehalt und genügend tiefen Temperaturen übersteigt der Gefrierdruck die Festigkeit angewitterter Gesteinspartien und beschleunigt damit die Felsverwitterung bis in grosse Tiefen. Schmilzt nun das Eis in den Felsklüften, wird die Wasserzirkulation, der Wärmetransport und letztlich die Destabilisierung beschleunigt. Jeder Felssturz entsteht aus einer spezifischen Faktorkombination. Kritische Bedingungen bei steilen Felsflanken ergeben sich insbesondere beim Verschwinden von Talgletschern (Verlust der Abstützung) und bei tauendem Permafrost (ca. 0 bis - 1 °C: Gemische von Fels, Eis und Wasser vorhanden). Mit zunehmendem Gletscherrückgang, fortschreitender Erwärmung bisher kalter Permafrostflanken und tiefer eindringenden thermischen Störungen in gefrorene Steilflanken wird die Häufigkeit von Felsstürzen vermutlich zunehmen (IRV 2008, OcCC 2007).

Bloetzer et al. (1998:50) rechnen insbesondere für mittlere Lagen durch ein vermehrtes Auftreten von Frost- und Tauzyklen infolge der Klimaerwärmung mit einer Häufung von Sturzprozessen, «wenn im Winterhalbjahr mehr Niederschlag bei wärmeren Temperaturen» fällt (über höhere Lagen werden keine expliziten Aussagen gemacht). Die AutorInnen von ClimChAlp (2008) schreiben, dass im Hochgebirge während der Hitzeperiode im Jahr 2003 eine erhöhte Anzahl von Steinschlägen («rock falls») festgestellt werden konnte. In CIPRA (2002) wird davon ausgegangen, dass das Auftauen des Permafrostes vermehrt zu Fels- und Bergstürzen, Erdbeben und Murgängen führen kann. Insbesondere auf exponierten alpinen Wanderwegen (z.B. Hüttenzustiegen) oder Hochgebirgsrouten ist in den letzten Jahren auch von Ortskennern eine recht markante Verstärkung der Massenbewegungen beobachtet worden.

Zusammenfassend kommen Bloetzer et al. (1998) für die beiden Vispertäler zum Schluss, dass bei der Auslösung von **Steinschlag- und Felssturzprozessen** die erwarteten Einflüsse des Klimawandels gegenüber dem Einfluss der geologischen Faktoren

vernachlässigbar seien. Die zitierten neueren Untersuchungen, insbesondere die Erkenntnisse des Projekts ClimChAlp, deuten aber darauf hin, dass in Zusammenhang mit der Permafrostdegradation das Gefahrenpotenzial durch Steinschlag und Felsstürze erhöht wird.

**Im Saastal** sind vor allem Sturzprozesse in den Gemeinden Saas-Fee, Saas-Almagell und Saas-Grund zu nennen. Vom Gebiet Egginer – Mittagshorn auf der Seite von Saas-Fee könnten erhöhte Felssturzsrisiken ausgehen. In Saas-Almagell könnte eine erhöhte Gefährdung durch die Sturzprozesse am Plattjen, Chaischlitu/ Spissgraben, Moosgufer ausgehen. In Saas-Grund könnte allenfalls das Gebiet Steischlag, das heute durch einen Damm geschützt wird, bei stark erhöhter Aktivität betroffen sein.

#### 5.4.7 Weitere Gefährdungen

Weitere mögliche Gefahrenprozesse, die für das Saastal eine Rolle spielen können, sind Erdbeben, Bergstürze sowie Sturmschäden. Bloetzer et al. (1998) weisen darauf hin, dass das Wallis und somit auch das Saastal zu den seismisch aktiven Zonen gehören. Alle 100 bis 200 Jahre könne sich «ein Erdbeben der Magnitude 5.5-6 auf der nach oben offenen Richterskala» ereignen (Bloetzer et al. 1998:148). Gemäss Bloetzer et al. (1998) fand das letzte grössere Erdbeben in der Region Brig/Vispertäler am 23.3.1960 statt. Da die zukünftige Entwicklung der Erdbebengefahren nicht durch die Klimaänderung beeinflusst wird, gehen wir nicht weiter auf diese ein. Dasselbe gilt für Bergstürze, die hauptsächlich durch die geologischen Gegebenheiten beeinflusst werden.

Betreffend **Sturmschäden** schreiben Bloetzer et al. (1998), dass im Wallis vor allem drei Arten von Stürmen mit Schadenspotenzial auftreten können: Föhn- und Gewitterstürme sowie die selteneren Weststürme. Bei den Stürmen können direkte Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen entstehen, von grösserer Relevanz dürfte aber eine Schädigung des für den Schutz vor Naturgefahren eminent wichtigen Schutzwaldes sein. Der von Westen kommende Orkan Vivian vom 27./28.2.1990, der auch in den Vispertälern Schäden anrichtete, dürfte gemäss Bloetzer et al. (1998) ein Ausnahmefall gewesen sein.

Ob der Klimawandel die Häufigkeit und die Intensität von Winterstürmen im Alpenraum beeinflusst, ist bis anhin unklar. Gemäss Bloetzer et al. (1998) wird seit 1990 beobachtet, dass die vermehrt auftretenden zyklonalen Westlagen eher nördlich der Schweiz durchziehen, was vielleicht als Indiz dafür genommen werden kann, dass in Zukunft nicht von zunehmenden Sturmschäden ausgegangen werden kann. OcCC (2007) rechnet in Mitteleuropa auch eher mit einer Abnahme der Häufigkeit, jedoch mit einer Zunahme von starken Stürmen.

Eine weitere Gefährdung des Schutzwaldes könnte von vermehrten **Trockenperioden** im Sommer und der dadurch verursachten Schädigungen ausgehen. Das Vorkommen von Waldbränden und die Veränderung der Artenzusammensetzung kann eine Schwächung des Schutzwaldes bewirken. Dieses Thema wird im Teilprojekt Biodiversität (vgl. Kapitel 6.4.2) behandelt.

## 5.5 Auswirkungen des Klimawandels auf Siedlungen und Infrastrukturen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Veränderung der Niederschlagsmuster, die Verschiebung der Permafrostgrenze sowie der Rückzug der Gletscher bzw. das Auftauen von Eiszellen die stärksten direkten Einflüsse auf die Naturgefahrensituation im Saastal haben werden. Im Sinne einer Übersicht schreiben Bloetzer et al. in ihrer Untersuchung aus dem Jahr 1998: «Heute bereiten den Vispertälern vor allem die Murgangaktivität, instabile Felswände, abschmelzende Permafrostböden sowie Extremwetersituationen mit Hochwasserabfluss Sorge». Die allseits vorhandene Lawinengefahr wurde gemäss Bloetzer et al. (1998) vielerorts wirksam durch Schutzbauten und Schutzwälder reduziert.

Um aus den obigen Analysen zum Einfluss der Klimaänderung auf die Naturgefahren Rückschlüsse auf die möglichen Auswirkungen auf Siedlungen und Infrastrukturen im Saastal ziehen zu können, bedarf es detaillierter Kenntnisse lokaler Gefahrenstellen. Dabei sind auch Beobachtungen darüber, wie die bekannten Gefahrenstellen auf die schon heute vorhandenen Einwirkungen durch Niederschlag, Gletscherrückzug oder auftauenden Permafrost reagieren, einzubeziehen. Vermutlich werden einige der im Kapitel zum Ist-Zustand genannten Gefahrengebiete bereits heute durch Prozesse der Klimaerwärmung beeinflusst.

Nachfolgend werden die wichtigsten Gefahrenstellen und mögliche Auswirkungen auf Siedlungen und Infrastrukturen im Saastal aufgeführt. Es handelt sich um hypothetische Überlegungen, die nichts über eine tatsächliche Gefährdung der erwähnten Siedlungen und Infrastrukturen aussagen. Der lokale Bezug zum Saastal wurde an einem Workshop mit U. Andenmatten (Revierförster) und B. Schnyder (Glaziologe) im Oktober 2010 erarbeitet. Die folgenden Ausführungen basieren massgeblich auf den Ergebnissen dieses Workshops und sind keinesfalls abschliessend und auch nicht als Entscheidungsbasis zu verstehen. Genaue und fachlich korrekte Aussagen sind erst nach einer Detailanalyse der jeweiligen Gefahrenstellen möglich. Die Karten im Anhang (A-3.2) dokumentieren die in der nachfolgenden Tabelle zusammengefassten Aussagen.

	Saas-Fee	Saas-Almagell	Saas-Grund	Saas-Balen
<b>Hochwasser</b>	Nicht relevant	Sollten sich Hochwasser an der Saaser Vispa häufen und die Hochwasserabflüsse markant zunehmen, sind für den <u>Talboden</u> erhöhte Risiken zu erwarten.	Vgl. Saas-Almagell. Wegen des grossen Schadenpotenzials ( <u>Siedlung im Talboden</u> ) können zunehmende Hochwassergefahren die Risiken für das Dorf erhöhen.	Vgl. Saas-Almagell. Allerdings besteht ein geringeres Schadenspotenzial.
<b>Murgang</b>	Aus dem Triftbach und dem Torubach sind möglicherweise vermehrt Murgänge zu erwarten, was v.a. <u>Wanderwege</u> betreffen würde.	Die Gletscherseen beim Chessjengletscher könnten bei weiterer Vergrösserung und Entleerung evtl. Murgänge im Blattbach sowie im Brandgraben auslösen und allenfalls die <u>Verkehrsinfra-</u>	Wegen des teilweise mit Permafrost durchsetzten Einzugsgebietes könnten vermehrte Murgänge beim Triftbach auftreten und die Gefährdung von <u>Siedlungen im nordöstlichen Dorf</u> erhöhen. Beim	Die Murgangaktivität oder -intensität im Bereich Fellmatten könnte zunehmen und Teile der <u>Siedlungen</u> tangieren. Ferner könnte auch das Geschiebepotenzial des Teiffe Grabu zunehmen

	Saas-Fee	Saas-Almagell	Saas-Grund	Saas-Balen
		<u>struktur</u> im Talboden tangieren.	Senggbach könnte eine Aktivierung der Rutschgebiete im Einzugsgebiet zu einer Gefährdung der <u>Verkehrsinfrastruktur</u> führen.	(zerfallener Blockgletscher mit Erosionsspuren im Einzugsgebiet) und die Gefährdung der <u>südlichen Dorfteile</u> erhöhen.
<b>Lawinen</b>	Bezüglich der Lawinen sind kaum zusätzliche Auswirkungen zu erwarten. Die Gefahrengebiete sind dank der vorhandenen Gefahrenkarte Lawinen gut bekannt und werden im baurechtlichen Verfahren berücksichtigt.			
<b>Gletscher-gefahren</b>	Die Gletschergefahren, insbesondere Gletscherabbrüche des Feegletschers, werden sich voraussichtlich auf <u>Wanderwege</u> auswirken.	Vgl. Ausführungen beim Prozess Murgang (Chessjengletscher).	Es ist mit Veränderungen zu rechnen, die primär <u>alpine Wanderwege</u> oder <u>Kletterrouten</u> und <u>Hüttenzustiege</u> betreffen.	Das Gebiet Grubengletscher ist potenziell betroffen, wird aber bereits gut überwacht. Ob mit erhöhten Risiken für Siedlung und Infrastruktur gerechnet werden muss, ist nicht bekannt. Vom Bidergletscher geht eine Gefährdung des <u>Höhenweges</u> aus, die sich verschärfen könnte.
<b>Rutsch-gefahren</b>	Die Rutschung Halte könnte sich bei massiver Beschleunigung negativ auf das <u>nordwestliche Dorfgebiet</u> sowie auf <u>Schutzbauwerke</u> und <u>Wanderwege</u> auswirken.	Eine Aktivierung der Rutschung Furggstalden bei stärkeren und häufigeren Intensivniederschlagsphasen ist denkbar und könnte u.U. auch Gebäude im <u>südlichen Dorfteil</u> gefährden.	Verstärkte Rutschungen im Rutschgebiet Teward würden die Risiken der lokalen <u>Siedlung und Infrastruktur</u> erhöhen. Gleiches gilt für die Rutschungen Furwald und Berg – Brunnen.	Verstärkte Rutschungen können die Risiken in den Gebieten <u>Martinswaldbrücke, Tamatten, Uf der Flüe, Gräube und Schild</u> erhöhen.
<b>Sturz-gefahren</b>	Mögliche Felsstürze im Bereich Egginer – Mittagshorn würden <u>einzelne Skipisten und Infrastrukturanlagen der Bergbahnen</u> tangieren.	Im Bereich Chaischlitu/ Spissgraben bestehen im Falle einer Verschärfung der Gefahrensituation zusätzliche Risiken für <u>Siedlung und Infrastruktur</u> . Dasselbe gilt auch für das Gebiet Moosgufer. Nach heutigem Wissen kann aber keine Prognose über die Entwicklung der Gefahrensituation gemacht werden.	Das Gebiet <u>Steischlag</u> ist unseres Wissens mit einem Damm geschützt. Ob sich durch eine verstärkte Steinschlagaktivität auch die Risiken erhöhen, muss im Detail geprüft werden.	Nicht relevant.

Tabelle 17: Übersicht der möglicherweise durch die Klimaänderung beeinflussten Gefahrenstellen mit Auswirkungen auf Siedlungen und Infrastrukturen im Saastal. Die Auflistungen basieren auf einem Expertenworkshop mit U. Andenmatten und B. Schnyder und sind keinesfalls abschliessend und auch nicht als Entscheidungsbasis zu verstehen. Genaue und fachlich korrekte Aussagen sind erst nach einer Detailanalyse der jeweiligen Gefahrenstellen möglich.

Nach heutigem Wissen ist im Saastal davon auszugehen, dass die Klimaänderung einen Einfluss auf die Naturgefahrensituation haben und zu einer Zunahme der Risiken führen wird. Aufgrund der Komplexität der einzelnen Prozesse und Gefahrenstellen kann die konkrete Entwicklung von Risiken für definierte Gebiete nur mit detaillierten geologischen, geomorphologischen, hydrologischen und glaziologischen Gutachten beurteilt werden.

Gemäss Informationen des Kantons ist bei der Beurteilung der Gefahren für das Saastal vor allem auch der Zugang zum Saastal zu analysieren. Aufgrund der gewählten geographischen Abgrenzung für diese Studie wurden dazu aber keine weiteren Analysen durchgeführt.

## 5.6 Handlungsbedarf

Für die Ausführungen zum Handlungsbedarf und die möglichen Handlungsoptionen gilt es festzustellen, dass das Saastal auch ohne anthropogen verursachte Klimaerwärmung bereits mannigfaltig Naturgefahren ausgesetzt ist (siehe Kapitel 5.3). Diese werden massgeblich durch verschiedene Schutzmassnahmen und andere menschliche Eingriffe wie z.B. Nutzungsveränderungen beeinflusst (Beispiel Ende Weidgang in Saas-Almagell im Jahr 1940 und danach aufkommender Wald infolge fehlender Verbissschäden). Wo notwendig, wurden Schutzmassnahmen (Schutzbauten und Beobachtung sowie Entschärfung der Gefahrensituationen) umgesetzt und diese bilden einen i.d.R. wirksamen Schutz für die bekannten Szenarien. Es ist davon auszugehen, dass sie auch stärker werdenden Naturgefahrenprozessen standhalten und dass Zeit dafür besteht, die Schutzmassnahmen an veränderte Bedingungen anzupassen. Somit können auf Basis der vorliegenden Studie keine konkreten Indizien für eine zunehmend schwierige Versicherbarkeit der Siedlungen und Infrastrukturen im Saastal abgeleitet werden.

Was aber mit hoher Sicherheit vorausgesagt werden kann, ist dass die Naturgefahrensituation aufgrund der Klimaänderung in Zukunft genauer und sorgfältiger überwacht werden sollte. Wenn z.B. Starkniederschläge im Saastal um 20-40%<sup>8</sup> zunehmen, können grössere Teile der Siedlungen und Infrastrukturanlagen von erhöhten Risiken betroffen sein. Bei einer sehr starken Zunahme von Schneefällen könnten auch die bestehenden Lawinverbauungen versagen. Betreffend Versicherbarkeit heisst das, dass zukünftig vermehrt Versicherungsmodelle vorgesehen werden sollten, die es erlauben, auf neue Erkenntnisse und eine erhöhte Dynamik zu reagieren.

Für eine sorgfältige Überwachung der Naturgefahrensituation sind zuallererst möglichst lückenlose Grundlagen für die Beurteilung der Gefahrensituation und auch der Risiken notwendig, was uns zum ersten Handlungsbedarf führt:

- 1 Fertigstellung der teilweise noch fehlenden **Grundlagen für die flächendeckende Beurteilung der Gefahrensituation** und die Bestimmung der Risiken.
  - 1.1 Aufgrund dieser Grundlage können Gebiete mit erhöhten Risiken raumplanerisch oder technisch gesichert werden.
  - 1.2 Ebenso könnten Szenarien der Risikoentwicklung für die Zukunft berechnet werden.

---

<sup>8</sup> Gemäss CIPRA (2002) zeigen regionale Klimamodelle, dass eine angenommene Erwärmung von 2°C zu einer Zunahme der Häufigkeit von Extremniederschlägen von 20-40% führen könnte. Insbesondere für südliche Alpenrandgebiete, bei denen der atmosphärische Wassertransport vom Mittelmeer eine wichtige Rolle spielt, könnten hiervon betroffen sein.

- 2 Die Naturgefahren – und damit ihr Einfluss auf Siedlungen und Infrastrukturen im Saastal – wurden und werden grundsätzlich unter dem wachsamem Blick der lokalen und regionalen Behörden, unterstützt durch Naturgefahrenfachleute, stetig beobachtet und ihre Entwicklung verfolgt. Überraschende Ereignisse, deren Tragweite massgeblich durch (unbemerkte) Veränderungen im Rahmen des Klimawandels bestimmt wird, sind damit zwar immer noch möglich, aber weniger wahrscheinlich. Da aber grundsätzlich noch viele Unsicherheiten betreffend der konkreten lokalen Auswirkungen der Klimaänderung bestehen, sehen wir in der Weiterführung und Systematisierung der **Beobachtung und Überwachung der Gefahrensituation** den zweiten wichtigen Handlungsbedarf. Viele Gefahren, wie z.B. sich anbahnende Gletscherabbrüche oder Felsstürze, sich bildende und potenziell entleerende Gletscherrand- oder Periglazialseen, können damit rechtzeitig erkannt werden, und wiederum das Ergreifen von Schutzmassnahmen i.w.S. ermöglichen. Bei einzelnen Rutschgebieten, die sensibel auf Niederschlagsänderungen reagieren, kann nur über ein detailliertes Rutschungs- und Niederschlagsmonitoring beurteilt werden, ob sich die Klimaänderung negativ auf diese auswirkt. In diese Richtung werden heute schon Schritte unternommen, indem z.B. ganzjährige Niederschlagsmessungen durchgeführt werden. Um die durch die Klimaänderung verursachten Auswirkungen auf die einzelnen Gefahrenprozesse zu verstehen und rechtzeitig auf Veränderungen reagieren zu können, ist zu überprüfen, ob die heutige Gefahrenbeobachtung verbessert und systematisiert werden könnte.
- 3 Es bedarf bei zukünftigen Ereignissen (und wenn die Daten vorhanden sind auch für vergangene Ereignisse) detaillierter **Ereignisanalysen**, in denen jeweils auch der mögliche Einfluss der Klimaänderung beleuchtet wird.
- 4 Des Weiteren kann auch die interne und externe **Kommunikation** der Risiken und der sich verändernden Risikosituation als Handlungsbedarf genannt werden. Da das Saastal naturgefahrenenerprobt und die Kommunikation im Gefahrenfall eingespielt ist, bezieht sich dieser Handlungsbedarf nicht auf die aktuelle Situation. Die sich verändernde Gefahrensituation kann aber in Zukunft verstärkte Kommunikationsaktivitäten für die Sensibilisierung der schleichenden Prozesse der Klimaänderung erfordern.
- 5 Da die genauen Zusammenhänge der Klimaänderung und deren Auswirkungen auf die Naturgefahren im Allgemeinen und im Saastal noch nicht abschliessend geklärt sind, kann die aktive **Forschung** für die bessere Erklärung von Abläufen und Wirkungsketten als weiterer Handlungsbedarf genannt werden. Hier sollen die zentralen Naturgefahrenprozesse und die klimatischen Besonderheiten des Saastals ins Zentrum gerückt werden.

Aktuell besteht bei der Saaser Vispa für den Schutz vor Hochwasser und die Sicherstellung des Geschiebetransportes konkreter Handlungsbedarf, der erkannt ist. Gemäss Bericht von Hunziker, Zarn und Partner AG (2010) ist dies unbestritten. Darin werden mehrere Massnahmenvorschläge unterbreitet, z.B. die Überwachungen der Sohlenlagen, Ausbaggerungen des Gerinnes, Bau eines Geschiebeablagerungsplatzes und sohlensta-

bilisierende Massnahmen. Auch ohne den zusätzlich zu erwartenden, möglichen Einfluss der Klimaerwärmung sind diese Massnahmen notwendig.

Jegliche konkrete Massnahmen für den Schutz von Siedlungen und Infrastrukturanlagen bedürfen wie bisher detaillierter Abklärungen durch entsprechende Naturgefahrenfachleute.

Nachfolgend wird der vorgeschlagene Handlungsbedarf aus Sicht der AutorInnen nach den beiden Kriterien Dringlichkeit und Wichtigkeit bewertet.

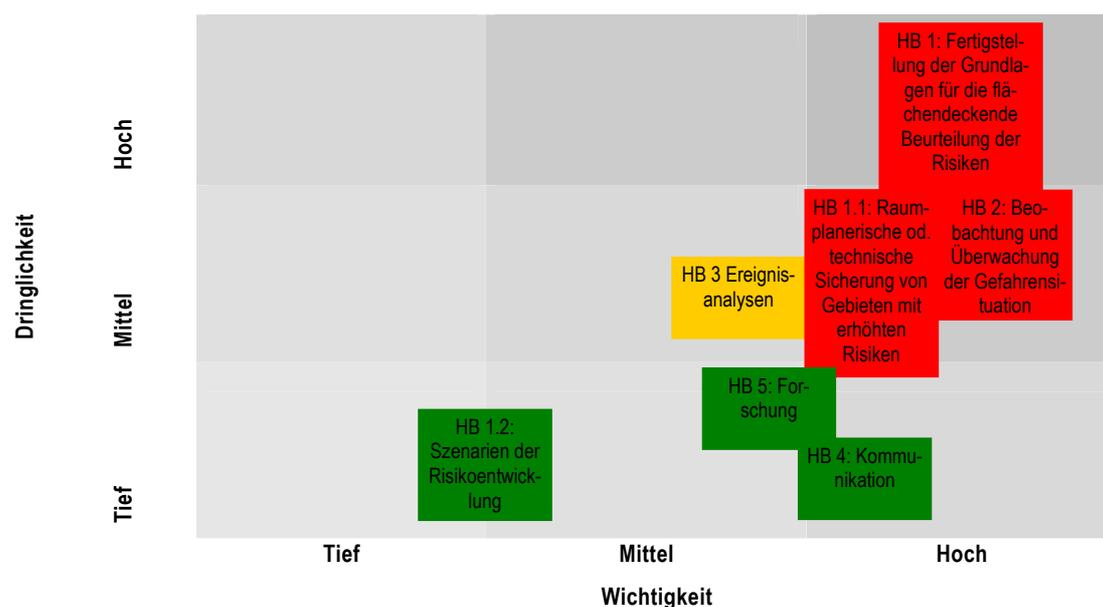


Tabelle 18: Bewertung des im Teilprojekt Siedlung und Infrastruktur ausgewiesenen Handlungsbedarfs (HB) nach den beiden Kriterien Dringlichkeit und Wichtigkeit  
Grüne Felder = Handlungsbedarf klein; orange Felder = Handlungsbedarf mittel; rote Felder = Handlungsbedarf gross

## 5.7 Handlungsoptionen

Der Schutz vor Naturgefahren wird heute mit einem ganzen Bündel von Massnahmen gewährleistet. Diese sollen nach den Grundsätzen des **integralen Risikomanagements** erfolgen. Demnach wird sowohl die Verringerung der Verletzlichkeit als auch die Begrenzung des Ausmasses im Ereignisfall angestrebt. Der Prävention kommt darin ein zentraler Stellenwert zu. Aber auch der Einsatz im Ereignisfall sowie die Instandstellung und der Wiederaufbau sind für die Planung wichtig.

Früher oder später dränge sich aufgrund der aktuellen, aber auch der sich verändernden Verhältnisse im Rahmen des Klimawandels zwangsläufig ein Ergreifen oder Erneuern von schon getroffenen **Schutzmassnahmen** auf. Diese reichen von raumplanerischen, baulich technischen und biologischen Massnahmen über die Warnung und Informierung bis hin zu Evakuationen. Interventionskarten können helfen, den Einsatz im Schadensfall

zu optimieren. In Zukunft könnte die sorgfältige raumplanerische Ausscheidung der Gefahrenbereiche eventuell unter Miteinbezug von Überlegungen zu Auswirkungen der Klimaerwärmung auf die einzelnen Prozesse geschehen. Bloetzer et al. (1998:15) sprechen in diesem Zusammenhang von «Gefahrenerwartungszonen», die Hinweischarakter haben und wo die mögliche Entwicklung solange verantwortbar hinausgeschoben werden kann. Ebenso könnte die Dimensionierung von Schutzbauten heute schon eine Art von Klimaänderungs-Sicherheitsmarge beinhalten (dies soll aber nicht von Kosten-Nutzen-Überlegungen entbinden). Im Saastal sind, basierend auf den heutigen Naturgefahrenverhältnissen, bereits diverse Schutzmassnahmen in Planung oder Ausführung, so z.B. Lawinerverbauungen am Triftgrätli, die Erweiterung des Steinschlagschutzdammes Ine Grinu, die Erhöhung des Dammes bei Plattjen, die Erstellung eines Dammes beim Mittaghorn/Saas-Fee gegen Lawinen und Sturzgefahren u.s.w. Auch bei den Hochwassergefahren für die Saaser Vispa werden im Rahmen der Studie Hunziker, Zarn und Partner AG (2010) Massnahmen vorgeschlagen, damit der Hochwasserschutz den heutigen Schutzzielen gerecht wird.

Massnahmen werden, wie im Handlungsbedarf erwähnt, idealerweise auf der Basis von soliden Gefahrengrundlagen erstellt. Nach heutigem Stand der Technik umfassen diese Grundlagen Gefahrenkarten für alle relevanten Prozesse. Mit diesen lässt sich schliesslich die Raumwirksamkeit beurteilen (Vergleich der Naturgefahrenkarte vor und nach Ergreifen der Massnahmen). Wie im Kapitel zum Handlungsbedarf werden nachfolgend die wichtigsten Handlungsoptionen zum Umgang mit dem Einfluss der Klimaänderung aufgezeigt.

- 1 Um eine ganzheitliche Risikobeurteilung vornehmen zu können, empfehlen wir als wichtigstes, strategisches und raumplanerisches Element die Erstellung von aktuellen **Naturgefahrenkarten** für alle Prozesse, das heisst für Lawinen, Gletschergefahren, Murgänge, Sturzgefahren (Stein-, Blockschlag, Fels-, Bergsturz), Hochwassergefahren (Überflutung, Übersarung, Seitenerosion) und für die gesamten Rutschprozesse (permanente Rutschungen, spontane Rutschungen, Hangmuren). Bisher (Stand Oktober 2010) ist nur für den Prozess Lawinen eine im Siedlungsgebiet flächendeckende Gefahrenkarte vorhanden. **Gemäss Informationen des naturgefahrenverantwortlichen des Kantons Wallis, sind die noch fehlenden Gefahrenkarten in Erarbeitung und sollen bis Ende 2012 komplett vorliegen. Für die Optimierung des Prozesses sowie der Zusammenarbeit zwischen Kanton und Gemeinden empfehlen wir, dass sowohl auf Seiten des Kantons als auch der Gemeinden eine verantwortliche Ansprechperson bzw. Stelle für sämtliche Naturgefahren definiert wird und dass diese Stelle sämtliche Aktivitäten koordiniert.** Es ist zu überlegen, ob die vier Gemeinden gemeinsam eine verantwortliche Stelle schaffen sollen, da dies zu erheblichen Synergien führen könnte (vgl. auch Ausführungen in Kapitel 8.2.2),

Sobald die Naturgefahrenkarten vorliegen, empfehlen wir diese in eine integrale, synoptische Gefahrenkarte für jede der vier Gemeinden zu integrieren, so dass auf einen Blick ersichtlich wird, wo Gefährdungen durch Naturgefahren auftreten können.

Eine solche Gefahrenkarte ist dann die Basis für den baurechtlichen Umgang mit Naturgefahren (ob mit oder ohne Verschärfung der Situation durch die Klimaerwärmung). Sie ist weiter auch Ausgangspunkt für Massnahmenplanungen und die Berechnung von Szenarien der Risikoentwicklung.

- 2 Für die **Beobachtung und Überwachung der Gefahrensituation** bestehen grundsätzlich verschiedene Handlungsoptionen. Die im Handlungsbedarf erwähnte Beobachtung und Überwachung der Gefahrensituation ist weit reichend zu verstehen und kann z.B. durch optische Kontrollen von FachexpertInnen, durch geophysikalische (z.B. Geoelektrik zur Ermittlung des Zustandes von Gletschereis und des Vorhandenseins von Wassertaschen oder Toteis in Moränenwällen) über fernerkundliche Methoden (Helikopterflüge oder Photogrammetrie) bis zu detaillierten geodätischen oder sonstigen Messungen (z.B. Rutschung Halte Saas-Fee) gewährleistet werden. Der Aufbau eines umfassenden, EDV-basierten Mess- und Informationssystems mit einem gezielten Ausbau des bestehenden Messnetzes kann diese Aufgabe erleichtern. Damit Schutzbauten über die geforderte Nutzungsdauer ihre Zuverlässigkeit behalten, ist eine regelmässige Überprüfung im Rahmen von Kontrollgängen oder Überwachungen notwendig. Infolge der grossen Zahl an Schutzbauten gegen Naturgefahren im Saastal ist es aus unserer Sicht unerlässlich, diese in ein eigentliches Schutzbautenmanagement einzubeziehen. Als Beispiel seien die vielen vorhandenen Trockenmauern im Tal genannt, die nachweislich eine Wirkung gegen Lawinen haben, diese aber nur mit einem regelmässigen Unterhalt und ggf. Ersatz aufrecht erhalten werden können. Im Kanton Graubünden (2009) wird betreffend Schutzbautenmanagement explizit die Erstellung eines Schutzbautenkatasters vorgesehen. Tabelle 16 und die Karten im Anhang geben einen ersten Hinweis auf Gefahrenstellen, die in Zukunft genauer beobachtet werden könnten. Als Beispiele für eine Intensivierung oder Fortführung der Beobachtung seien Folgende genannt, wobei die Aufzählung nicht vollständig ist und die einzelnen Vorschläge noch im Detail zu prüfen sind:

- 2.1 Fortführung des Monitorings der Rutschung Halte Saas-Fee
- 2.2 Wenn notwendig, Einführung eines Rutschmonitorings in den anderen Rutschhängen (vgl. Karte im Anhang). Eine Auswertung bestehender Datenreihen aus der Fernerkundung (InSAR, SPOT, etc.) kann weitere Informationen über Massenbewegungen liefern.
- 2.3 Verstärkte quantitative Untersuchungen und Beobachtungen bezüglich des Vorkommens und der Degradationsprozesse des Permafrostes, z.B. mit BTS-Messungen oder Photogrammetrie: aktuelle Verteilung, erwartete Veränderungen, Zustand der Schutthalden, Zustand der Felswände etc.
- 2.4 Evtl. systematische geophysikalische Untersuchungen (Geoelektrik) der Gletscherzungen und Gletscherrandbereiche im Saastal (z.B. Bidergletscher, Feegletscher, Trift- und Hohlaubgletscher, zwecks Identifikation von möglichen (gefährlichen) Wassertaschen oder Toteis etc.).

- 3 Bei den **Ereignisanalysen**, die allfällige Veränderungen auf einer sachlichen, vergleichbaren und möglichst quantitativen Basis wissenschaftlich präzise feststellen können, ist wie heute üblich das konsequente und umfassende Führen eines Ereigniskatasters (z.B. StorMe) als Handlungsoption zu nennen. Ziel soll es sein, auf Basis einer detaillierten Ereignisauswertung und -dokumentation die notwendigen Rückschlüsse z.B. auf sich verändernde Wiederkehrperioden oder die Zu- oder Abnahme der Intensität bzw. der Amplitude bei gewissen Prozessen ziehen und diese in Verbindung mit den wichtigsten Parametern der Klimaänderung setzen zu können.
- 4 Der **Kommunikation** von neuen oder bestehenden Risiken aufgrund sich verändernden Prozesse kommt in einem engen Gebirgstal wie dem Saastal eine erhebliche Bedeutung zu. Eine sinnvolle, problemadäquate und möglichst stufengerechte Informationspolitik der Behörden kann dazu führen, dass sich die Bevölkerung der bestehenden und neuen Gefahren nicht nur bewusst wird, sondern auch bereit ist, zu handeln (z.B. freiwillige Schutzmassnahmen an Gebäuden oder korrektes Verhalten im Falle einer Evakuation). Zur Kommunikation gehört auch der interne Ablauf, der z.B. mit Interventionskarten verbessert werden kann. Die lokalen und regionalen Informationskanäle sind verletzlich, da sie oft z.B. an Strassen gebunden sind, die im Ereignisfall auch durch Naturgefahrenereignisse betroffen sein können. Zur Institutionalisierung der Kommunikation kann ein entsprechendes Expertengremium gebildet werden, das die gesamten Aktivitäten bündelt.
- 5 Die gezielte **Erforschung** von möglichen Auswirkungen der Klimaänderung hat im Saastal schon Tradition. Diese soll in Absprache mit dem Kanton, der in anderen Tälern Forschungsprogramme betreibt, weitergeführt werden. Dabei können noch wenig erforschte Zusammenhänge und eine Intensivierung der Erforschung von lokalen Auswirkungen ins Zentrum gestellt werden. Die AutorInnen empfehlen insbesondere die folgenden Forschungsthemen:
  - 5.1 Die Gefährdung durch Murgänge kann sich durch die Klimaänderung verstärken. Eine massgebliche Rolle für die Gefährdungssituation spielen vornehmlich Veränderungen im Geschiebeangebot, der Abflussverhältnisse (Degradation Permafrost, Gletscherrückzug) sowie der Niederschlagssituation. Wir empfehlen daher, die murfähigen Einzugsgebiete individuell auf ihre Gefahrenentwicklung hin zu untersuchen.
  - 5.2 Durch den Gletscherrückzug entstehen rasch neue Seen, welche sowohl Chancen als auch Risiken mit sich bringen. Die Seen können beispielsweise dem Tourismus oder der Wasserkraftnutzung dienen. Gleichzeitig kann sich aber auch die Gefährdung durch Flutwellen oder Murgänge erhöhen. Wir empfehlen daher vertiefte Untersuchungen zur Entwicklung von Gletscherseen sowie das Aufzeigen von möglichen Schutzmassnahmen.
  - 5.3 Erforschung der Massenbewegungen und auslösenden Faktoren bei Gletscherabbrüchen (siehe Saas Fee).

- 5.4 Untersuchungen zur zeitlichen und räumlichen Entwicklung von Sturzereignissen (Steinschlag, Felsstürze); Ermittlung von Ursachen insbesondere im Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen.
- 5.5 Die Zunahme von Starkniederschlägen im Sommer sowie der Niederschlagsmenge im Winter wird vermehrt zu Hochwasser führen. Wir empfehlen einzugsgebiets-spezifische Untersuchungen, da Einzugsgebiete je nach Boden, Geologie oder künstlichen Rückhaltekapazitäten unterschiedlich auf erhöhte Niederschlagsmengen reagieren.

## 6 Teilprojekt Biodiversität

### 6.1 Einleitung und Fragestellung

Im Zentrum des Teilprojekts Biodiversität und Ökosystemleistungen stehen die heutigen und zukünftig zu erwartenden Verbreitungen von Ökosystemen und die durch die Verschiebungen erfolgenden Veränderungen bei den Ökosystemleistungen. Ökosystemleistungen sind Leistungen von Ökosystemen zugunsten der Menschen (Erläuterungen und Beispiele dafür finden sich im Glossar). Das Teilprojekt orientiert sich an den drei folgenden Fragestellungen:

- 1 Mit welchen Auswirkungen ist im Saastal aufgrund der Klimaänderung im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen zu rechnen? Welche Auswirkungen sind relevant für andere Bereiche?
- 2 Welche Ökosysteme sind von den Veränderungen besonders bedroht und weisen Handlungsbedarf auf? Wo handelt es sich dabei um besonders wertvolle Ökosysteme oder um solche mit wichtigen Leistungen, wie z.B. Schutz von Lawinen, Rutschungen etc.?
- 3 Welche Handlungsoptionen (technisch, politisch, ökologisch) bestehen zum Umgang mit den erwarteten Auswirkungen der Klimaänderungen? Die Handlungsoptionen werden qualitativ beschrieben und auf das Saastal bezogen.

Die praxisorientierten Handlungsoptionen basieren auf der Auswertung bereits bestehender wissenschaftlicher Erkenntnisse über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität und die Ökosysteme sowie auf der Analyse der konkreten Gegebenheiten im Saastal. Die Aussagen über die Veränderungen bei Biodiversität und Ökosystemleistungen sind qualitativer Natur und stellen eine grobe Abschätzung der möglichen Veränderungen dar.

### 6.2 Methodisches Vorgehen

Im Teilprojekt Biodiversität und Ökosystemleistungen wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt, basierend auf den OcCC-Klimaszenarien und den Klimadaten des Saastals, die für alle Teilprojekte gelten:

1. **Heutige Verteilung von Ökosystemen im Saastal:** Auf der Basis der verfügbaren Daten wurden die heute vorhandenen Vegetationstypen erfasst und soweit möglich georeferenziert dargestellt.
2. **Suche und Auswertung einer Analogieregion mit dem zukünftigen Klima des Saastals:** Mit dem Ansatz einer Analogiestudie zur Abschätzung der Auswirkungen der Klimaänderung auf die Ökosysteme wurden Regionen gesucht, die bereits heute das Klima aufweisen, welches für das Saastal als Szenario im Jahr 2050 respektive

2070 prognostiziert wird. Zudem sollte die Region ein Kontinentalklima und eine ähnliche Höhenlage aufweisen wie das Saastal. Auf die Analyse der klimatischen Situation für das Jahr 2030 wurde verzichtet, da die Veränderungen gegenüber der aktuellen Situation verhältnismässig gering sind. In der Analyse zeigte sich, dass für das Klimaszenario 2050 weniger bioklimatische Variablen übereinstimmten als für Szenario 2070. Aus diesem Grund wurden die Daten des Szenarios 2070 verwendet, welches als Extremszenario im Jahr 2050 definiert wurde. Die Abschätzungen der möglichen Veränderungen im Bereich der Biodiversität erfolgen für den Untersuchungszeitraum bis ins Jahr 2050 auf der Basis des Extremszenarios. Eine direkte Übertragung aus der Analogieregion war nicht möglich, da die Vegetationsgeschichte, die Landnutzungsgeschichte und allenfalls die geologischen Bedingungen zu unterschiedlich sind. Jedoch liessen sich aus der Analogieregion Trends ableiten, die durch aktuelle Forschungsergebnisse und Modellierungen ergänzt wurden. Die detaillierte Erläuterung zur Identifizierung und Auswertung der Analogieregion befindet sich in Anhang A-4.2.

3. **Abschätzung der Veränderungen bei den Ökosystemen im Saastal:** Mithilfe der beschafften Daten aus der Analogieregion und unter Berücksichtigung von verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme wurden für das Saastal mögliche und wahrscheinliche Veränderungen bei den Ökosystemen als Entwicklungstrends analysiert und beschrieben. Die Arbeit stützt sich somit nicht nur auf die Analogieregion, sondern bezieht auch aktuelle, verfügbare Forschungsergebnisse und die Resultate einfacher Modellierungen (Temperatur- und Niederschlagsveränderungen) mit ein.
4. **ExpertInnen-Befragung:** Die Ergebnisse der Arbeiten wurden Klima- und BiodiversitätsexpertInnen zur Beurteilung vorgelegt. Aufgrund der eingeholten Expertenmeinungen wurden die Aussagen zu Biodiversität und Ökosystemen im Saastal ergänzt.
5. **Ermittlung Handlungsbedarf und Erarbeiten Handlungsoptionen:** Beim Handlungsbedarf stehen die für das Saastal relevanten Ökosystemleistungen im Zentrum. Es wurden Trends abgeschätzt, wie einzelne Ökosysteme im Saastal zur Funktion der Ökosystemleistungen heute resp. im Extremszenario 2050 beitragen. Ökosystemleistungen, die heute und beim Extremszenario 2050 unterschiedlich eingeschätzt werden, wurden bei der Eruiierung des Handlungsbedarfs besonders berücksichtigt. Der Handlungsbedarf aufgrund allfälliger Änderungen bei den Ökosystemleistungen wurde auf Basis der vorangegangenen Recherchen und Analysen beschrieben. Anschliessend wurden, unter Einbezug lokaler Akteure und Fachleute (z.B. Naturgefahren, Waldwirtschaft) Handlungsoptionen entwickelt, wie das Saastal auf mögliche Veränderungen bei den Ökosystemleistungen reagieren kann/soll. Diese Optionen wurden am Workshop im Januar 2011 mit lokalen Stakeholdern und Fachleuten diskutiert und ergänzt.

### 6.3 Ausgangslage: Biodiversität und Ökosysteme im Saastal

Die Klimaerwärmung wirkt auf alle Ebenen der Biodiversität ein. Arten und Ökosysteme werden sich in höhere Lagen verschieben. Die Artenzusammensetzung innerhalb der Ökosysteme wird sich verändern. Diese Prozesse können dazu führen, dass sich an einem bestimmten Standort nicht nur die Ökosysteme verändern werden, sondern mit ihnen auch die Ökosystemleistungen.

Die Vegetation im Saastal ist wenig untersucht, so dass eine Bewertung der vorhandenen Biodiversität schwierig ist. Verschiedene Indizien sprechen aber dafür, dass das Saastal botanisch ein ausserordentlich wertvolles Gebiet ist. Zwar zählt die Region gemäss dem Swiss Flora Web nicht zu den artenreichsten Berggebieten der Schweiz, jedoch zeichnet sich das Gebiet durch die Einzigartigkeit der Flora und die zahlreichen Pflanzenarten der roten Liste aus.

In der Tabelle im Anhang A-4.3 sind die heute im Saastal vorkommenden Ökosysteme im Detail aufgeführt. Die Daten stammen aus dem «Hegg-Atlas» (Hegg 1993), in dem die schutzwürdigen Vegetationstypen der Schweiz erfasst sind.

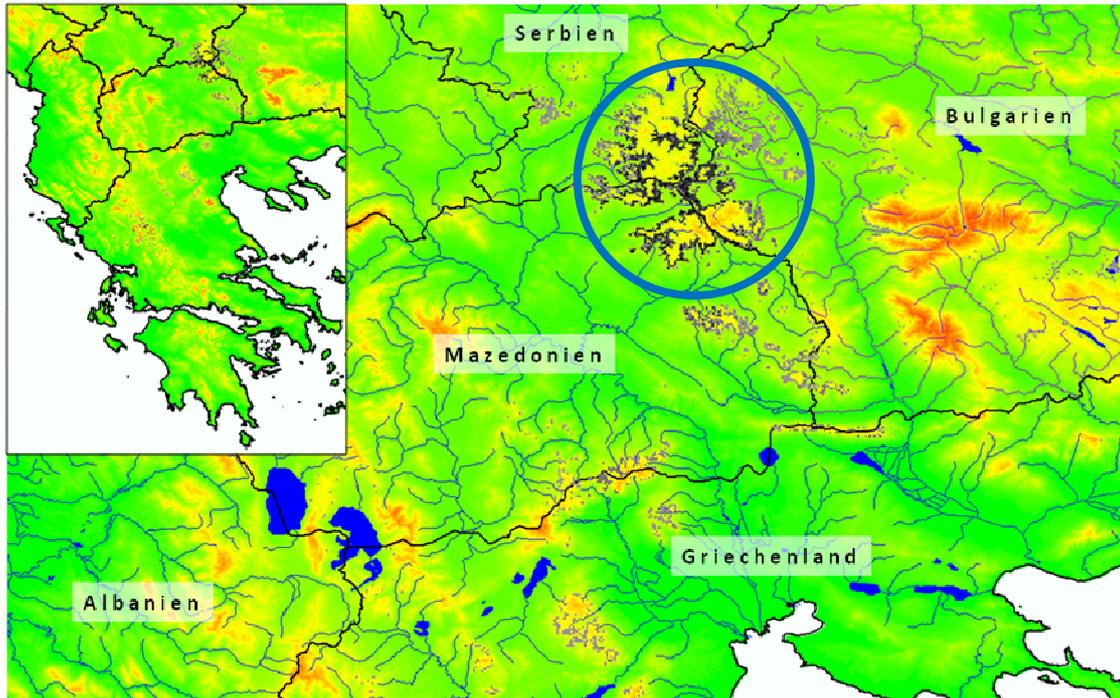
### 6.4 Auswirkungen des Klimawandels auf Biodiversität und Ökosysteme

#### 6.4.1 Trends aus der Analogieregion<sup>9</sup>

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 wie Minimal- und Maximaltemperaturen, monatliche Niederschläge etc. 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 Bulgarien und dem Saastal kleiner sind als jene zwischen dem Pindus-Gebirge und dem Saastal. Aus diesem Grund, sowie aufgrund der grösseren Anzahl übereinstimmender Rasterpunkte, ist somit die Grenzregion Bulgarien/Mazedonien/Serbien als Analogieregion besser geeignet. In der ausgewählten Analogieregion befinden sich das Osogovo-Gebirge auf der mazedonisch-bulgarischen Grenze, sowie die Berge Dukat und Besna Kobilica in Serbien (siehe folgende Karte).

---

<sup>9</sup> Details zur Ermittlung und Auswertung der möglichen Analogieregionen befinden sich im Anhang A-4.2



Figur 14: Karte der Analogieregion im südwestlichen Balkan (je dunkler die Punkte, desto besser die Übereinstimmung mit Extremszenario 2050, im Kreis befindet sich die Analogieregion mit dem Osogovo-Gebirge)

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 Analogieregion östlich des ersten Gebirgszugs. Neben dem Klima und dem Boden ist die Landnutzung ein dritter wichtiger prägender Faktor der Vegetation.

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 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 Analogieregion fehlen, dafür aber mit der König-Boris-Tanne (*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.

#### 6.4.2 Zu erwartende Klimaänderung und ihr Einfluss auf die Vegetation im Saastal

Die höheren Temperaturen der Klimaszenarien ermöglichen grundsätzlich die Einwanderung und Verbreitung von Arten, denen es bisher im Untersuchungsgebiet zu kalt war.

Die höheren Temperaturen und die verlängerte Vegetationszeit führen zu einem erhöhten Wasserverbrauch der Vegetation, wodurch die bereits bestehende Trockenheit in Zukunft zunehmen wird. Verstärkt wird diese Entwicklung durch die Abnahme der jährlichen Niederschläge um gut 6% im gewählten Szenario.<sup>10</sup>

Abnehmende Niederschläge und erhöhter Wasserverbrauch der Vegetation dürften in vielen Gebieten zu temporären Wasserknappheiten und verstärktem Auftreten trockenheitsresistenter Vegetationstypen führen. Ergänzend zu den Analogieüberlegungen in Kapitel 6.4.1 wurden einfache Modellierungen durchgeführt, die zeigen, wie sich Vegetation verändert, wenn sich die Mittelwerte der klimatischen Merkmale verändern, nicht aber die Streuung um den Mittelwert. Zu diesen Merkmalen gehören die lapse rates (Temperaturgradienten in der Atmosphäre) sowie Niederschlag und Temperatur. Für die Zusammensetzung und Verbreitung der Vegetation sind aber häufig Extremwerte entscheidender. Neuere Forschungen (Zimmermann et al. 2009) zeigen, dass Klimaextreme einen entscheidenden Einfluss auf die Verbreitung von Pflanzenarten haben. Die ausschliessliche Abstützung auf Mittelwerte führt zu ungenaueren Ergebnissen. Mangels verfügbaren Daten konnten die zukünftige Variabilität und Klimaextreme in dieser Studie jedoch nicht berücksichtigt werden.

Es ist zu erwarten, dass die aufgezeigten Trends überwiegend nicht linear ablaufen. Insbesondere nach dem Auftreten von Extremereignissen sind grössere Verschiebungen zu erwarten, während andere Phasen eher durch Stabilität geprägt sein dürften, in denen die Plastizität der vorhandenen Arten graduelle Klimaänderungen auffangen kann. Neben der Klimaänderung sind natürliche Störungen und die Landnutzung für Veränderungen der Vegetation entscheidend. Natürliche Störungen sind im Folgenden teilweise beim Aufzeichnen der zu erwartenden Trends enthalten. Landnutzung und Landnutzungsänderungen sind bewusst ausgeklammert, da dies Managemententscheidungen von Einzelpersonen oder von Gemeinschaften sind, welche die aufgezeigten Trends verstärken oder abschwächen können. Im Anhang A-4.4 befindet sich eine Übersicht zur qualitativen Erfassung der einzelnen Vegetationstypen, welche in die folgende Analyse der Auswirkungen der Klimaänderung eingeflossen ist.

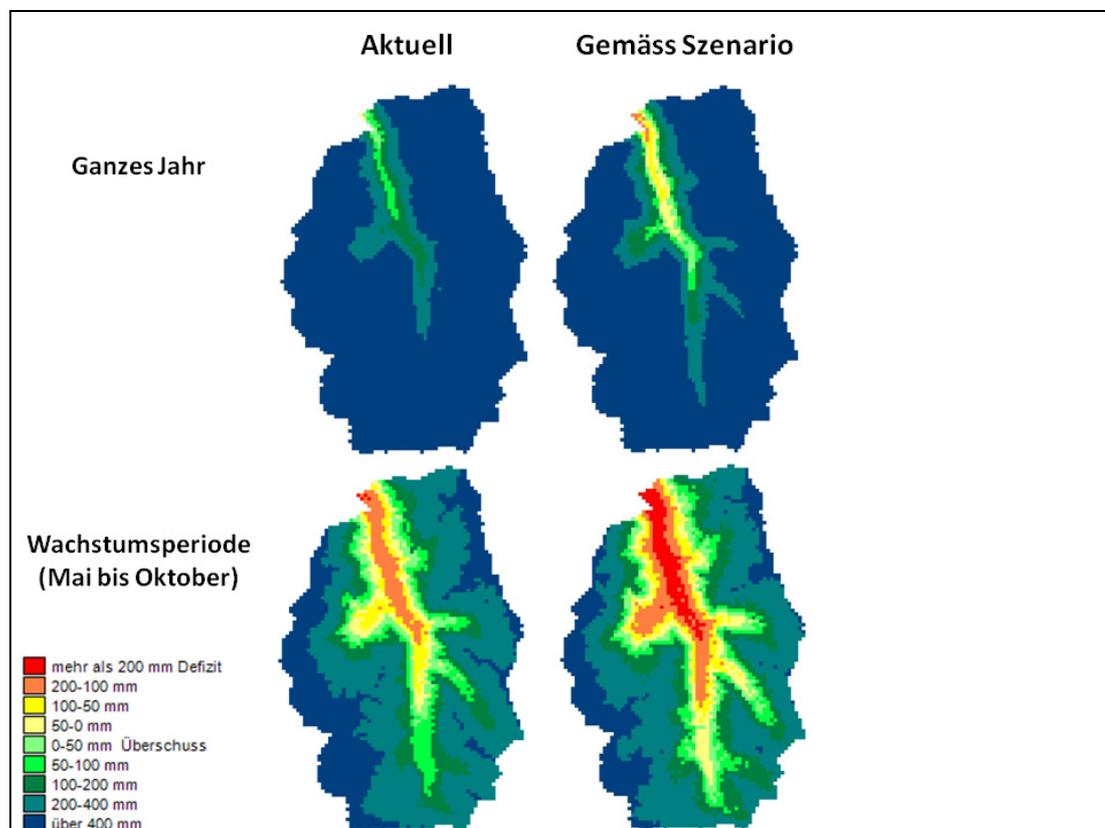
### ***Einfluss der Trockenheit***

Der Vergleich der potentiellen monatlichen Evapotranspiration PET<sup>11</sup> mit dem Niederschlag erlaubt die Identifikation von potentiell trockenen und sehr trockenen Lebensräumen. In diesem vereinfachten Verfahren sind die Einflüsse der Bodenwasserspeicherka-

<sup>10</sup> Ein Blick auf aktuelle Klimaszenarien (z.B. ENSEMBLES-Projekt der ETHZ) zeigt aber, dass die prognostizierten Veränderungen im Niederschlagsregime nach wie vor von grossen Unsicherheiten begleitet sind und es ist möglich, dass die zukünftigen Veränderungen des Niederschlags sich im Rahmen der bestehenden Variation bewegen werden.

<sup>11</sup> Evapotranspiration ist die Summe der Verdunstung aus der Bodenoberfläche und aus der Vegetation. Die PET ist die maximale Verdunstungshöhe, die bei ausreichender Wasserversorgung erreicht werden kann. Für die Berechnung der potentiellen monatlichen Evapotranspiration (PET) wurde die Berechnung nach Thornthwaite (Thornthwaite 1948) verwendet, da diese sich einfach mit den verfügbaren Daten anwenden lässt. Im Geländemodell mit 200 m Maschenweite<sup>11</sup> wurde für jede Zelle aus den Daten der Wetterstation Zermatt (MeteoSchweiz), dem gewählten Szenario und einer lapse rate Temperatur und Niederschlagswerte für jede Zelle berechnet. Die verwendeten lapse rates wurden aus verfügbaren Wetterstationen aus dem Wallis im Rhonetal und südlich davon hergeleitet. Die daraus berechnete PET wurde nach dem Verfahren von Bugmann (Bugmann 1994) gemäss der Exposition und der Hangneigung angepasst.

pazität, sowie die Wasserversorgung aus höheren Lagen, wo auch in Zukunft ein Wasserüberschuss vorhanden sein wird, nicht enthalten. Leider fehlen insbesondere Daten zur Tiefgründigkeit und den Bodenporen um diese Effekte abschätzen zu können.



Figur 15: Wasserbilanz im Saastal. (Defizit = Niederschläge < potentielle Evapotranspiration, Überschuss = Niederschläge > potentielle Evapotranspiration)

Die obenstehende Figur 15 zeigt deutlich auf, dass sich die Gebiete, die von Trockenheit bedroht sind, weiter ausdehnen. Zukünftig wird die jährlich potentielle Evapotranspiration im Talboden die jährlichen Niederschläge übersteigen, was heute noch nicht der Fall ist. Bei der Betrachtung der Wachstumsperiode von Mai bis Oktober ist klar ersichtlich, dass die trockenen Flächen sowohl bezüglich Fläche als auch bezüglich des Defizits stark zunehmen.

Die starke Zunahme der trockenen Gebiete im gewählten Szenario ist einerseits auf den Temperaturanstieg und die dadurch erhöhte potentielle Evapotranspiration zurückzuführen und andererseits durch die Abnahme der Niederschläge bedingt. Diese beiden Effekte tragen ca. je zur Hälfte zur Zunahme der trockenen Gebiete bei (vgl. Anhang A-4-5).

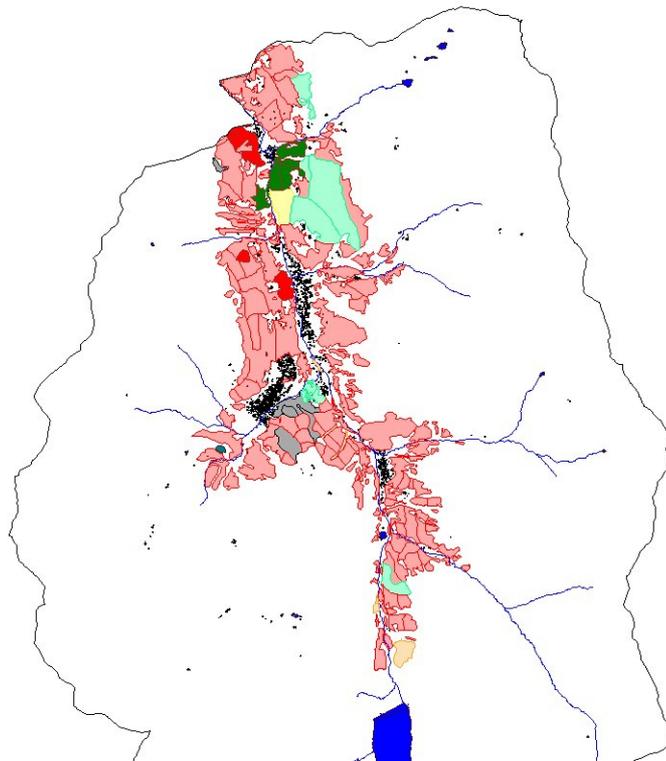
#### **Wald: Einfluss auf die wichtigsten Baumarten des Saastals**

Die **Lärche** ist mit Abstand die dominierende Baumart im Saastal (vgl. Anhang A-4.6). Sie ist auf fast 90% der Waldfläche die Hauptbaumart und über 70% des Vorrats entfällt auf sie. Obwohl die Lärche, wie auch die Fichte und die Arve, in der Analogieregion nicht vorkommt, ist aus klimatischen Gründen nicht zu erwarten, dass die Lärche im Saastal

bis im Jahr 2050 grossflächig wegfallen wird. In den letzten Jahren konnte eine Zunahme des Befalls durch den Lärchenborkenkäfers (*Ips cembrae*) beobachtet werden. Da insbesondere trockenen Standorte davon betroffen sind, könnte sich dieses Problem mit zunehmender Trockenheit im Saastal verschärfen.

Möglich ist auch, dass die natürliche Verjüngung der Lärche zunehmend schwieriger wird. Das Austrocknen der obersten Bodenschichten gefährdet die Versorgung der Lärchensämlinge mit ausreichend Wasser, während davon ausgegangen werden kann, dass die bestehenden Lärchen durch die tiefer reichenden Wurzeln genügend Wasser haben werden. Die zunehmende Trockenheit und die seltenen ergiebigen Samenjahre der Lärche können dazu führen, dass die Lärche sich nur in seltenen Gunstjahren verjüngt. Besonders gefährdet sind dabei die tieferen, in der Figur 16 rot gefärbten Lagen. Neben den klimatischen Veränderungen hat aber auch die Landnutzung auf die Chancen der Verjüngung einen Einfluss, da die Lärchenverjüngung frischen Rohboden benötigt. Fehlen diese frisch freigelegten Böden, kann sich die Lärchenverjüngung nicht etablieren. Bisher können jedoch noch keine diesbezüglichen Probleme beobachtet werden.

Günstiger ist die Situation für die **Arve**. Wie bei der Lärche sind aus klimatischer Sicht keine grossflächigen Ausfälle zu erwarten. Die grösste Gefährdung für die Verjüngung ist der Schneeschimmel, dessen Verbreitung durch höhere Temperaturen und zunehmende Niederschläge im Winter gefördert wird. Trotzdem ist im Saastal in Zukunft nicht mit bestandesgefährdendem Auftreten von Schneeschimmel zu rechnen.



Figur 16: Heutige Waldflächen im Saastal mit den dominierenden Baumarten

Auf die **Berg- und Waldföhre** dürften die Klimaveränderungen positive Auswirkungen haben. Beide Baumarten sind in der Analogieregion natürlicherweise vertreten, auch wenn die Bergföhre dort nicht in der aufrechten Form, sondern nur als Legföhre wächst. Die zunehmende Trockenheit wird die Konkurrenzkraft der anderen Bäume tendenziell eher schwächen, während die beiden Föhrenarten gut mit diesen Bedingungen zurechtkommen.

Am kritischsten ist die Situation der **Fichte** zu beurteilen. Die zunehmende Trockenheit dürfte insbesondere in den tieferen Lagen zu Problemen führen. Ein bis zwei überdurchschnittlich trockene Jahre in Folge könnten bei der Fichte bereits zu Vitalitätsverlusten führen, die mit Insektenkalamitäten oder anderen biotischen Folgeschäden bis zum Absterben der Fichten führen könnten. Insbesondere die von Fichten dominierten Bestände (dunkelgrün markiert in obenstehender Figur 16) bei Saas-Balen sind davon bedroht. In höheren Lagen, wo die Trockenheit weniger ausgeprägt ist, hat die Fichte auch im untersuchten Klimaszenario Platz.

Ein weiteres Augenmerk muss auf die dunkelrot markierten Flächen der obenstehenden Figur 16 gelegt werden. Diese Wälder werden zwar noch von der Lärche dominiert, jedoch hat die Fichte massgebliche Anteile am Gesamtbestand. Insbesondere wenn die Fichte grossflächig und in kurzer Zeit ausfällt, verändern sich die Schutzleistungen dieser Wälder. Diese mögliche Entwicklung sollte daher in der Schutzwaldpflege angemessen berücksichtigt werden.

### **Neue Baumarten**

Die Einwanderung der zusätzlichen Baumarten aus der Analogieregion ist auf natürlichem Weg nicht zu erwarten, da die nächsten Vorkommen von *Pinus peuce*, *Fagus sylvatica* var. *moesica* und *Abies borisii-regis* viel zu weit weg sind. Theoretisch eher möglich ist die Einwanderung von *Pinus nigra*, da diese Art vereinzelt in der Schweiz und im angrenzenden Ausland angebaut wird. Wahrscheinlicher ist die Einwanderung von Baumarten, die bereits im unteren Teil des Saastals wachsen. Ob diese Einwanderung auf natürlichem Weg gelingt, hängt aber sehr stark davon ab, ob potentielle Verbreitungshindernisse überwunden werden können. An günstigen Standorten wachsen bereits einzelne Individuen von Bergahorn, Feldahorn, Eschen und Eichen, was auf eine gewisse Durchlässigkeit hindeutet. Die Verbreitung von neuen Baumarten kann durch das Anpflanzen in Gärten unterstützt werden.

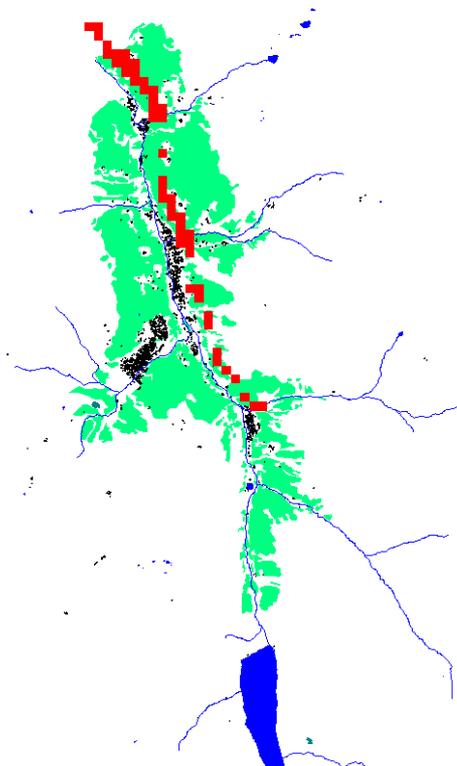
### **Waldbrände**

Gemäss dem European Spatial Planning Observation Network (ESPON) zählt das Saastal zurzeit zu den Gebieten mit sehr niedriger Feuergefährdung. Diese Einschätzung deckt sich mit der Untersuchung von Zumbrunnen et al. (Zumbrunnen et al. 2009), die in der Untersuchungsregion nur einen Waldbrand identifizierte. Die bulgarische Region beim Osogovo wird vom ESPON zwei Stufen höher (moderat) eingestuft ist. Dies wider-

spiegelt die zukünftig zu erwartende klimabedingt zunehmende Trockenheit im Saastal, welche eine ansteigende Feuergefährdung mit sich bringt.

Modellierungen von Schumacher und Bugmann (Schumacher / Bugmann 2006) für das Gantertal bei Brig ergaben insbesondere an den Südosthängen unterhalb von 1700 m.ü.M. feuergeprägte Wälder mit sehr geringem Vorrat. Beides deutet darauf hin, dass in Zukunft Waldbrände im Saastal, insbesondere in den tieferen Lagen an den südlichen Expositionen (SE bis W), eine ernstzunehmende Gefährdung darstellen, auch wenn nicht unbedingt regelmässige Waldbrände in kurzen Abständen zu erwarten sind.

In Figur 17 sind die Gebiete des Saastals, die gemäss dem gewählten Szenario die höchste Feuergefährdung aufweisen, rot eingefärbt.



Figur 17: Gebiete mit der höchsten Waldbrandgefährdung gemäss dem Extremszenario 2050 (rot eingefärbt)

Gemäss der Waldbrandstatistik des BAFU wird über die Hälfte der Brände von Menschen verursacht und bei einem knappen Drittel der Brände ist die Ursache unbekannt. Aus diesem Grund kann bei der Beurteilung der zukünftigen Waldbrandgefahr davon ausgegangen werden, dass die Nähe der Siedlungen zu den potentiell gefährdeten Wäldern nicht nur aus Sicherheitsgründen problematisch ist, sondern auch das Waldbrandrisiko erhöht.

### **Waldfläche**

Die erhöhten Temperaturen und die damit zusammenhängende Verlängerung der Vegetationszeit dürften zu einem Ansteigen der potentiellen Waldgrenze führen. Die Trocken-

heit ist an der aktuellen Waldgrenze wesentlich weniger ausgeprägt als im Talboden. Von dieser Seite wird also das Ansteigen der Waldgrenze nicht eingeschränkt. Im untersuchten Zeithorizont bis ins Jahr 2050 wird der Anstieg der Waldgrenze aber vermutlich nicht markant sein. Stärker ins Gewicht fallen wird die Vorratszunahme der Wälder im Bereich der heutigen Waldgrenze. Beide Prozesse werden zu einer Zunahme der Transpirations- und Interzeptionsverluste (Verdunstung der Niederschläge direkt aus den Kronen) führen und dadurch die saisonale Trockenheit unten im Tal verstärken.

**Folgende Auswirkungen der Klimaänderung auf den Wald sind besonders wichtig:**

- Zunehmende Gefährdung der Fichte an den aktuellen Standorten durch klimatische Veränderungen → flächiger Zusammenbruch nach einem besonders trockenen Jahr lässt sich nicht ausschliessen
- Gefährdung der Lärchen durch den Lärchenborkenkäfer wahrscheinlich → Schwächung der Schutzleistung auf trockenen Standorten
- Steigendes Waldbrandrisiko → feuerempfindliche Baumarten verschwinden aus den Wäldern
- Zunehmende Interzeptionsverluste in den Hochlagen → Zusätzliche Zunahme der Trockenheit in tiefer gelegenen Gebieten des Saastals
- Insgesamt sind negative Auswirkungen auf die Schutzleistungen der Wälder, insbesondere für Saas-Balen wahrscheinlich

***Auenvegetation und aquatische Biodiversität***

Drei verschiedene Auenwaldtypen sowie zwei krautige Auen- und Alluvionenvegetationstypen sind im Saastal vorhanden. Durch den Rückzug der Gletscher kann erwartet werden, dass sich die krautigen Gesellschaften neue Lebensräume erschliessen können. Gemäss dem elektronischen Hegg-Atlas wachsen die Auenwälder entlang der Saaser Vispa, wobei *Salicion pentandrae* bis auf 1700 m.ü.M. bei Saas-Allmagell vorstossen, während die wärmeliebenderen *Salicion albae* und *Alnion incanae* nur bis Saas-Grund auf 1550 m.ü.M. vorstossen. Die Wasserversorgung dieser Auenwälder ist natürlicherweise nicht gefährdet, da sowohl die Saaser Vispa wie auch die wichtigsten Zuflüsse vom Gletscher gespeist werden. Für die zukünftige Entwicklung der Auenwälder wird die Konkurrenz um die Raum- und Wassernutzung durch den Menschen entscheidender sein als die direkten klimatischen Veränderungen an sich. Im hypothetischen Fall der ungestörten natürlichen Gewässerdynamik würden die Auenwälder mit dem Temperaturanstieg entlang der Fliessgewässer in die Höhe steigen. Mit zunehmender Erwärmung ist es auch möglich, dass sich wärmeliebendere Arten aus tieferen Lagen in den Auenwäldern etablieren können. Der ökologische Wert der Auenvegetation hängt aber wesentlich stärker von der Gewässerdynamik ab. Eine Ausdehnung der Auenwälder und deren naturnahe Ausgestaltung würde das Wasserrückhaltevermögen der Auenwälder im Saastal steigern

und dadurch zur besseren Dämpfung der Hochwasserspitzen in der Saaser Vispa beitragen.

Im Bereich der aquatischen Biodiversität kann durch die steigenden Temperaturen eine Erhöhung der Artenvielfalt erwartet werden. Ob dies aber tatsächlich geschehen kann, ist vor allem vom Restwassermanagement abhängig, da für die Einwanderung wärmeliebender Arten eine durchgängige Fließwasserstrecke notwendig ist.

Langfristig droht die saisonal früher auftretende Abflussspitze negative Auswirkungen auf die aquatische Biodiversität zu haben. Während die Sommerhochwasser und die damit verbundenen Störungen die Artenvielfalt erhöhen, können frühe Hochwasser viele aquatisch lebende Arten in einer empfindlichen Phase des Lebenszyklus treffen und schädigen.

#### **Folgende Auswirkungen der Klimaänderung auf die Auen sind besonders wichtig:**

- Bei ausreichender Gewässerdynamik ist eine flächenmässige Ausdehnung und ökologische Aufwertung der Auenwälder möglich
- Neue Lebensräume für Alluvionengesellschaften in den Gletschervorfeldern durch den Rückzug der Gletscher
- Temperaturanstieg ermöglicht produktivere Gewässer
- Langfristige Gefährdung der Biodiversität durch Verschiebung der Abflussspitzen ins Frühjahr

#### ***Nichtwald-Vegetationstypen***

Das Saastal zeichnet sich durch eine grosse Vielfalt an verschiedenen Vegetationstypen aus und zählt gemäss Hegg-Atlas wie das benachbarte Mattertal zu den botanisch wertvollsten Gebieten der Schweiz.

Die Klimaveränderung löst verschiedene Prozesse aus. Durch die steigenden Temperaturen verschieben sich die Verbreitungsgrenzen vieler Arten weiter nach oben. Dieser Prozess konnte bereits verschiedentlich im Alpenraum beobachtet werden (z.B. Lenoir et al. 2008 oder Grabherr et al. 1994) und wird sich weiter fortsetzen. Verschiedene artspezifische Faktoren, insbesondere die Art der Samenverbreitung, bestimmen jedoch, wie schnell diese Arten am Hang höher steigen können und ob es Ihnen gelingt natürliche oder künstliche Verbreitungsbarrieren zu überwinden. Die zunehmende Trockenheit wird die Konkurrenzfähigkeit der Pflanzenarten beeinflussen. Diese Prozesse werden dazu führen, dass sich in Zukunft die bestehenden Ökosysteme in ihrer Zusammensetzung verändern werden. Modellierungen in den Schweizer Westalpen mit 300 Pflanzenarten (Engler et al. 2009) zeigten, dass unabhängig von den Wandermöglichkeiten erst ab 2040 mit dem Verschwinden der modellierten Arten zu rechnen ist. Analog ist zu erwarten, dass zumindest für die häufigeren Arten im Saastal im untersuchten Zeitraum kein klimabedingtes Aussterben zu erwarten ist, da im Saastal die Berge wesentlich höher

sind und somit mehr potentieller Lebensraum in der Höhe existiert. In Kombination mit Veränderungen der Landnutzung ist das Aussterberisiko aber schwieriger zu beurteilen. Dies gilt ebenso für seltene Arten, die im Allgemeinen als gefährdeter zu betrachten sind.

Tendenziell werden in der Zukunft trockenheitsresistente Vegetationstypen häufiger, während Vegetationstypen, die an frischen bis feuchten Standorten wachsen, eher abnehmen werden. In höheren Lagen drohen insbesondere auf den gut wasserdurchlässigen Böden feuchteliebende Gesellschaften wie z.B. die feuchte Kalkschuttflur (Petasition paradoxi) wegen abnehmender Niederschläge durch trockenheitstolerantere Vegetationstypen verdrängt zu werden. Die Kalkschuttflur ist die Heimat von *Artemesia nivalis*, deren einziger Nachweis seit 1982 in Zermatt gegeben ist (SwissWebFlora V2.02). Möglicherweise kommt *Artemesia nivalis* auch im Saastal vor und die Verdrängung der feuchten Kalkschuttflur könnte zum Aussterben dieser Pflanzenart führen.

Diese allgemeinen Trends werden noch von anderen Faktoren beeinflusst. Es ist unklar, wie der Bodenbildungsprozess in den höchsten Lagen die Verbreitung der alpinen Arten beeinflussen wird. Weiter kann auftauender Permafrost die Erosionsgefährdung dieser Böden verstärken. Das würde dazu führen, dass in diesen Lagen Vegetationstypen wachsen, die mit diesen ständigen Störungen zurecht kommen, während empfindlich reagierende Vegetationstypen verschwinden würden.

Analog zum Höhersteigen der bereits vorkommenden Arten, ist es auch möglich, dass in den unteren Lagen neue Arten einwandern. In der Praxis hängt dieser Prozess sehr stark von der heutigen Verbreitung und dem Wanderungspotential der Arten sowie den Barrieren auf ihrem Weg ab. Der natürliche Weg für einwandernde Arten ins Untersuchungsgebiet beschränkt sich hauptsächlich auf das Tal der Saaser Vispa. Alternativ ist auch eine Verbreitung von neu einwandernden Arten aus Gärten möglich. Dank zunehmender Wärme bei ausreichender Feuchtigkeit über der aktuellen Waldgrenze kann eine Produktivitätssteigerung der alpinen Rasen und Wiesen erwartet werden.

**Folgende Auswirkungen der Klimaänderung auf die Nichtwald-Vegetationstypen sind besonders wichtig:**

- Verschiebung der Verbreitungsgrenzen nach oben sowie Einwanderung neuer Arten weiter unten im Tal
- Geschwindigkeit der Ausbreitung und Verschiebung abhängig von Art der Samenverbreitung sowie Wanderungsbarrieren
- Zusammensetzung der Ökosysteme verändert sich, zunehmend trockenheitsresistente Vegetationstypen, Gefährdung feuchtigkeitsliebender Gesellschaften
- Erhöhung der Produktivität von höher gelegenen alpinen Rasen und Wiesen

## Schutzgebiete und ökologisches Netzwerk des Bundes

Im Saastal befinden sich keine Naturschutzgebiete, jedoch zwei Flächen aus dem Bundesinventar der Auengebiete mit nationaler Bedeutung und einige Flächen aus dem Bundesinventar der Trockenwiesen und -weiden nationaler Bedeutung (vgl. Anhang A-4.7). Aufgrund der Lage dieser Flächen wird sich zwar voraussichtlich die Zusammensetzung der Vegetation verändern, jedoch nicht der grundsätzliche Aspekt.

Zum ökologischen Netzwerk des Bundes zählen neben den Flächen der Bundesinventare viele Seen und Feuchtgebiete im Saastal. Durch die zunehmende Trockenheit gewinnen diese Flächen für die Vernetzung feuchter Lebensräume an Bedeutung. Die Bedrohung der Vernetzungsfunktion durch die Klimaveränderungen bis ins Jahr 2050 lässt sich aber aus den vorliegenden Daten nicht abschätzen.

## 6.5 Handlungsbedarf im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen

Die möglichen Auswirkungen der Klimaänderung im Bereich der Biodiversität und der Ökosysteme wurden im vorangehenden Kapitel dargestellt. Diese Veränderungen führen auch zu Änderungen bei den Leistungen welche die Ökosysteme zugunsten der Menschen erbringen. In Tabelle 19 sind dazu die wichtigsten Erkenntnisse zum Handlungsbedarf bezogen auf die für das Saastal relevanten Ökosystemleistungen zusammengefasst.

Ökosystemleistung	Auswirkungen	Handlungsbedarf
Schutz vor Naturgefahren	Gefährdung der Schutzfunktion durch Veränderungen der Baumartenzusammensetzung Grössere Waldbrandgefährdung tiefer liegender / siedlungsnaher Wälder/Schutzwälder Auftauender Permafrost	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erweiterung des Baumartenspektrums / Ersatz gefährdeter Baumarten/Bestände</li> <li>– Sicherstellung der Schutzleistung</li> <li>– Waldbrandvorsorge</li> <li>– Bepflanzungsexperimente auf aufgetauten Permafrostböden</li> </ul>
Wasserkreislauf	Zunehmende Trockenheit, stärkerer Einfluss der Vegetation auf die Wasserverfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Berücksichtigung des Wasserverbrauchs der Vegetation (Raumplanung / Landnutzung)</li> </ul>
Landschaftsästhetik / Erholung	Veränderung der Waldzusammensetzung und der Auenvegetation, Mehr trockenheitstolerante Vegetationstypen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kein unmittelbarer Handlungsbedarf aufgrund der Klimaveränderungen</li> <li>– Erhaltung im Rahmen der Raumplanung und Landnutzung langfristig sicherstellen!</li> </ul>
Existenzwert	Veränderung der Waldzusammensetzung und der Auenvegetation, Mehr trockenheitstolerante Vegetationstypen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kein unmittelbarer Handlungsbedarf aufgrund der Klimaveränderungen</li> <li>– Erhaltung des langfristigen Potentials wichtig!</li> </ul>
Holzproduktion	Verschiebungen in der Produktivität der Wälder	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kein Handlungsbedarf, da die Holznutzung nicht gefährdet ist</li> </ul>
Landwirtschaftliche Produktion	Zunahme der Produktivität der Weiden und Wiesen in der (sub-)alpinen Stufe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Abschöpfung möglich</li> </ul>

Tabelle 19: Überblick zu den wichtigsten Auswirkungen der Klimaänderung im Saastal und des daraus folgenden Handlungsbedarfs.

Basierend auf den geschätzten Auswirkungen der Klimaveränderungen (Extremszenario) bis 2050 kann für die Biodiversität und die Ökosystemleistungen im Saastal für folgenden Bereiche Handlungsbedarf formuliert werden:

- Handlungsbedarf aufgrund von Veränderungen der Ökosysteme
  - Schutz vor Naturgefahren (Schutzwald: Fichtenausfall, langfristige Lärchengefährdung, Waldbrandgefahr / Permafrost / Hochwasserschutz)
  - Wasserkreislauf
  - Landschaftsästhetik/Erholung und Existenzwerte
- Kein unmittelbarer Handlungsbedarf aufgrund von Veränderungen der Ökosysteme (Adaption)
  - Holzproduktion
  - Landwirtschaftliche Produktion

Im Folgenden wird der Handlungsbedarf in den genannten Bereichen näher erläutert.

### ***Bereiche mit Handlungsbedarf aufgrund von Veränderungen bei den Ökosystemen***

Die Ergebnisse der bisherigen Arbeiten zeigen folgenden Handlungsbedarf aufgrund ökosystem-interner Veränderungen als direkte Folge des Klimawandels:

- **Schutz vor Naturgefahren:**
  - **Schutzwald:** Insgesamt sind negative Auswirkungen auf die Schutzleistungen der Wälder, insbesondere für Saas-Balen, wahrscheinlich. Zu den wichtigsten Veränderungen im Bereich Schutzwald gehören:
    - Fichtenausfall: Die Fichte an den aktuellen Standorten ist durch klimatische Veränderungen zunehmend gefährdet. Ein flächiger Zusammenbruch nach einem besonders trockenen Jahr lässt sich nicht ausschliessen.
    - Langfristige Lärchengefährdung: Schäden bis hin zur Mortalität der Lärchen durch den Lärchenborkenkäfer sind wahrscheinlich. Daher ist der Lärchenanteil sukzessive zu vermindern. Langfristig könnte auch die Verjüngung der Lärche gefährdet sein.
    - Waldbrandgefahr: Je nach Intensität der Waldbrände nimmt temporär die Schutzleistung der betroffenen Wälder ab. Lokal können feuerempfindliche Baumarten aus den Wäldern verschwinden, insbesondere nach mehrmaligen Waldbränden.
  - **Auftauender Permafrost:** Das Auftauen von Permafrostböden ist keine Folge von Veränderungen von Ökosystemen, sondern eine direkte Auswirkung der Klimaerwärmung. Massnahmen im Bereich Biodiversität könnten jedoch dazu bei-

tragen, um lockere Böden mit aufgetautem Permafrost zu stabilisieren. Aus diesem Grund wird dieser Bereich bei den Handlungsoptionen berücksichtigt.

- **Hochwasserschutz:** Die Analyse zeigte, dass Veränderungen bei der Biodiversität aufgrund des Klimawandels im Bereich Hochwasserschutz im Saastal keinen unmittelbaren Handlungsbedarf generieren. Flussrenaturierungen, die dazu beitragen, die Biodiversität zu verbessern, sind aber auch ein wirksames Instrument im Hochwasserschutz und werden daher bei den Handlungsoptionen berücksichtigt.
- **Wasserkreislauf:** Zunehmende Interzeptionsverluste in den Hochlagen führen zu zusätzlicher Zunahme der Trockenheit in tiefer gelegenen Gebieten des Saastals. Dies kann eine Bewässerung in tieferen Lagen notwendig machen.
- **Landschaftsästhetik/Erholung und Existenzwert der Biodiversität und der Ökosysteme:** Innerhalb der nächsten 40 Jahre bis 2050 ist nicht mit einer negativen Entwicklung der Existenzwerte durch das Aussterben von Arten zu rechnen, wobei einzelne Arten durchaus aus klimatischen Gründen verschwinden könnten. Die grössere Gefährdung der Existenzwerte im Saastal ergibt sich aus den Landnutzungsänderungen. Insbesondere bei den trockenheitstoleranten Vegetationstypen kann durch die Einwanderung von Arten aus dem Rhonetal eine lokale Aufwertung stattfinden. Da weder die alpinen Rasen noch die Wälder generell gefährdet sind, ist im Untersuchungszeitraum nicht von einer geringeren Attraktivität der Landschaft auszugehen, sofern es gelingt, den Einfluss der Brände auf die Vegetation zu beschränken. Der Erholungswert der Landschaft wird sich aus klimatischen Gründen bis ins Jahr 2050 nicht grundlegend verändern. Langfristig können diese beiden wichtigen Werte jedoch bedroht werden. Andere Untersuchungen aus dem Berggebiet legen nahe, dass nach 2050 die Aussterberisiken massiv zunehmen werden. Die Stabilität der Ökosysteme und damit auch die Stabilität der Ökosystemleistungen und Funktionen werden auch von der Artenvielfalt positiv beeinflusst. Aus diesem Grund ist es aus langfristigen Überlegungen wichtig, dass die Biodiversität erhalten bleibt, damit das Anpassungspotential der Biodiversität weiterhin vorhanden ist, wenn langfristig die negativen Auswirkungen der Klimaänderung auf die Arten spürbar werden. Aus diesem Grund wird dieser Bereich bei den Handlungsoptionen berücksichtigt.

### ***Bereiche ohne unmittelbaren Handlungsbedarf***

In folgenden Bereichen führen Veränderungen der Ökosysteme aus unserer Sicht nicht zu unmittelbarem Handlungsbedarf, da sich sowohl die Natur als auch die Gesellschaft und Wirtschaft ohne spezifische Unterstützungsmassnahmen darauf einstellen können:

- **Holzproduktion:** Es sind Verschiebungen in der Zusammensetzung der Wälder sowie eine Verlagerung der produktiveren Standorte in die Höhe zu erwarten. Jedoch wird auch in der Zukunft die Sicherung der Schutzleistungen des Waldes im Waldmanagement im Vordergrund stehen und die Holzproduktion eine Nebenleistung des Forstbetriebs bleiben.

- **Landwirtschaftliche Produktion:** Die Auswirkungen auf das landwirtschaftliche Produktionspotential sind lokal unterschiedlich. Die tieferen Lagen sind zunehmend trockenheitsgefährdet. Bei ausreichender Bewässerung ist eine Produktivitätssteigerung möglich. Auch können mit der zunehmenden Wärme neue landwirtschaftliche Produkte erzeugt werden. In den hochgelegenen Sömmerungsgebieten kann eine Steigerung der Produktion erwartet werden, da in der Regel ausreichend Wasser zur Verfügung stehen wird. Besonders trockene Jahre können aber problematisch sein, da eine Bewässerung dieser Gebiete nicht möglich ist.

### 6.5.1 Fazit Handlungsbedarf

Die Priorität des Handlungsbedarfs ist einerseits abhängig von der Relevanz der betroffenen Ökosystemleistung für die zukünftige Bewirtschaftung und Besiedlung des Saastals und andererseits vom Ausmass des Handlungsbedarfs. In folgender Tabelle werden diese Komponenten zusammengefasst unter der Bezeichnung „Wichtigkeit“ (horizontale Achse). Die Vertikale Achse bezeichnet die Dringlichkeit eines Handlungsbedarfs. Vorrangig sind jene Leistungen mit grosser Wichtigkeit und Dringlichkeit zu behandeln (rot markiert Schutzwald und Permafrost). Gelb markiert sind Bereiche, die zwar ebenso wichtig aber weniger dringlich sind (Hochwasserschutz, Waldbrand, terrestrische Biodiversität). Die weiteren Bereiche sind grün markiert und erfordern keine eigenständigen Massnahmen sondern können im Rahmen der Umsetzung der Handlungsoptionen mitberücksichtigt werden.

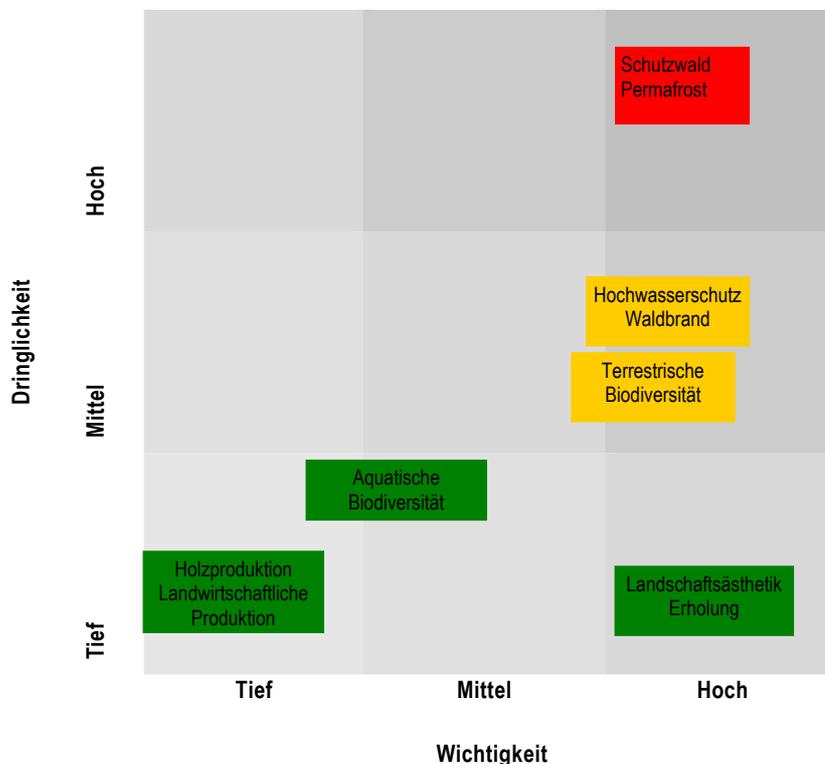


Tabelle 20: Bewertung des im Teilprojekt Biodiversität und Ökosystemleistungen ausgewiesenen Handlungsbedarfs nach den beiden Kriterien Dringlichkeit und Wichtigkeit.  
Grüne Felder = Handlungsbedarf klein; orange Felder = Handlungsbedarf mittel; rote Felder = Handlungsbedarf gross.

Neben der Bedeutung des Handlungsbedarfs gibt es auch noch eine zeitliche Dimension. Nicht aller Handlungsbedarf ist drängend oder gar akut. Viele Veränderungen werden erst in fernerer Zukunft spürbare Auswirkungen haben und Anpassungsmassnahmen erfordern. Daher stellt sich die Frage der zeitlichen Umsetzung aller Handlungsoptionen. Werden Massnahmen zu früh ergriffen, so ist es möglich, dass damit hohe und unnötige Kosten verbunden sind. Werden sie aber zu spät ergriffen, sind hohe Reparaturkosten anstatt günstigerer Prävention wahrscheinlich. Dabei muss auch berücksichtigt werden, dass Handlungsoptionen, die auch institutionelle Anpassungen erfordern, längere Vorbereitungs- und Planungszeiten erfordern. Tabelle 21 gibt den geschätzten zeitlichen Rahmen an, wann Massnahmen zum Handlungsbedarf notwendig werden können. Diese Schätzungen sind mit hohen Unsicherheiten verbunden, da die Veränderungen in den Ökosystemen nicht linear ablaufen werden, sondern sprunghafte Verschiebungen immer wieder auftreten können, z.B. nach besonders trockenen Jahren oder Extremereignissen.

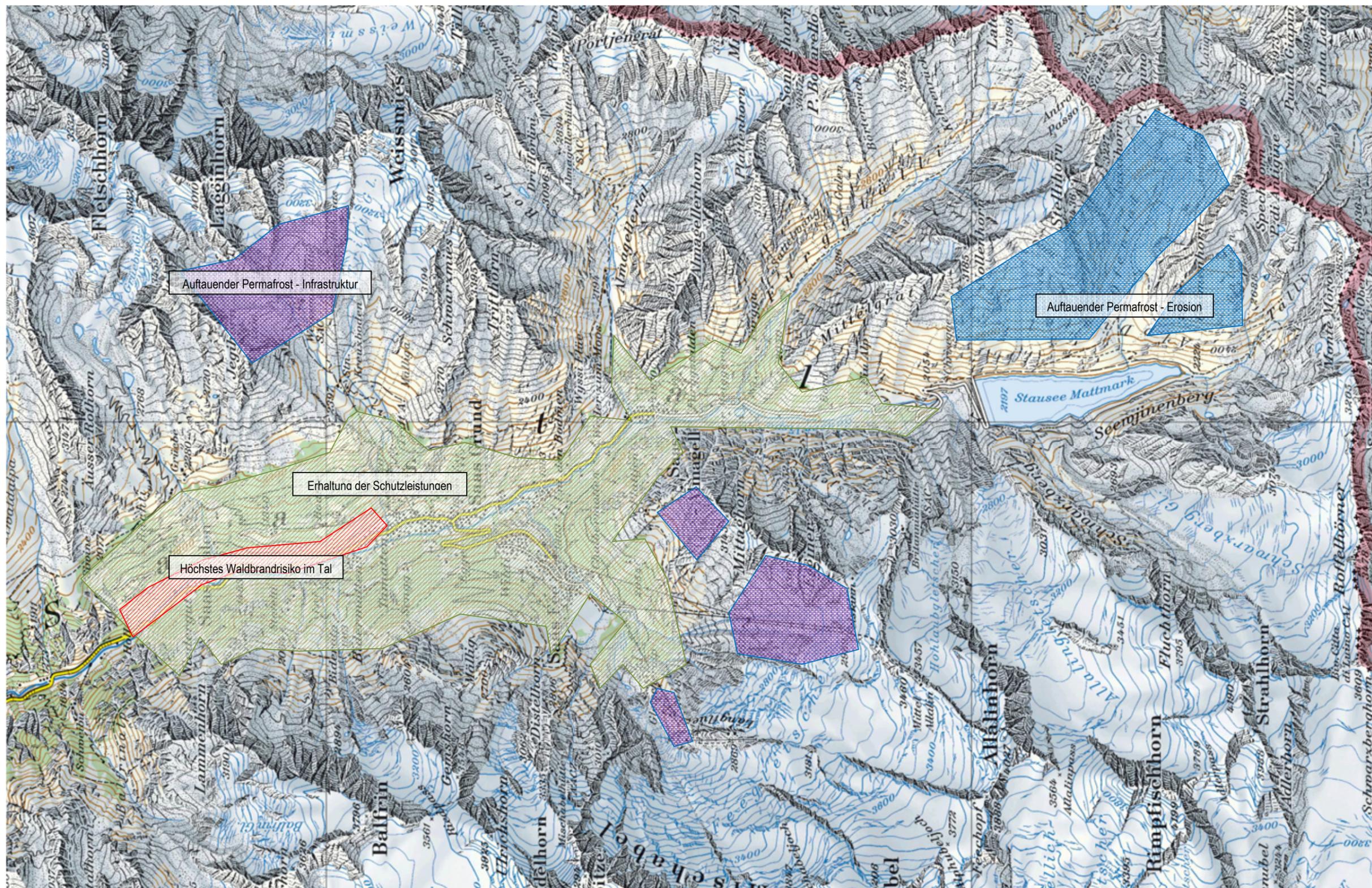
Ein Monitoringsystem zur Überwachung des Handlungsbedarfs ist daher dringend notwendig. Dieses soll dabei nicht nur die Auswirkungen der Veränderungen beschreiben, sondern auch die Umsetzung der Massnahmen überwachen und die Zieldefinition erleichtern. Neben dem Aufbau des Monitoringsystems sind insbesondere die Bereiche Schutzwald und Permafrost zeitlich drängend.

Ökosystemleistung \ Akteure		Zeithorizont					Bemerkungen
		2010	2020	2030	2040	2050	
Schutz vor Naturgefahren	Schutzwald						Der Waldumbau benötigt Zeit
	Hochwasserschutz						Bestehendes Rückhaltevolumen im Mattmarksee
	Permafrost						Bereits spürbare Auswirkungen, weshalb Versuche sofort starten sollten
	Waldbrand						Zunahme der Gefahr im Monitoringsystem überwachen
Wasserkreislauf							Zeitliche und räumliche Wasserverfügbarkeit
Landschaftsästhetik / Erholung							Nicht eigenständig zu bearbeiten, sondern so weit wie möglich in den anderen Massnahmen berücksichtigen
Existenzwert	Aquatische Biodiversität						Sinnvollerweise im Zusammenhang mit Anpassungen im Hochwasserschutz
	Terrestrische Biodiversität						Erhaltung des langfristigen Anpassungspotentials
Holzproduktion							Bleibt ein Nebenprodukt
Landwirtschaftliche Produktion							Wird als Funktion eher an Bedeutung verlieren, da die anderen Funktionen der Landwirtschaft wichtiger werden

Tabelle 21: Zeitliche Priorisierung des Handlungsbedarfs bzw. Umsetzung der Handlungsoptionen (grün gestrichelt = im Monitoring überwachen / grün fett = Handlungsoptionen umsetzen)

Die folgende Karte zeigt den Handlungsbedarf im Saastal in der Übersicht.

«Handlungsbedarf betreffend Biodiversität und Ökosystemleistungen im Saastal»



Figur 18: Handlungsbedarf im Saastal, Teilprojekt Biodiversität und Ökosystemleistungen (Waldbrand = rot / Permafrost = lila und hellblau / Waldgebiete = hellgrün)

## 6.6 Handlungsoptionen im Bereich Biodiversität und Ökosystemleistungen

Die Vorschläge für die Handlungsoptionen zur Anpassung der Ökosysteme und deren Leistungen im Saastal an den Klimawandel beziehen sich auf folgende Bereiche und Ökosystemleistungen mit identifiziertem Handlungsbedarf:

- Spezifischer Forschungsbedarf
- Übergeordnete Handlungsoptionen (können am Schluss ins übergeordnete Synthesekapitel verschoben werden, da sie mehrere TP betreffen)
- Schutz vor Naturgefahren
- Wasserkreislauf
- Landschaftsästhetik/Erholung (langfristige Erhaltung wichtig)
- Existenzwert (langfristige Erhaltung wichtig)

### 6.6.1 Spezifischer Forschungsbedarf für das Saastal im Bereich Biodiversität und Ökosysteme

In folgenden Gebieten besteht weiterer Forschungs- und Grundlagenbedarf, um die Ökosysteme und deren Leistungen zu sichern:

- **Datenerhebung Böden:** Vertiefung der Analyse zu den trockenheitsgefährdeten Gebieten mittels Daten zu den Böden
- **Wanderungs-Barrieren** Analyse und Identifizierung von Barrieren, welche die natürlichen Anpassungsstrategien von Pflanzen behindern, Migrationshindernisse für aufsteigende Arten im Tal der Saaser Vispa (Aufstieg aus dem Rhonetal) und an den Hängen im Projektperimeter

### 6.6.2 Übergeordnete Handlungsoptionen für das Saastal

Folgende übergeordnete Massnahmen können die Anpassung an den Klimawandel unterstützen:

- **Monitoringsystem:** Allgemein sollte ein Monitoringsystem aufgebaut werden, durch welches die erwünschten und unerwünschten Veränderungen beobachtet werden können, damit allfällige Massnahmen in der dynamischeren natürlichen Umwelt rechtzeitig und effektiv ergriffen werden können. Dies dient der Unterstützung, um von den Trends zu konkreten Projekten auf der Fläche zu kommen. Sinnvollerweise geschieht dies in der Zusammenarbeit mit dem Kanton. Das Monitoring-System kann/soll nicht nur den Bereich Biodiversität überwachen, sondern auch die übrigen relevanten Bereiche wie z.B. Naturgefahren, Wasser etc. Bestehende Systeme (z.B. Naturgefahren) sollen beim Aufbau des Monitorings integriert werden.

- **Prozesse und Strukturen:** Überprüfung der Prozesse und Regelungen in den Gemeinden auf ihre zukünftige Tauglichkeit (Schwergewicht: Raumplanung, Bauordnungen (z.B. Bezeichnung, Ausscheidung von Gefährdungszonen), Landnutzung, Meliorationen)
- **Schaffung einer ZPK:** Zukunftsfähigkeits-Prüfungs-Kommission, welche die Gemeindegeschäfte analog einer RPK auf ihre langfristigen Wirkungen überprüft und entsprechende Ablehnungs- oder Annahmeanträge an die Gemeindeversammlung stellt.

### 6.6.3 Handlungsoptionen zur Adaption an Veränderungen einzelner Ökosystemleistungen

#### **Naturgefahren**

##### Auftauender Permafrost:

- Versuche der Bepflanzung auf aufgetauten Permafrostböden ohne natürlichen Bewuchs durch Ausbringung von Schnittgut aus geeigneten Vegetationstypen (gestützte Migration langsam verbreitender Arten)
  - Eine Studie mit einer geeigneten Fachhochschule (Ingenieurbiologie in Hochlagen) zur Identifikation kritischer Flächen und Versuchsreihen zur Bepflanzung inkl. Erfolgskontrolle
  - Entnahme des Saat-/Schnittguts auf Flächen, auf denen heute die zukünftigen Bedingungen der kritischen Flächen gelten (Exposition, Boden, etc.)

##### Schutzwald:

- Erhöhung der Baumartenvielfalt durch waldbauliche Massnahmen
- Sukzessiver Ersatz der Fichte in den kritischen Wäldern
- Untersuchungen zur Lärchenverjüngung in der Analogieregion sollen zeigen, ob in Zukunft auch bei einem veränderten Klima die Lärchenverjüngung möglich ist
- Gleichzeitig sollte der Lärchenanteil im gesamten Wald reduziert werden, um das Risiko zu reduzieren, falls es langfristig Probleme mit der Lärchenverjüngung geben sollte

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die bestehende Schutzwaldpflege im Saastal den bestehenden Handlungsbedarf angemessen berücksichtigt und zurzeit nur kleinere Anpassungen am Vorgehen nötig sind. Im Moment ist vor allem die Beobachtung der Entwicklung wichtig, damit Veränderungen rechtzeitig erkannt werden.

##### Waldbrände:

- Waldbrandprävention und -schadensminimierung

- Dem Landschaftsbild angepasste Feuerschneisen, um das Übergreifen des Waldbrands auf benachbarte Bestände zu verhindern
- Unbewaldete Pufferzonen um Siedlungen und Häuser um das Übergreifen von Waldbränden auf Gebäude zu verhindern und das Risiko der fahrlässigen Brandstiftung zu reduzieren
- Überprüfen einer allfälligen Aufgabe von Häusern und Siedlungen, in denen kein ausreichender Schutz vor Waldbränden gewährleistet werden kann
- Sicherung der notwendigen Wassermengen für Prävention (Bewässerung) und Bekämpfung (z.B. im zukünftigen Schwimmteich, im Mattmarkstausee)
- Überwachung der Brandgefährdung
- Bewässerung besonders heikler Schutzwälder um die Austrocknung zu verhindern
- Angepasste Baumartenauswahl in den kritischsten Wäldern durch waldbauliche Massnahmen
- Bestehende Wasserleitungen für die künstliche Beschneigung und Trinkwasserversorgung für die Waldbrandbekämpfung zugänglich machen
- Berücksichtigung der Waldbrandgefahr in der Gefahrenkartierung und Raumplanung
- Offenhaltung von Pufferzonen und Brandschutzschneisen durch landwirtschaftliche Nutzung
- Organisation eines Löschflugzeug/-helikopter-Zweckverbandes mit anderen Walliser Gemeinden für gemeinsame Beschaffung, Nutzung und Finanzierung von Flugkapazitäten eines geeigneten Löschflugzeuges/-helikopters

#### Hochwasserschutz:

- Anpassung der landwirtschaftlichen Strukturen mit dem Ziel, ausreichend Platz für Hochwasserschutz in einer renaturierten Saaser Vispa zu schaffen

#### ***Wasserkreislauf und Wasserhaushalt***

- Einbezug des Wasserhaushaltes in die Raumplanung mit zeitlicher und räumlicher Verteilung und dem Wasserbedarf/-verbrauch der Vegetation. Dadurch sollen einerseits die Potentiale der Wassernutzung durch die Gesellschaft besser sichtbar gemacht werden und andererseits die Mindestansprüche der Vegetation zur Erhaltung der Ökosystemleistungen abgesichert werden (Teilprojekt Wasser)
- Sicherung der notwendigen Flusssdynamik für den Schutz der Biodiversität durch das Management des Mattmarksees und anderer allfälliger Speicherseen. Dabei ist neben den gesetzlichen Anforderungen zur Restwassermenge auch die gezielte Steue-

rung der Abflussspitze zu prüfen, damit die Gefährdung der aquatischen Biodiversität minimiert werden kann.

### ***Landschaftsästhetik/Erholung sowie Existenzwert***

- Der Landbewirtschaftung durch extensive landwirtschaftliche Nutzung kommt für die Minderung zukünftiger Klimaschäden eine zentrale Rolle zu. Die Ausdehnung von Wald und insbesondere von Grünerlen hat einen negativen Einfluss auf die Wasserverfügbarkeit, in dem durch erhöhte Evapotranspiration und Interzeption mehr Wasser verdunstet und somit die temporäre und räumliche Trockenheit verstärkt wird. Wichtig ist auch, dass Brandschutzstreifen zur Risikominderung der Waldbrandgefährdung offengehalten werden. Auch wenn bis ins Jahr 2050 mit keiner Aussterbewelle zu rechnen ist, ist in den anschliessenden Jahrzehnten mit massiven negativen Auswirkungen auf die Biodiversität zu rechnen. Das zukünftige Anpassungspotential der Vegetation hängt dabei massgeblich von der dann vorhandenen Biodiversität ab. Im Sinne einer Diversifizierungsstrategie sollte durch eine extensive landwirtschaftliche Nutzung eine möglichst hohe Biodiversität erhalten bleiben und sämtliche anderen Gefährdungsfaktoren so weit wie möglich reduziert werden. Dazu sind notwendig:
  - Aufbau zukunftsfähiger landwirtschaftlichen Strukturen, z.B. überbetriebliche Organisation, Bildung grösserer Einheiten
  - Angepasste Finanzierungsmechanismen für die Abgeltung externer Leistungen, finanziert durch die Nutzer, z.B. durch:
    - Versicherungen (Brandschadenminimierung)
    - Tourismus (Landschaftsästhetik)
    - Wasserwirtschaft (geringerer Wasserverbrauch der Vegetation)
    - Professionelle Vermarktung regionaler Produkte wie es beispielsweise mit den Produkten aus dem Zürcher Berggebiet (natürli) gemacht wird, wodurch Produzenten von deutlich höheren Erzeugerpreise profitieren
  - Aufrechterhaltung einer extensiven Landwirtschaft um
    - Waldbrandschneisen und Pufferzonen vor der Verbuschung zu schützen
    - Die Artenvielfalt zu erhalten, damit die Natur langfristig mehr Optionen zur natürlichen Anpassung zur Verfügung hat

#### **6.6.4 Fazit Handlungsoptionen**

Für die Erhaltung der langfristigen Schutzwirkungen des Waldes ist dessen vorsichtiger Umbau zu verstärken. Durch das langsame Wachstum der Bäume und die rasch ablaufende Klimaänderung ist die zeitliche Dringlichkeit gegeben. Im Rahmen des Monitoring-systems sind die entsprechenden Bemühungen und Veränderungen im Wald zu überwachen, um bei allfälligen Fehlentwicklungen rasch Gegensteuer geben zu können.

Auftauender Permafrost bereitet bereits heute Probleme bei hochgelegenen Bauten. Sofern der Rückzug aus den gefährdeten Gebieten aus wirtschaftlichen Gründen keine realistische Option darstellt, sind die Versuche mit ingenieurbioologischen Massnahmen so schnell wie möglich zu starten, damit zukünftig verlässliche Instrumente zur Verfügung stehen. Kritische Flächen sind zu identifizieren und mit geeigneten Methoden im Monitoringsystem zu überwachen.

Sofort ist auch mit dem Aufbau des bereits erwähnten Monitoringsystems zu beginnen. In der Aufbauphase steht die Bestimmung geeigneter Methoden und Indikatoren im Vordergrund. In der operativen Phase geht es darum, die Auswirkungen sowie die Zielerreichung bereits getroffener Massnahmen sorgfältig zu überwachen. Mit den Informationen aus dem Monitoringsystem sollen Grundlagen für die Definition der Massnahmenziele bereitgestellt und die zeitliche Planung der Massnahmen verbessert werden.

### 6.6.5 Verantwortlichkeiten zur Umsetzung der Handlungsoptionen

Die Handlungsoptionen werden von verschiedenen Akteuren umgesetzt. Für die Umsetzung der verschiedenen Handlungsoptionen ist jeweils ein Akteur hauptverantwortlich. Wegen der vielfältigen Wirkungen auf die anderen Bereiche sind aber weitere Akteure in den Prozess einzubinden. Die folgende Matrix veranschaulicht diese Zusammenhänge:

Umsetzungsverantwortung Funktion Ökosystemleistung		Raumplanung	Waldwirtschaft	Beherrschung	Bergbahnen	Landwirtschaft	Wasserversorgung	Kraftwerk Mattmark AG
		Schutz vor Naturgefahren	Schutzwald	x	<b>X</b>			
	Hochwasserschutz	<b>X</b>				x		x
	Permafrost	x	x		<b>X</b>			
	Waldbrand	x	<b>X</b>		x	x	x	x
Wasserkreislauf		<b>X</b>		x	x		x	x
Ästhetik				x	x	<b>X</b>		
Existenzwert	Aquatische Biodiversität	x					x	<b>X</b>
	Terrestrische Biodiversität	x		x	x	<b>X</b>		
Holzproduktion			<b>X</b>					
Landwirtschaftliche Produktion						<b>X</b>		
<i>Monitoringsystem</i>		<b>X</b>	x		x	x	x	x

Tabelle 22: Umsetzungsverantwortung bei den Handlungsoptionen (fett = Lead, nicht fett = beteiligte Akteure)

Die Umsetzung der Handlungsoptionen beinhaltet die Regelung der Finanzierung und die Verteilung allfälliger Erträge ebenso wie die angemessene Berücksichtigung der verschiedenen Interessen. Für die erfolgreiche Umsetzung der Handlungsoptionen bedarf es der breiten Abstützung durch die Gesellschaft, damit die Akzeptanz der Massnahmen gewährleistet ist.



## 7 Teilprojekt Tourismus

### 7.1 Einleitung und Fragestellung

Tourismus ist der wichtigste Wirtschaftszweig im Saastal, weshalb im Rahmen des vorliegenden Projektes auch die Auswirkungen der Klimaänderung auf den Tourismus und mögliche Anpassungsmassnahmen im Fokus stehen.

Die Klimaänderung wirkt sich direkt und indirekt auf den Tourismus im Saastal aus. Direkte Auswirkungen betreffen beispielsweise das touristische Angebot vor Ort. Als Folge der höheren Temperaturen im Sommer muss das Gletscherskigebiet häufiger geschlossen bleiben. Durch die zunehmende Gefahr von Steinschlag und Murgängen werden Wandern und Bergsteigen eingeschränkt, und aufgrund des schmelzenden Permafrosts muss teilweise das Fundament von Infrastrukturanlagen in hohen Lagen erneuert werden. Indirekte Auswirkungen betreffen beispielsweise das touristische Potenzial. Dies bedeutet, dass z.B. während heisser Sommer mit einer erhöhten Nachfrage nach einem nahe gelegenen, kühlen Erholungsgebiet zu rechnen ist. Im Winter wird die Nachfrage nach einem hoch gelegenen Skigebiet mit Schneesicherheit steigen.

So unterschiedlich wie die Auswirkungen der Klimaänderung auf den Tourismus sind, so verschieden sind auch die Anpassungsoptionen. Bei der Entwicklung von geeigneten Anpassungsmassnahmen ist zu beachten, dass – neben der Klimaänderung – auch zahlreiche weitere Faktoren auf den Tourismussektor wirken. Dazu gehören beispielsweise die Globalisierung, die Weltwirtschaftslage, neue Technologien, Gesundheitsgefährdungen aber auch allgemeine Tourismustrends, das Image einer Region oder neue Marketingmöglichkeiten. An all diese Entwicklungen muss sich die Tourismusbranche laufend anpassen. Dies dürfte beim Umgang mit der Anpassung an den Klimawandel ein Vorteil sein.

Im Teilprojekt Tourismus stehen folgende **Fragestellungen** im Vordergrund:

- 1 Welche direkten und indirekten Auswirkungen der Klimaänderung sind im Saastal auf den Tourismus zu erwarten? Mit welchen Veränderungen bei den Touristenströmen muss durch die Klimaänderung und ihren Auswirkungen gerechnet werden?
- 2 Wo werden die Auswirkungen der Klimaänderung auf die Infrastruktur, die Landschaft, das Gefahrenpotenzial etc. so stark sein, dass für die Tourismusbranche Handlungsbedarf besteht? Welche bestehenden touristischen Aktivitäten und Angebote müssen an die neuen klimatischen Bedingungen angepasst werden bzw. können nicht mehr angeboten werden? Welche neuen touristischen Potenziale entstehen?
- 3 Welche Handlungsoptionen bestehen für die Tourismusbranche? Wie können bestehende touristische Angebote und Geschäftsmodelle an die neuen Gegebenheiten und Potenziale angepasst werden? Wie kann die Tourismusbranche selbst zu einer Verminderung der Klimaänderung beitragen?

## 7.2 Methodisches Vorgehen

### *Auswirkungen des Klimawandels*

Die Ausgangslage zum Tourismus im Saastal (touristische Infrastruktur, Touristenströme und Trends) wird basierend auf vorhandenen Daten und Studien beschrieben. Um ein Verständnis für die Auswirkungen der Klimaänderung auf den Tourismus im Saastal zu erhalten, wurden leitfadengestützte, telefonische Interviews mit neun lokalen Stakeholdern geführt. Die Liste mit den interviewten Personen ist in Anhang A-5.3 aufgeführt. Die Ergebnisse aus den Interviews werden mit den Erkenntnissen aus den anderen Teilprojekten ergänzt.

### *Handlungsbedarf*

Basierend auf den Ergebnissen zu den Auswirkungen des Klimawandels wurde ein Wirkungsmodell hergeleitet, welches die Zusammenhänge zwischen Klimaänderung, deren Auswirkungen auf den Tourismussektor und dem sich daraus ergebenden Handlungsbedarf aufzeigt. Der relevante Handlungsbedarf für den Tourismus wird in einer geographischen Karte des Saastals dargestellt.

### *Handlungsoptionen*

Für die Bereiche mit Handlungsbedarf wurden Handlungsoptionen erarbeitet. Dabei wurden im Projektteam neue Lösungen entwickelt und bestehende best-practice-Beispiele von anderen Touristenregionen für das Saastal angepasst und aufbereitet. Diese wurden am Workshop im Saastal vom 21. Januar 2010 mit den lokalen Stakeholdern diskutiert und weiterentwickelt.

## 7.3 Ausgangslage: Tourismus im Saastal

### 7.3.1 Touristische Infrastruktur im Saastal

Die vier Saaser Gemeinden treten als eine Destination auf. Die Gemeinden weisen ein unterschiedlich breites touristisches Angebot auf. Eine entsprechende Tabelle im Anhang A-5.1 gibt eine Übersicht über die Anzahl Betten und Restaurants, sowie über weitere touristische Angebote pro Gemeinde.

Von den vier Saaser Gemeinden bietet Saas-Fee für Touristen sowohl im Winter wie auch im Sommer das grösste Angebot an Betten (v.a. in Hotels und Ferienwohnungen) und Attraktivitäten. Die Gemeinde Saas-Almagell ist vor allem für Familien und Gruppen attraktiv (kleineres Ski-Gebiet, ruhigere Umgebung, viele Ferienwohnungen). Auch nach Saas-Grund kommen Familien und Gruppen, die von der Infrastruktur des nahegelegenen und gut erreichbaren Saas-Fee profitieren möchten. Saas-Balen verfügt über die wenigsten touristischen Angebote.

### 7.3.2 Touristenströme im Saastal heute

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht der **Logiernächte** im Jahr 2008/2009 im Saastal. Die Mehrheit der Logiernächte sind im Winter zu verzeichnen, der grösste Teil (rund 60%) in der Gemeinde Saas-Fee (Geschäftsbericht Saas-Fee/Saastal Tourismus 2011).

Logiernächte 09/10	Total	Saas-Almagell	Saas-Balen	Saas-Fee	Saas-Grund
Total	1305627	159744	32288	782431	331164
Anteil Winter	60.9%	57.5%	67.3%	63.9%	54.7%
Anteil Sommer	39.1%	42.5%	32.7%	36.1%	45.3%

Tabelle 23: Logiernächte im Saastal im Jahr 2009/2010. Quelle: Geschäftsbericht Saas-Fee/Saastal Tourismus 2011.

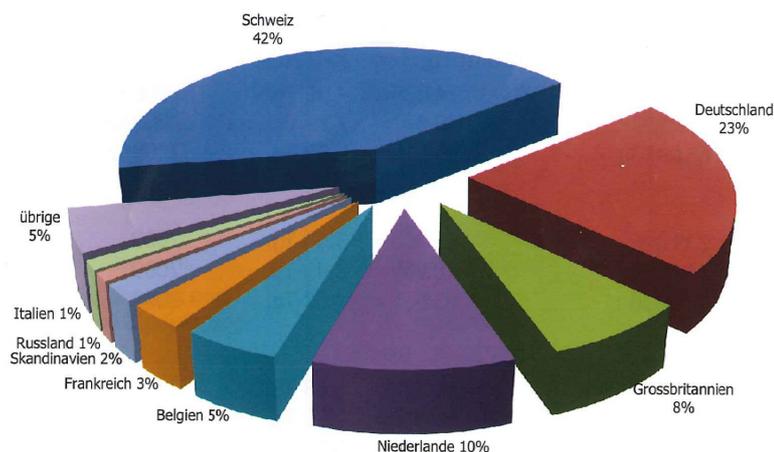
Die Anzahl Logiernächte 2009/2010 ist gegenüber dem Vorjahr leicht rückläufig, was mit der sich verschlechternden Wirtschaftslage erklärt werden kann. Im Mehrjahresvergleich (2006 bis 2010) ist die Anzahl Logiernächte in Saas-Fee tendenziell stagnierend bis leicht rückläufig, während in den Talgemeinden (Saas-Almagell, Saas-Balen und Saas-Grund) zwischen 2002 bis 2009 eine Zunahme und ab 2009 eine rückläufige Entwicklung feststellbar ist (Destinationsstrategie Saas-Fee/Saastal 2011).

Die durchschnittliche **Aufenthaltsdauer** der Touristen betrug im Winter 2009/2010 5.35 Tage (wobei der Durchschnitt der Aufenthaltsdauer in den Ferienwohnungen mit 7.24 Tagen deutlich höher ist als in den Hotels mit 4.09 Tagen). Im Sommer blieben die Gäste durchschnittlich 4.63 Tage im Saastal (in Ferienwohnung 8.49 Tage und in Hotels 3.54 Tage) (Geschäftsbericht Saas-Fee/Saastal Tourismus 2011).

Die gesamte **Bettenkapazität** im Saastal lag im Jahr 2009/2010 bei 11'579 Betten. Davon sind knapp 30% in Hotels (3677 Betten), rund 50% in vermieteten Ferienwohnungen (5653 Betten), 20% in Lagerhäusern (2249 Betten), (Geschäftsbericht Saas-Fee/Saastal Tourismus 2011). Das Bettenangebot der Hotellerie in Saas-Fee ging zwischen 2006 und 2010 um rund 8% zurück (Destinationsstrategie Saas-Fee/Saastal 2011).

Die **Bettenauslastung** im Saastal war im Sommer 2010 mit 21.2% deutlich tiefer als im Winter 2009/2010 mit 36.46%. Die Auslastung war in Ferienwohnungen und in Hotels ungefähr gleich gross. In Saas-Fee lag die Bettenauslastung im Winter bei 40.88% und somit über dem Durchschnitt des Saastals. Im Sommer lag die Auslastung in Saas-Fee mit 21.74% genau im Durchschnitt aller Saaser Gemeinden (Geschäftsbericht Saas-Fee/Saastal Tourismus 2011).

Von den 1'305'627 Übernachtungen wurden 438'777 Logiernächte von **Gästen** aus der Schweiz (41%) und rund 235'114 von Gästen aus Deutschland (24%) gebucht (vgl. Figur 19). Die grössten Gruppen der übrigen Gäste sind niederländischer (10%) und englischer (8%) Herkunft. Die meisten weiteren Gäste stammen aus anderen europäischen Ländern. Nur wenige Gäste kommen aus nicht-europäischen Staaten (Geschäftsbericht Saas-Fee/ Saastal Tourismus 2011).



Figur 19: Herkunftsländer der Touristen im Saastal. Quelle: Geschäftsbericht Saas-Fee/Saastal Tourismus 2011.

### 7.3.3 Tourismusrelevante Trends im Allgemeinen

Gemäss Forschungsergebnissen des Forschungsinstituts für Freizeit und Tourismus (FIF) der Universität Bern können heute im Tourismusbereich ganz allgemein verschiedene Trends festgestellt werden. So verändert sich das Reiseverhalten der Touristen beispielsweise in Richtung individuellere, spontanere, häufigere und kürzere Reisen, aber auch mit dem Anspruch auf mehr Sicherheit, Bequemlichkeit und Erholbarkeit (FIF 2009).

Neben dem Reiseverhalten der Touristen selbst hat sich die Tourismusbranche mit weiteren Herausforderungen auseinander zu setzen. Dazu gehören beispielsweise die Wirtschaftslage, demographische Veränderungen (z.B. die älter werdende Gesellschaft) oder veränderte Treibstoffpreise (FIF 2009). Würde beispielsweise der Flugverkehr mit einer CO<sub>2</sub>-Abgabe belastet und somit deutlich teurer, hätte dies Auswirkungen auf die Reisedistanzen von Touristen.

Im Weiteren identifiziert das FIF **Trends betreffend Umweltverhalten** (FIF 2009). Danach werden die Reisenden in der Tendenz

- umweltbewusster und anspruchsvoller auch bezüglich Umweltanliegen,
- jedoch kaum umweltverantwortlicher,
- zeigen in den Ferien ein sehr opportunistisches Umweltverständnis:  
*«Wahrnehmung von Umweltbelastungen, wenn eigenes Ferienglück in Frage gestellt»*

Auch der Klimawandel bewirkt Veränderungen, die sich auf die Tourismusbranche auswirken. Folgende Chancen können durch die Klimaänderung für den Tourismus entstehen (vgl. dazu Schweiz Tourismus 2008):

- Konzentration des Wintersports auf hochgelegene Destinationen
- Neue Popularität der Sommerfrische

- Mehr Sonnentage im Sommer
- Mediterranes Klima in Mitteleuropa
- Zunahme der «Klimaflucht» als Reisemotiv<sup>12</sup>
- Neue Attraktionen und Ressourcen: z.B. Gletscherseen (mit Eisschollen)

Wenn diese Chancen genutzt werden, können diese sich in Zukunft für Tourismusdestinationen zu positiven Trends entwickeln.

In einer Gesamtsicht dieser Trends und Chancen ist festzuhalten, dass die Klimaänderung für den Tourismus im Moment wahrscheinlich eine untergeordnete Rolle spielt, da sie sehr schleichend ist und andere Veränderungen im Umfeld des Tourismus (vgl. Kapitel 7.1) akuter sind. Durch die diversen Veränderungen müssen die touristischen Angebote jedoch stets überdenkt und angepasst werden. Dieser bereits gewohnte Umgang mit Veränderungen kann für den Tourismussektor bei der Anpassung an die Klimaänderung einen Vorteil darstellen.

#### 7.3.4 Tourismusrelevante Trends im Saastal

In den Interviews mit Stakeholdern aus dem Saastal (vgl. dazu auch Kapitel 7.4.1) wurden die im vorherigen Kapitel beschriebenen Trends teilweise bestätigt. Im Folgenden sind einige Beispiele aufgeführt, die in den Interviews mit den lokalen Stakeholdern genannt wurden:

Die Tendenz zu *kürzeren Aufenthalten* in der Touristendestination wurde im Saastal bereits bemerkt und durch unbeständiges Wetter und die verkürzte Distanz zum Mittelland via Lötschberg-Basis-Tunnel verstärkt. In den letzten Jahren kamen gemäss Interviewpartnern mehr Tagestouristen ins Saastal als früher.

Es wurde auch ein Anstieg des *durchschnittlichen Alters* der Gäste im Saastal festgestellt, was insbesondere in der Nutzung des Angebots zum Ausdruck kommt (z.B. wachsender Anteil von Wintertouristen, die nicht Skifahren) aber auch durch die Nachfrage nach neuen Angeboten (z.B. Kletterkurse für Senioren) bemerkt wird.

Die Relevanz des *Sommertourismus* nimmt gemäss Aussagen der Interviewpartner zu. In den letzten Jahren konnte ein Anstieg der Touristenzahl im Sommer festgestellt werden. Im Hitzesommer 2003 beispielsweise seien überdurchschnittlich viele italienische Touristen in die kühle Bergluft «geflüchtet», was ein Hinweis auf die *steigende Popularität der Sommerfrische* sein kann. Im Saastal gibt es Bestrebungen, die Sommersaison, die zukünftig durch die wärmeren Temperaturen eventuell verlängert wird, aktiv zu vermarkten. Dazu gehören beispielsweise im Frühsommer neue Touristengruppen zu gewinnen (z.B. aus fernöstlichen Märkten) und im Herbst neue Angebote zu schaffen um die Saison zu verlängern (z.B. Wander- und Genussland Wallis).

---

<sup>12</sup> Durch klimatische bedingte Veränderungen und Extremereignisse, wie beispielsweise Hitzeereignisse, steigt das Bedürfnis nach Ferien und Erholung in einem angenehmen Klima.

Saas-Fee ist autofrei, was im Zusammenhang mit dem *steigenden Umweltbewusstsein* von Touristen und der hohen Luftqualität einen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen (alpinen) Destinationen darstellen könne. Gemäss Aussagen der Befragten wird die «Autofreiheit» von den Gästen auch sehr geschätzt.

### **Ziele für Logiernächteentwicklung im Saastal**

Eine Abschätzung der Gästeentwicklung ist schwierig, da diese von vielen Faktoren abhängt wie beispielsweise der Wirtschaftslage, der globalen Sicherheitslage, der Preisentwicklung von Treibstoffen, etc. Folgende Ziele über die Logiernächteentwicklung im Saastal wurden im Rahmen der neuen Destinationsstrategie Saas-Fee/ Saastal erarbeitet:

	Bettenkapazität Saas-Fee/Saastal		Bettenauslastung Saas-Fee/Saastal	
	2009/10	Ziel bis 2014/15	2008/09	Ziel bis 2014/15
<b>Total</b>	<b>13'484</b>	<b>+3%</b>	<b>30%</b>	<b>37%</b>
Hotels und ähnlich bewirtschaftete Betten	3'607	+5%	40%	45%
Ferienwohnungen (vermietet)	5'653	+5%	26%	35%
Zweitwohnungen (unvermietet)*	1'260	-1%	8%	9%
Lager	2'035	0%	22%	24%
Camping	--	0%	--	--
Berghütten	645	0%	26%	28%

Tabelle 24: Zielsetzung der Bettenkapazität bis 2014/15 gemäss Destinationsstrategie Saas-Fee/Saastal 2011.

\* Maximale Belegung: 30 Tage pro Bett und Jahr.

Obige Tabelle zeigt, dass für die nächsten Jahre ein wichtiges Ziel die Zunahme der Bettenkapazität in Hotels und Ferienwohnungen ist. In Zweitwohnungen, Lager, Camping und Berghütten soll die Kapazität nicht gesteigert werden. Bei der Auslastung der Betten wird hingegen in allen aufgeführten Kategorien eine Zunahme angestrebt.

## **7.4 Auswirkungen des Klimawandels auf den Tourismus**

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Tourismus im Saastal wurden anhand leitfadengestützter Interviews mit lokalen Stakeholdern beispielhaft erhoben. Dazu wurden verschiedene Personen aus dem Tourismussektor für ein Interview angefragt. Die neun Interviewpartner kamen aus folgenden Bereichen:

- Hotellerie: aus den Gemeinden Saas-Fee, Saas-Almagell und Saas-Grund
- Bergbahnen: aus den Gemeinden Saas-Fee, Saas-Almagell und Saas-Grund
- Bergrestaurant: Saas-Fee
- Skischule: Saas-Fee
- Bergführerverband: Saas-Fee

— Tourismusorganisationen: Kanton Wallis und Saastal

Die Interviewpartner schätzten die Relevanz der Klimaänderung auf den Tourismussektor im Saastal ein. Auch gaben sie an, welcher der fünf Bereiche Schneesicherheit, Gletscher / Permafrost, Naturgefahren, Landschaft / Vegetation und Wasserhaushalt, die alle von der Klimaänderung betroffen sein werden, für sie besonders relevant ist. Im Weiteren gaben sie an, welche Auswirkungen der Klimaänderung bereits heute erkennbar sind und mit welchen sie künftig rechnen. Es wurden Fragen zu den bereits getätigten Anpassungsmassnahmen gestellt sowie zu den heutigen touristischen Angeboten. Schliesslich wurden sie zum Handlungsbedarf befragt, welcher durch die klimatischen Veränderungen hervorgerufen werden könnte.

#### 7.4.1 Auswertung der Interviews

##### *Relevanz des Klimawandels*

Auf einer dreistufigen Skala (sehr wichtig – wichtig – unwichtig) stuften die Interviewpartner die Klimaänderung als wichtig (5 Nennungen) bis sehr wichtig (4 Nennungen) ein. In ihrem beruflichen Alltag hingegen ist sie für die meisten der befragten Personen weniger bis nicht wichtig. Die Perspektive der täglichen Arbeit sei viel kürzer als die Auswirkungen des Klimawandels und die Betroffenheit relativ gering, begründeten dies einige der Interviewten. Einzig für den Bergführer (Auswahl der Routen) und für die Bergbahnen (Budgetierungsphase Infrastruktur) sind die Auswirkungen der Klimaänderung auch im Alltag sehr wichtig.

In einer nächsten Frage wurde den Interviewten fünf **Bereiche genannt, auf welche der Klimawandel Auswirkungen hat**. Es sind dies:

1. Schneesicherheit,
2. Gletscher / Permafrost,
3. Naturgefahren,
4. Landschaft / Vegetation
5. Wasserhaushalt.

Für die befragten Personen sind nur drei davon relevant für ihre Tätigkeit, nämlich Schneesicherheit (7 Nennungen), Gletscher / Permafrost (9 Nennungen) und Naturgefahren (3 Nennungen)<sup>13</sup>. Der Bereich Landschaft / Vegetation wurde zwar einmal genannt, jedoch nicht im Zusammenhang mit dem Tourismus, sondern mit einer Nebentätigkeit des Befragten als Landwirt. Der Bereich Wasserhaushalt wurde von keinem der Interviewpartner genannt. Die Auswirkungen der Klimaänderung für die in den Interviews erwähnten Bereiche werden im Folgenden näher beschrieben.

---

<sup>13</sup> Mehrfachnennungen waren möglich.

### **Schneesicherheit**

Die Schneesicherheit wird von allen Interviewpartnern als zentrales Argument für einen komparativen Vorteil gegenüber anderen Wintersportdestinationen verstanden und wird deshalb als bedeutend für ihre Tätigkeit gesehen. Die Skigebiete des Saastals brächten durch die hohe Lage und die Gletscher gute Voraussetzungen mit, um auch zukünftig eine ganzjährige Schneesicherheit<sup>14</sup> zu garantieren<sup>15</sup>. Zusätzlich werden durch die Klimaänderung wahrscheinlich einige tiefer gelegene Skigebiete den Betrieb einstellen müssen, was wiederum die Attraktivität von hoch gelegenen Gebieten wie z.B. Saas-Fee steigen lässt.

Die Schneesicherheit ist gemäss den Interviewpartnern im Sommer eher gefährdet als im Winter. Durch die künftig höheren Temperaturen im Sommer fällt der Niederschlag auch in hohen Lagen eher in Form von Regen. Aufgrund der warmen Nächte findet keine Abkühlung statt und die Pisten bleiben weich. Dies führt dazu, dass das Gletscherskigebiet im Sommer häufiger geschlossen bleiben muss und es somit zu Ertrags- und Imageeintrüben kommt.

Die künstliche Beschneigung spielt in den Skigebieten eine zentrale Rolle. In den Interviews wurde erwähnt, dass auch die hoch gelegenen Gebiete im Herbst fast vollständig künstlich beschneit werden, um so das Risiko des ausbleibenden Schneefalls zu umgehen und einen guten Untergrund für den Schnee zu schaffen. Künftig könnte eine künstliche Beschneigung auch auf den Gletschern oder für die Schlittelpisten nötig werden. Das Bereitstellen der dafür nötigen Ressourcen wie Schneekanonen, Wasser und Strom müsse künftig garantiert werden können, um die Schneesicherheit zu gewähren. Dies bringe auch finanzielle Auswirkungen mit sich.

### **Gletscher**

Die Gletscher wurden von den Interviewpartnern am zweithäufigsten als relevanter Bereich genannt, der von der Klimaänderung betroffen sein wird. Der Rückzug der Gletscher ist in Saas-Fee gut sichtbar und die meisten Akteure im Tourismusbereich sind mit den Auswirkungen des Rückzuges konfrontiert. Der Gletscher ist für den Sommerskibetrieb in Saas-Fee, der nur auf dem Fee-Gletscher möglich ist, sehr wichtig. Obwohl der Sommerbetrieb heute gemäss Aussagen der Bergbahnen nicht rentabel betrieben werden kann, ist er für die Hotellerie und Parahotellerie im Sommer und Herbst wichtig. Nationalteams können in der Schweiz im Sommer nur noch auf zwei Gletscherskigebieten trainieren (Saas-Fee und Zermatt). Zusätzlich ist das Image des ganzjährigen Skibetriebes für Saas-Fee äusserst wichtig, da dadurch auch im Winter mehr Touristen gewonnen werden können.

Durch den Gletscherrückzug werden Geröllmassen auf und um den Gletscher verschoben und Spalten werden aufgerissen. Diese Veränderungen betreffen verschiedene

<sup>14</sup>Das Image von Saas-Fee heute steht für 300 Tage Schneesicherheit. Dieses Image möchte man auch in Zukunft halten können.

<sup>15</sup>Ein Temperaturanstieg um ein Grad lässt die Schneesicherheitslinie um 130-150 Meter ansteigen (Abegg 1996).

Bergrouden wie beispielsweise den Zustieg zur Britanniahütte. Diese Routen werden nun ständig überwacht. Gemäss Interviewpartner könnten künftig auch weitere Zustiege und Hochtouren, welche über Gletscher führen, gefährdet sein.

Die Übergänge von den Gletschern auf die Pisten gestalten sich durch den Rückzug der Gletscher gemäss dem Pistendienst zunehmend aufwendig: Aufgrund des Gletscher-rückzuges werden jährlich Schneemassen hingeschafft oder künstlich erzeugt, um die Pistenverläufe für die Skifahrerinnen und Skifahrer so angenehm wie möglich zu gestalten. Zusätzlich werden bei Bedarf neue Infrastrukturen geschaffen, um die Gletscher-übergänge zu sichern (z.B. Brücken, Tunnels).

Durch den Gletscherrückgang befürchten einige der Interviewpartner einen Attraktivitätsverlust bezüglich Landschaftsbild. Die meisten Befragten glauben jedoch, dass die Gletscher im Vergleich mit anderen Regionen immer noch attraktiv sind, da sie in tiefer gelegenen Regionen aufgrund der Klimaerwärmung mittel- bis langfristig verschwinden werden. So würden Gletscher immer seltener und durch die Einzigartigkeit im höher gelegenen Saastal zur verstärkten touristischen Attraktion. In Saas-Fee entstand durch den sich zurückziehenden Gletscher ein Gletschersee, der mit einem interessanten Themenweg (Klimaweg) animiert wurde.

### **Permafrost**

Der auftauende Permafrost wird von den Interviewpartnern zusammen mit den Gletschern am zweithäufigsten als relevanter Bereich genannt, der von der Klimaänderung betroffen sein wird. Insbesondere was die Anlagen im Skigebiet betrifft, spielt dieser eine wichtige Rolle. So wird demnächst bei einer Bergstation eines Skiliftes das Fundament erneuert, da es durch den tauenden Permafrost gefährdet ist. Auch bei Neubauten in den Dörfern werden der Permafrost und die künftig erwarteten höheren Durchschnittstemperaturen berücksichtigt.

Gemäss Interviewpartnern ist der Permafrost in Zusammenhang mit Bergtouren eine wichtige Voraussetzung für die nötige Stabilität der Gesteinsmassen. Taut dieser auf, müssen die Zustiege auf Sicherheit geprüft werden und allfällige Alternativrouten gefunden werden. Der tauende Permafrost schränkt so die Auswahl an Bergrouden ein, was sich längerfristig negativ auf die Attraktivität der Region für alpine Bergsteiger auswirken könnte.

### **Naturgefahren**

Für einzelne Interviewpartner stellen die Naturgefahren einen zentralen Bereich im Tourismus dar. Allerdings sei der Einfluss der Klimaänderung schwierig abzuschätzen. Für diese Personen steht die Sicherheit von Mensch und Infrastruktur im Vordergrund. Ereignisse wie Felsstürze, Gletscherabbruch oder Steinschlag sind bekannte Phänomene im Saastal und die Interviewpartner sind auf diese Gefahren sensibilisiert. Als potenziell durch Naturgefahren gefährdet wurden die Zufahrstrassen nach Saas-Fee und Saas-

Almagell genannt. Zusätzlich wurde erwähnt, dass bei einer Zunahme der Naturgefahren im Saastal mit einer verstärkten Abwanderung gerechnet werden müsste.

Im Allgemeinen werden von den interviewten Personen die Naturgefahren, wie sie heute auftreten, nicht direkt mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht.

### ***Bereits umgesetzte Anpassungsmassnahmen***

Gemäss den Interviewpartnern wurden bereits einige Massnahmen zur Anpassung an die Auswirkungen der Klimaänderung im Saastal unternommen. Eine Auflistung der bereits umgesetzten Massnahmen findet sich im Anhang A-5.4.

### **7.4.2 Hinweise aus den anderen Teilprojekten und auf weitere Projekte**

Nachfolgend werden die relevanten Auswirkungen der Klimaänderung auf den Tourismus aus den Teilprojekten Wasser, Siedlung / Infrastruktur und Biodiversität zusammenfassend beschrieben.

#### ***Auswirkungen der Klimaänderung auf den Wasserhaushalt mit Relevanz für den Tourismus***

- Es wird erwartet, dass durch die Klimaänderung im Frühjahr die Schneesicherheit abnimmt, was zu einer Verkürzung der Wintersaison führen könnte (vgl. Seite 57). Dies hätte Auswirkungen auf den Tourismus im Saastal, da heute die Wintersaison die umsatzstärkste Saison ist. Allerdings wird im beobachteten Zeitraum bis 2030 das Saastal aufgrund seiner Höhenlage eher profitieren, wenn tiefer gelegene Destinationen mangels Schnee im Frühling schliessen müssen. Schwierig abzuschätzen ist dagegen der Einfluss des früher einsetzenden Frühlings im Mittelland verbunden mit einer abnehmenden Lust am Wintersport.
- Der grösste Wasserbedarf im Bereich Tourismus liegt bei der technischen Beschneidung. Die zukünftige Entwicklung für diesen Wasserbedarf ist schwierig abschätzbar, wird jedoch sicher nicht abnehmen. Würden beispielsweise die Gletscher zukünftig im Sommer beschneit werden, wäre dies mit einem massiven Anstieg des Wasserbedarfs verbunden.
- Der Trinkwasserbedarf im Tourismusbereich wird durch die grössere Anzahl Touristen künftig zunehmen (vgl. auch Seite 101). Die im Teilprojekt Wasser befragten Experten gehen davon aus, dass bei der Verfügbarkeit von Trinkwasser im Tourismus die Klimaänderung in nächster Zukunft - abgesehen von wenigen Spitzentagen, an denen Engpässe in der Trinkwasserversorgung entstehen könnten - keine negativen Auswirkungen haben dürfte (vgl. Seite 31). Das Trinkwasser in Bergrestaurants ist während der Hochsaison teilweise bereits heute knapp.

#### ***Auswirkungen der Klimaänderung auf Naturgefahren (Siedlung / Infrastruktur) mit Relevanz für den Tourismus***

- Naturgefahren im Saastal sind für die Infrastruktur und insbesondere auch für die touristische Infrastruktur relevant.

- Sollten sich durch die Klimaänderung Hochwasser häufen, sind für die Talgemeinden (ausser Saas-Fee) erhöhte Risiken zu erwarten. Häufigere Murgänge könnten eine Gefahr für Wanderwege, Verkehrsinfrastruktur sowie Siedlungsgebiete darstellen. Durch Lawinen sind in allen Saaser Gemeinden kaum zusätzliche Auswirkungen zu erwarten, da die Gefahrengebiete gut bekannt sind und Massnahmen getroffen wurden. Verstärkte Gletschergefahren gefährden primär die Infrastruktur am Berg, wie Wander- und Bergrouen. Vermehrte Rutschungen könnten für die Siedlungsgebiete in allen Gemeinden negative Auswirkungen haben. Bezüglich den Sturzgefahren durch die Klimaänderung ist gemäss den Experten des Teilprojektes Siedlung / Infrastruktur keine fundierte Aussage möglich (vgl. Seiten 52ff).

### ***Auswirkungen der Klimaänderung auf die Biodiversität mit Relevanz für den Tourismus***

- Durch die Klimaänderung könnte das Waldbrandrisiko steigen (vgl. Seite 74ff). Dies könnte insbesondere für den Sommer- und Herbsttourismus relevant sein.
- Durch die Klimaänderung ist nicht von einer geringeren Attraktivität der Landschaft auszugehen, sofern es gelingt, den Einfluss der Brände auf die Vegetation zu beschränken. Der Erholungswert der Landschaft wird sich aus klimatischen Gründen nicht grundlegend verändern (vgl. Seite 74ff).

### ***Weitere Studien***

Das Thema «Klimawandel und Tourismus» wurde bereits in verschiedenen Studien untersucht. Interessierte LeserInnen seien auf folgende Auswahl an weiterführender Literatur verwiesen: Abegg, B. (1996), Behringer, J. / Bürki, R. / Fuhrer, J. (2000), Müller, H. und Weber, F. (2007), OECD (2007), Schweiz Tourismus (2008).

### **7.4.3 Fazit der Auswirkungen der Klimaänderung auf den Tourismus**

Die wichtigsten Aussagen betreffend den Auswirkungen der Klimaänderung auf den Tourismus können folgendermassen zusammengefasst werden:

- Der Tourismus ist für das Saastal ausgesprochen wichtig. Dies wird auch zukünftig so bleiben.
- Erste **Auswirkungen der Klimaänderungen sind bereits spür- und feststellbar** und haben auch Konsequenzen für den Tourismus. Dazu gehört beispielsweise folgende Phänomene:
  - Abnahme der Schneesicherheit, welche insbesondere Konsequenzen für die Schneesicherheit im Sommer hat.
  - Abschmelzen von Gletschern, was insbesondere bei den Gletscherrändern den Pistenbau vor Herausforderungen stellt.
  - Gletscherveränderungen, welche Wanderwege gefährden.
  - Auftauender Permafrost, welcher die Bodenstabilität von bestehenden Infrastrukturanlagen vermindert.
  - Zunahme von Steinschlag, welcher Wander- und Bergrouen gefährdet.

- **In Zukunft** ist mit **weiteren Auswirkungen der Klimaänderung** auf das Saastal zu rechnen. Folgende Beispiele zeigen mögliche Konsequenzen auf:
  - Die Abnahme der Schneesicherheit im Sommer wird sich weiter verstärken. Es könnte so weit kommen, dass für die Aufrechterhaltung des Sommer-Skitourismus in Zukunft die Gletscher beschneit werden müssen. Dies wird mit massiven Auswirkungen auf den Wasserverbrauch verbunden sein.
  - Die Abnahme der Schneesicherheit im Winter und die wärmeren Temperaturen im Frühling können zu einer Verkürzung der Wintersaison führen. Die wärmeren Temperaturen im Frühling können zudem dazu führen, dass aufgrund der fehlenden Winteratmosphäre im Mittelland die Lust zum Skifahren abnimmt.
  - Durch die erwartete Zunahme der Naturgefahren ist in Zukunft mit mehr Hochwasser zu rechnen (Risiko für Talgemeinden (ausser Saas-Fee)), häufigeren Murgängen (Gefahr für Wanderwege, Verkehrsinfrastruktur sowie Siedlungsgebiete), verstärkten Gletschergefahren (Gefahr für alpine Infrastruktur, Wander- und Bergrouen) und vermehrten Rutschungen (Auswirkungen auf Siedlungsgebiete).
  - Im Weiteren ist mit einem erhöhten Waldbrandrisiko zu rechnen.
  - Auf die Attraktivität der Landschaft dürfte sich der Klimawandel nicht negativ auswirken, teilweise ergeben sich Chancen durch neue Angebote (z.B. Gletschersee).
- Es kann davon ausgegangen werden, dass der **Wintertourismus** in Zukunft im Saastal von grosser Bedeutung bleiben wird. Dies unter anderem deshalb, weil durch die wärmeren Temperaturen tiefer gelegene Skigebiete nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden können und somit geschlossen werden müssen. Es wird daher angenommen, dass die touristische Nachfrage im Winter in hoch gelegenen Gebieten wie dem Saastal ansteigt.
- Der **Sommer** wird in Zukunft wahrscheinlich an Relevanz gegenüber heute gewinnen und für die Destination Saastal wichtiger werden. Dies, weil die Region Saastal durch ihre Höhenlage Vorteile gegenüber anderen Sommerdestinationen, wie z.B. der Mittelmeerraum, aufweist (Stichwort Bergfrische im Sommer) oder auch durch veränderte Gästebedürfnisse (z.B. ältere Touristen, entschleunigter und naturnaher Tourismus).
- Im Saastal wurden **bereits diverse Anpassungsmassnahmen an die Folgen der Klimaänderung umgesetzt**. Der Fokus liegt dabei auf der Sicherheit von Mensch und Infrastruktur. Aufgrund der Interviews zeigt sich, dass dabei viel Wert auf die Infrastruktur im Skigebiet sowie auch auf die Infrastruktur für Wanderer und Bergsteiger gelegt wird.
- Die **Klimaänderung ist einer von vielen Faktoren**, die im Tourismus eine relevante Rolle spielen. Die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung in den wichtigsten Herkunftsländern der Gäste sowie Veränderungen im Saastal selbst können die touristische Entwicklung massgeblicher beeinflussen als die Auswirkungen der Klimaänderung.

## **7.5 Handlungsbedarf im Bereich Tourismus**

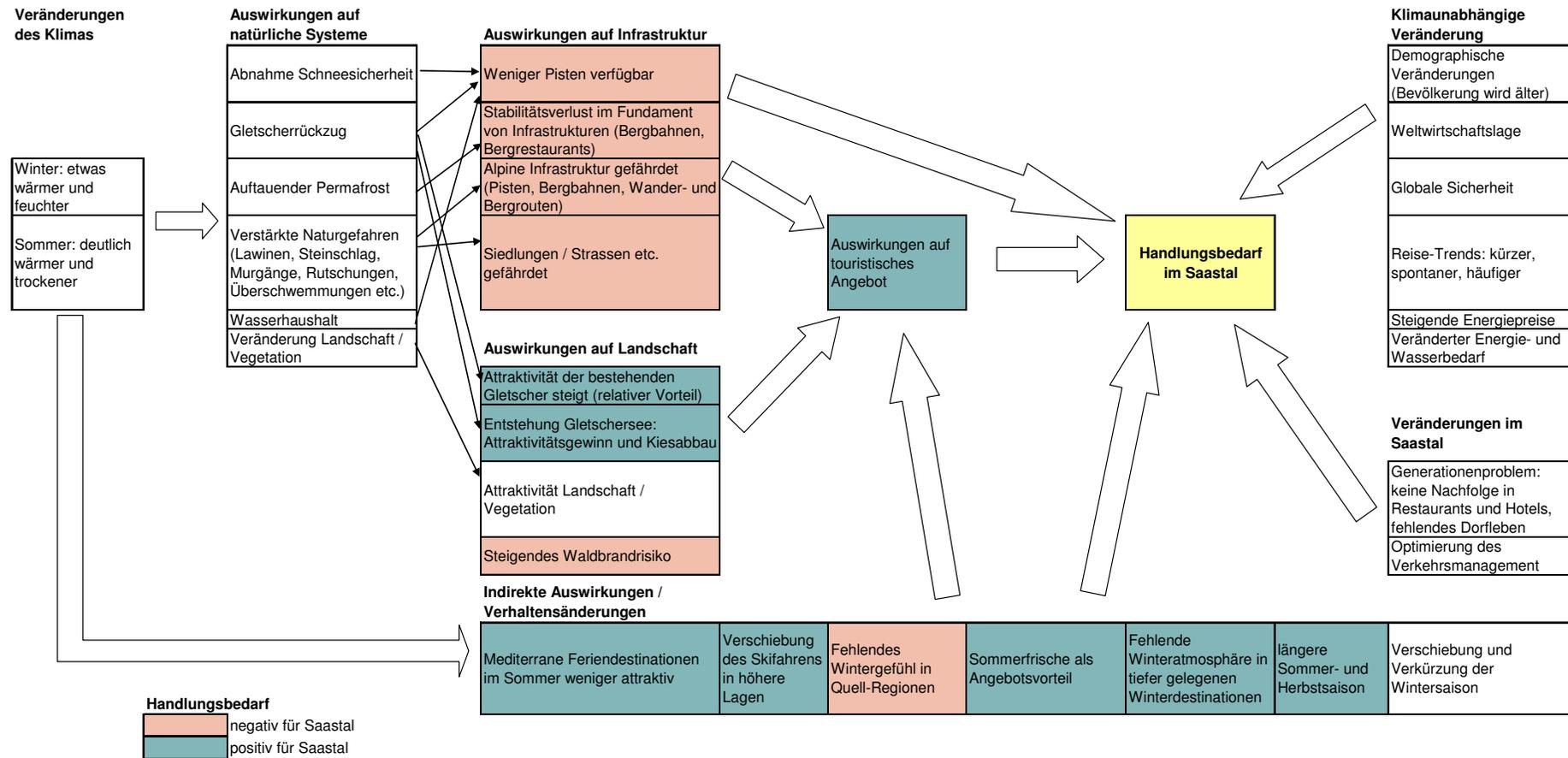
Das vorliegende Kapitel zeigt auf, wo aufgrund der erwarteten klimatischen Auswirkungen im Saastal Handlungsbedarf für den Tourismus besteht. In einem ersten Schritt werden die bisherigen Ergebnisse in einem Wirkungsmodell dargestellt und dabei der Handlungsbedarf hergeleitet. Im Weiteren werden die Resultate aus den Interviews zum Handlungsbedarf dokumentiert. Schliesslich werden die relevanten Punkte mit Handlungsbedarf im Fazit zusammengefasst.

### **7.5.1 Wirkungsmodell**

Aufgrund der Ergebnisse im vorhergehenden Kapitel wurde nachfolgendes Wirkungsmodell hergeleitet. Es zeigt den Zusammenhang zwischen Klimaänderung, deren Auswirkungen auf den Tourismussektor und den sich daraus ergebenden Handlungsbedarf im Saastal aufgrund klimabedingter und klimaunabhängiger Faktoren.

Das Wirkungsmodell ist als Gedankenstütze resp. Hilfsinstrument gedacht. Es erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit bezüglich Wirkungszusammenhänge oder Einflussfaktoren.

«Wirkungsmodell Tourismus»



Figur 20: Wirkungsmodell zur Herleitung des Handlungsbedarfs im Tourismussektor.

Obiges Wirkungsmodell zeigt den Einfluss der Klimaänderung auf die natürlichen Systeme und deren Auswirkungen auf Infrastruktur und Landschaft im Saastal. Diese wiederum haben Auswirkungen auf das touristische Angebot. Ebenfalls sind Folgen der Klimaänderung aufgezeigt, die indirekte Auswirkungen auf den Tourismussektor haben, wie beispielsweise die allgemein stattfindende Verschiebung des Skitourismus in höhere Lagen oder der Attraktivitätsgewinn hoher Destinationen durch das Angebot von Sommerfrische. Alle diese klimatischen Auswirkungen erzeugen schliesslich Handlungsbedarf im Saastal.

Die farbig markierten Boxen stufen wir als so relevant ein, dass sie in irgendeiner Weise Handlungsbedarf bedingen. Die blau eingefärbten Boxen wirken sich positiv für das Saastal aus und können als Chancen gesehen werden. Die rot eingefärbten Boxen sind Gefahren oder Risiken.

Ebenfalls eingezeichnet sind weitere relevante Einflussfaktoren, die auf den Tourismussektor einwirken, teilweise stärker als die Klimaänderung selbst. Aber auch diese klimaunabhängigen Veränderungen erzeugen Handlungsbedarf.

Alle aufgezeigten Zusammenhänge beziehen sich einzig auf den Tourismussektor, zahlreiche weitere Zusammenhänge aus anderen Bereichen sind nicht berücksichtigt. Das Wirkungsmodell ist aber auch für den Tourismussektor nicht vollständig und abschliessend. Es gibt jedoch erste Hinweise auf relevante Zusammenhänge und versucht die verschiedenen Einflüsse zu ordnen. Es zeigt insbesondere, welches die relevanten Auswirkungen der Klimaänderung sind, die im Tourismusbereich Handlungsbedarf generieren.

### **7.5.2 Ergebnisse der Interviews**

Auch in den mit lokalen Stakeholdern geführten Interviews (vgl. Kapitel 7.4.1) wurde gefragt, wo sich aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels Handlungsbedarf ergibt. Die Antworten sind in der folgenden Tabelle beispielhaft aufgeführt.

Auswirkungen	Genannter Handlungsbedarf in den Interviews
<b>Auswirkungen auf Infrastruktur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Ausbauen von Brücken etc. beim Gletscher nötig</li> <li>— Ev. wird Beschneigung von Gletscherpisten nötig.</li> <li>— Sicherheit der Wanderwege muss gewährleistet werden, Kontrolle nötig.</li> <li>— Fundament der Bergstation Mittelallalin muss erneuert werden (wegen auftauendem Permafrost)</li> </ul>
<b>Auswirkungen auf touristisches Angebot</b>	<p>Sommerskifahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Sommerskifahren könnte mittelfristig gefährdet sein. Daraus würde sich ein Handlungsbedarf ergeben, da Relevanz Sommerskifahren sehr hoch ist.</li> <li>— Sommerskifahren soll in höhere Lagen ausgeweitet werden.</li> <li>— Verstärkte Vermarktung: Neben Saas-Fee gibt es nur noch Zermatt mit einem ähnlichen Angebot.</li> </ul> <hr/> <p>Sommerangebote:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Im Sommer muss Angebot ergänzt werden, um zusätzliche Touristen anzulocken, da Konkurrenz im Sommer gross ist.</li> </ul> <hr/> <p>Eispavillon ist aufgrund der Temperaturzunahme gefährdet</p> <hr/> <p>«Schlitteln»:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Zu wenig Schnee auf Schlittelwegen. Ev. muss hier künstlich beschneit werden -&gt; Frage der Wirtschaftlichkeit.</li> </ul> <hr/> <p>Bergsteigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Neue Bergtouren müssen gefunden werden, wegen auftauendem Permafrost oder Stein-schlag.</li> <li>— Neue Hüttenzustiege müssen gefunden werden, wenn die bestehenden zu gefährlich werden.</li> </ul> <hr/> <p>Gletscher:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Ausbauen des Gletscher-Erlebnis im Sommer (Bahn auf Längfluh auch im Sommer in Betrieb nehmen, um so Gletscher erleben zu können)</li> <li>— Gletschererlebnis wird auf die Längfluh verlegt.</li> <li>— Bessere Vermarktung vom Gletscher und Ausweitung des Angebotes über Gletscher (Lehrpfade, Inszenierung, etc. – vgl. Aletschgletscher)</li> </ul> <hr/> <p>Wasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Thema «Wasser» könnte ein spannendes Positionierungsmerkmal sein (Gletscher, Schnee, Seen, Fluss etc.).</li> </ul>
<b>Klimaunabhängige Veränderungen</b>	<p>Allgemeine Trends:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Trend: All-inclusiv- Segment</li> <li>— Tarife anpassen in Zwischensaisons (günstigere Tarife), um Zwischensaison attraktiver zu machen.</li> <li>— Naturtourismus</li> </ul> <hr/> <p>Konzessionen für Bergbahnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Saas-Grund: Konzessionen laufen im Jahr 2016 und 2025 aus. Ersatz geplant im Rahmen der bestehenden Anlagen. Vorher fallen keine grossen Investitionen an.</li> <li>— Saas-Fee: erster Ersatz geplant im 2011 (Spielboden-Längfluh), weitere Konzessionen laufen 2018 (Ersatz der Bahn Hannig nötig), 2019, 2024, 2025, 2026 und 2034 aus.</li> <li>— Saas-Almagell: Konzessionen laufen 2014 und 2017 aus. Bis dahin fallen keine Neuerungen/ Investitionen an.</li> </ul>

Tabelle 25: Erste Ansätze zu Handlungsbedarf, Beispiele aus den Interviews.

### 7.5.3 Bewertung des Handlungsbedarfs

Aufgrund des Wirkungsmodells und der Resultate der Interviews mit lokalen Stakeholdern kann der Handlungsbedarf hergeleitet werden. Dieser wird nach den Kriterien Dringlichkeit und Wichtigkeit priorisiert (vgl. folgende Tabelle). Als grösster Handlungsbedarf wird das touristische Angebot gesehen, gefolgt von Handlungsbedarf resultierend aus indirekten Auswirkungen (Verhaltensänderungen), alpiner Infrastruktur und Siedlung /

Infrastruktur. Als kleinster Handlungsbedarf wird der Bereich Landschaftsveränderungen gesehen.

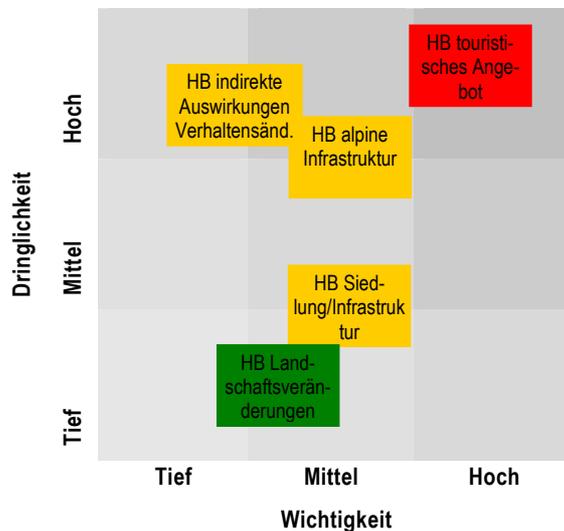


Tabelle 26: Bewertung des im Teilprojekt Tourismus ausgewiesenen Handlungsbedarfs (HB) nach den beiden Kriterien Dringlichkeit und Wichtigkeit.

Grüne Felder = Handlungsbedarf klein; orange Felder = Handlungsbedarf mittel; rote Felder = Handlungsbedarf gross.

#### 7.5.4 Fazit

Es zeigt sich, dass aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels in den folgenden Punkten für das Saastal Handlungsbedarf besteht:

##### **Grosser Handlungsbedarf**

- **Handlungsbedarf betreffend touristischem Angebot:** Oben aufgeführte Auswirkungen auf Infrastruktur und Landschaft sowie die indirekten Auswirkungen werden auch das touristische Angebot im Saastal beeinflussen und Handlungsbedarf erzeugen. Durch geeignete Handlungsoptionen können die sich ergebenden Chancen genutzt und allfällige Gefahren abgewendet werden.

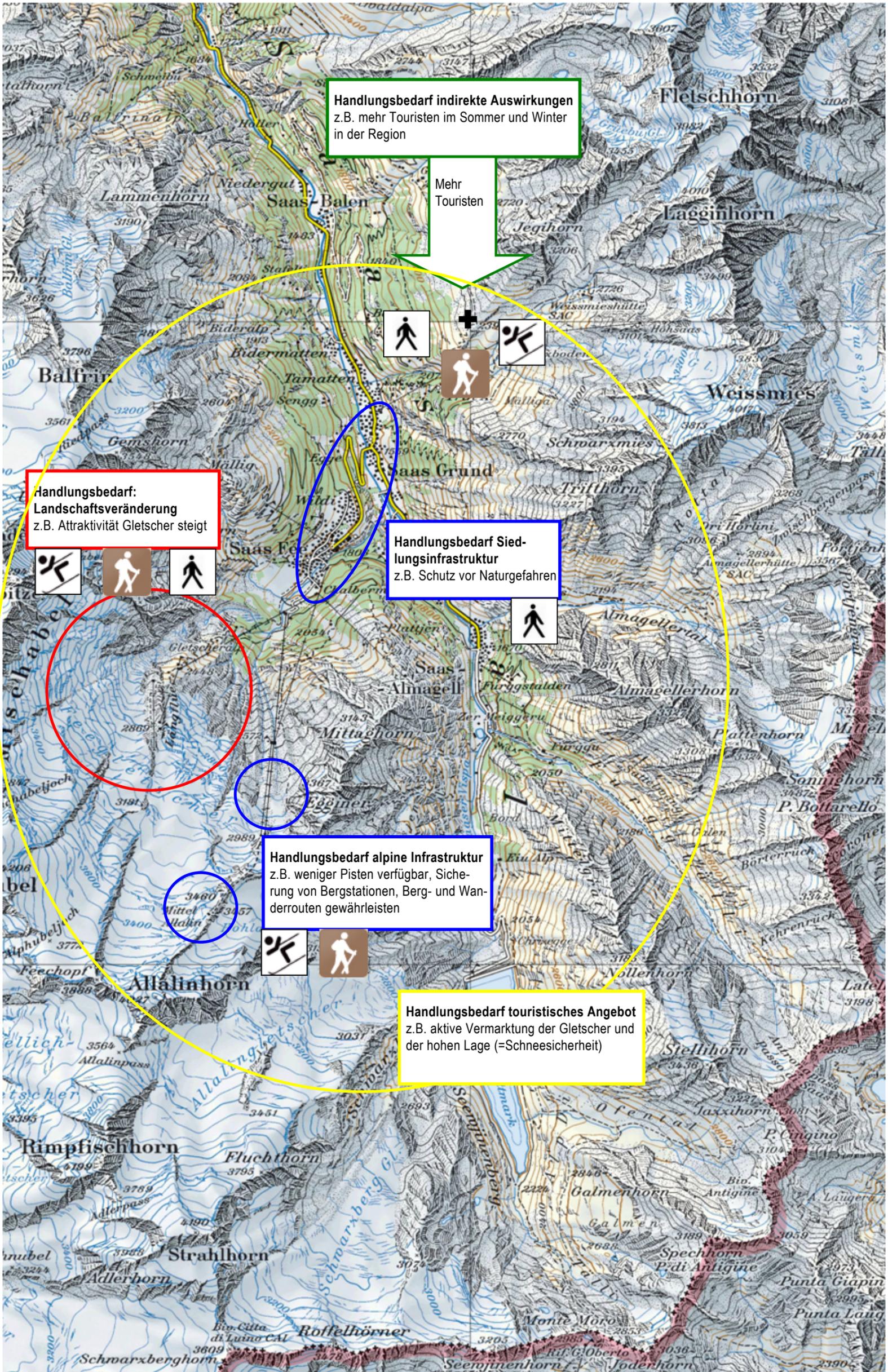
##### **Mittlerer Handlungsbedarf**

- **Handlungsbedarf im Bereich Infrastruktur:** Auswirkungen auf die Infrastruktur beziehen sich auf die alpine Infrastruktur (Bergbahnen, Bergrestaurants, Pisten, Berg- und Wanderrouten etc.) sowie die Siedlungsinfrastruktur (Siedlung, Strassen, öffentliche Anlagen etc.). Im Zentrum des Handlungsbedarfs steht, dort wo Infrastrukturen gefährdet sind, weiterhin die Sicherheit der Menschen zu gewährleisten.
- **Handlungsbedarf aufgrund indirekter Auswirkungen und Verhaltensänderungen:** Das Wirkungsmodell zeigt, dass hier mit diversen Einflüssen und Trends zu

rechnen ist, die sich für das Saastal vorwiegend positiv auswirken könnten. Diese sich ergebenden Chancen gilt es über attraktive Angebote zu nutzen.

### ***Kleiner Handlungsbedarf***

- **Handlungsbedarf im Bereich Landschaft:** Durch die Klimaänderung wird sich die Landschaft verändern. Einerseits wird sich der Gletscher verändern (Rückzug, Seenbildung etc.). Andererseits werden sich neue Arten und Lebensgemeinschaften etablieren, welche die Attraktivität der Landschaft beeinflussen. Für den Tourismus sind diese Entwicklungen voraussichtlich nicht negativ. Das Risiko für Waldbrände wird steigen. Für den Tourismus wird es relevant sein, die Chancen dieser Veränderungen (insbesondere bezüglich Gletscher) zu nutzen und selbst einen Beitrag zum Erhalt der Attraktivität der Landschaft zu leisten.



Figur 21: Wichtigste Bereiche mit Handlungsbedarf im Saastal, Teilprojekt Tourismus.

## 7.6 Handlungsoptionen im Bereich Tourismus

Für die im Kapitel 7.5 hergeleiteten Bereiche mit Handlungsbedarf werden im folgenden Kapitel Handlungsoptionen erarbeitet. Wir konzentrieren uns dabei auf die Handlungsoptionen für das touristische Angebot. Sie stehen im Zentrum der touristischen Anpassungsoptionen und bieten die meisten Möglichkeiten, auf Veränderungen und neue Rahmenbedingungen zu reagieren. Weitere Handlungsoptionen im Bereich Infrastruktur und Landschaft werden nur kurz angesprochen.

### 7.6.1 Erkenntnisse aus der Destinationsstrategie Saas-Fee/Saastal 2011-2015

Die 2010 neu erarbeitete Destinationsstrategie von Saas-Fee/Saastal zeigt die künftigen Stossrichtungen der Destination auf, welche die Entwicklung der Destination in den nächsten Jahren prägen werden. Die Handlungsoptionen in den nachfolgenden Kapiteln bauen auf den Erkenntnissen aus der Destinationsstrategie auf und erweitern die bestehenden Ziele durch zusätzliche Aspekte, die im Rahmen der vorliegenden Studie gewonnen werden konnten.

Zentrales Element der neuen Destinationsstrategie 2011-2015 ist die Positionierung. Darin werden die bedeutendsten Werte verdichtet, die die Destination ausmachen und für die Vermarktung und Wahrnehmung der Destination von grosser Bedeutung sind (vgl. Figur 22). Die einzigartige Gletscherwelt, verbunden mit Schneesicherheit und dem Bergpanorama, bildet ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal für die Destination (1). Gleichzeitig verfügt Saas-Fee/Saastal über eine ausserordentliche Vielfalt an alpinen Ausflugszielen, Adventure- sowie Wanderangeboten (2). Autofreiheit, hochstehende kulinarische Angebote und ein authentischer Bergdorfcharakter bilden die wesentlichen Genussmomente (3). Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Reduktion der Feinstaubbelastung und zur intelligenten Raumordnung fördern die Vorreiterrolle der Destination bezüglich nachhaltiger Entwicklung (4).



Figur 22: Positionierung Saas-Fee/Saastal (Quelle: Destinationsstrategie Saas-Fee/Saastal 2011-2015).

Aufbauend auf der Positionierung wurden zur Erreichung der in der Destinationsstrategie gesetzten Ziele (vgl. z.B. Logiernächteentwicklung Tabelle 24) insgesamt 27 Teilstrategien festgelegt. Diese lassen sich in sieben Handlungsfelder unterteilen und wurden jeweils mit konkreten Massnahmen präzisiert. Folgende Auflistung zeigt die umfassenden Entwicklungsziele für die Destination Saas-Fee/Saastal in den nächsten Jahren.

#### **Allgemeine Infrastruktur fördern (1)**

Sport-/Kultur-Infrastruktur sanieren/ergänzen

Familieninfrastruktur sanieren/ergänzen

#### **Verkehr (ohne Bergbahnen) (2)**

Innerortsverkehrsprobleme lösen - Verkehrsmanagement optimieren

Öffentlicher Zubringer und interkommunaler Verkehr (Skigebietsverbindungen) ausbauen

Begrüssung und Wegleitsysteme verbessern

#### **Bergbahnen (inkl. Bergrestauration) (3)**

Infrastrukturen am Berg modernisieren

Qualität des Pistenangebots verbessern

Skigebietserweiterungen planen

Zusammenarbeit der Bergbahnen verstärken

Bergrestauration attraktiver ausgestalten

Tarif- und Fahrplanpolitik überprüfen

Nachhaltigkeit sowie Servicebereitschaft verbessern

#### **Beherbergung/Gastgewerbe (4)**

Qualität der Beherbergungs- und Gastrobetriebe verbessern

Quantitative Entwicklung der Hotellerie (auch hybride Formen) vorantreiben

Wirtschaftlichkeit der Hotellerie verbessern

Parahotellerie in der Destination stärken

#### **Gesamtatmosphäre, Attraktionen, Events (5)**

Gesamtatmosphäre verbessern

Kultur-, Bildungs- und Shopping-Angebote schaffen

Events attraktiv gestalten und weiterentwickeln

Genussmomente in Ort und Umgebung schaffen

#### **Nachhaltigkeit, Energie, Umwelt, Politik (6)**

Nachhaltigkeit fördern

Tourismuspolitische Aufgaben wahrnehmen

NRP-Projekte lancieren

#### **Marketing und Kooperationsstrukturen (7)**

Marktauftritt der Destination vereinheitlichen

Marktbearbeitung und Verkaufsaktivitäten intensivieren

Bestehende Organisationsstrukturen optimieren und konsolidieren

Tourismusbewusstsein fördern

Tabelle 27: Umfassende Entwicklungsziele für die Region Saastal gemäss Destinationsstrategie.

Für die im Kapitel 7.5 hergeleiteten Bereiche mit Handlungsbedarf werden im folgenden Kapitel Handlungsoptionen erarbeitet. Diese ergänzen die in der Destinationsstrategie verankerten Teilstrategien. Wir konzentrieren uns dabei auf die Handlungsoptionen für das touristische Angebot. Sie stehen im Zentrum der touristischen Anpassungsoptionen und bieten die meisten Möglichkeiten auf Veränderungen und neue Rahmenbedingungen zu reagieren. Weitere Handlungsoptionen im Bereich Infrastruktur und Landschaft werden nur kurz angesprochen.

### 7.6.2 Handlungsoptionen im Bereich Infrastruktur und Landschaft

Zur Gewährleistung der Sicherheit des Menschen vor Naturgefahren sind in erster Priorität **aktuelle Gefahrenkarten für die vier Saaser Gemeinden** für alle relevanten Prozesse zu erstellen. Dazu gehören Lawinen (bereits vorhanden), Gletschergefahren, Murgänge, Sturzgefahren, Hochwassergefahren und die gesamten Rutschprozesse. Nur dadurch kann gewährleistet werden, dass die heute bestehenden Gefahren bekannt sind und präventive Massnahmen - auch im Hinblick auf deren zukünftige Veränderungen - ergriffen werden können. Aus unserer Sicht handelt es sich bei den Gefahrenkarten nicht um eine eigentliche Handlungsoption, sondern um eine Notwendigkeit. Weitere Ausführungen zu den Naturgefahrenkarten finden sich im Kapitel 5 Siedlung/Infrastruktur.

Um die Entwicklung der Siedlung und von weiteren, auch alpinen Infrastrukturanlagen nachhaltig zu regeln, ist die **Landverfügbarkeit für Neubauten mittels raumplanerischer Instrumente** zu definieren. Darin sind auch Regionen mit erhöhtem Gefahrenpotenzial (vgl. Gefahrenkarten) zu berücksichtigen und auszuscheiden.

Im Weiteren empfehlen wir den Auf- und Ausbau eines umfassenden **Monitorings** zur Beobachtung und Überwachung der Naturgefahrensituation. Dadurch kann einerseits Wissen über laufende Prozesse gesammelt und zu Datenreihen zusammengefügt werden. Andererseits kann frühzeitig auf Naturgefahren reagiert werden und es können gegebenenfalls Menschenleben gerettet werden. Neben den «klassischen» Naturgefahren können auch die Waldbrände in das Monitoring aufgenommen und somit laufend beobachtet und überwacht werden.

Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung der gesamten Region Saastal empfehlen wir nicht nur reine Anpassungsmassnahmen, sondern auch **Massnahmen für den Klimaschutz**. Dies können die Vorbildwirkung und Glaubwürdigkeit der Region als gesamtes stärken. Wir sehen hier konkret:

- Die bestehende **Gebäudeinfrastruktur** soll energetisch saniert, Neubauten – wenn immer möglich – im Minergie-Standard gebaut werden. Um nur möglichst wenig neues Land zu verbauen (im Sinne des Ortsbild- und Landschaftsschutzes und um nicht in neuen Gefahrenzonen bauen zu müssen), empfehlen wir bei Bedarf an Gebäuden und Raum möglichst bestehende Bausubstanz zu erneuern und auszubauen.
- Im Weiteren empfehlen wir – wo immer möglich – **Wasser- und Energiesparmassnahmen** umzusetzen, beispielsweise in der Hotellerie und Restauration, bei der Be-

schneigung oder bei den Bergbahnen. Es kann auch eine Zertifizierung mit einem Nachhaltigkeitslabel angestrebt werden.

Unter **landschaftlichen Veränderungen** fassen wir vorwiegend Veränderung aufgrund des Gletscherrückzugs zusammen (z.B. Entstehung des Gletschersees) und die Bildung neuer Lebensgemeinschaften. Die meisten dieser Veränderungen können in der Verbindung mit dem Aufbau von geeigneten Angeboten als Chance für den Tourismus genutzt werden.

Der Gletscherrückzug bietet oft die Möglichkeit, Kies und weiteres Baumaterial, welches freigelegt wird, abzubauen. Die Bildung von Gletscherseen sollte beobachtet und überwacht werden, um beispielsweise das Überlaufen des Sees rechtzeitig zu erkennen und entsprechende Massnahmen ergreifen zu können.

### **7.6.3 Handlungsoptionen im Bereich touristisches Angebot, Verhaltensänderungen und indirekte Auswirkungen**

Die Bewertung des Handlungsbedarfs hat gezeigt, dass im Bereich «touristisches Angebot» der grösste Handlungsbedarf besteht. Die Verhaltensänderungen und indirekten Auswirkungen sind eng mit dem touristischen Angebot verknüpft und beeinflussen dieses. In den nachfolgenden Ausführungen werden wir uns deshalb spezifisch auf das touristische Angebot im Saastal beziehen und verschiedene Handlungsoptionen für eine entsprechende Weiterentwicklung aufzeigen. Dazu haben wir best-practice Beispiele aus anderen Tourismusdestinationen analysiert, innovative Ideen für die Zukunft zusammengetragen und auf das Saastal angepasst.

Die Ideen haben wir in drei Clustern zusammengefasst, welche wir nachfolgend präsentieren. Viele der Ideen beziehen sich nicht nur auf die erwarteten Auswirkungen durch den Klimawandel, sondern erlauben es, auch auf andere Veränderungen zu reagieren. Die Cluster beziehen sich auf die Positionierungselemente in der Destinationsstrategie.

#### ***Erlebnisreiches Saastal – Jung und jung geblieben***

Die Optionen in diesem Cluster setzen auf Adventure: Bewegung, Abwechslung, fröhlich und bunt. Es gibt «all-inclusive»-Angebote für Kurzsentschlossene. Das Saastal ist ein grosses Abenteuerland, welches es zu entdecken gilt. Der Berg ist eine Bühne, die ganzjährig bespielt wird – für alle Saisons besteht eine breite Angebotsvielfalt. Es geht ums Abenteuer, unabhängig von Wetter und Klima. Durch die hohe Lage (Skigebiet von 1500 bis 3600 m.ü.M.) kann die Destination Saas-Fee/Saastal hervorragend als schneesichere Winterdestination mit Gletschern positioniert werden (im Gegensatz zu tiefer gelegenen Skigebieten mit abnehmender Schneesicherheit und ohne Gletscher)<sup>16</sup>.

Die Qualität und Preise für dieses Angebot sind eher hoch, die Auslastung soll vor allem mit den Kurzsentschlossenen hoch gehalten werden.

<sup>16</sup> Bei einer allfälligen Umsetzung dieses Clusters ist zu berücksichtigen, dass durch einen Ausbau der Infrastruktur mehr Emissionen entstehen werden, was nicht im Sinne einer umfassenden Klimastrategie ist.

Die ganzjährige alpine Ausflugsvielfalt erfordert eine entsprechende «Adventure-Orientierung» in der Destination. Alle touristischen Akteure arbeiten zusammen, Investoren aus der Sportindustrie sind beteiligt, auch Touristen sind Aktionäre von Infrastrukturanlagen und werden so involviert und an die Region gebunden. Die Konkurrenzfähigkeit wird so erhöht.

Beispielhaft sind folgende Handlungsoptionen in diesem Cluster denkbar:

- Der neue Gletschersee wird genutzt und vermarktet. Z.B. Spektakel auf dem (Gletscher-)See. Ein Teil des Sees dient im Winter als Eisfläche.
- Pisten können im Internet virtuell abgefahren werden und die neusten Sportgeräte können bereits zu Hause getestet werden (virtuell). Der Vorteil der hohen Lage und besseren Schneesicherheit als in tieferen Lagen wird aktiv vermarktet. Der Schneesport wird intensiviert und gefördert.
- Um den Bedürfnissen der Wintersportgäste gerecht zu werden, muss die Infrastruktur ausgebaut werden, insbesondere Hotels und Skianlagen. Die Gebäude sind – wenn immer möglich – im Minergie-Standard zu bauen.
- Sportarten können auch in der Nacht (z.B. Zorbing<sup>17</sup>, Nachtskifahren, Nachtschlitteln) oder übers Internet ausgeübt werden. Die Destination kann so unabhängig vom Wetter und Klima ständig Abenteuermöglichkeiten anbieten.
- Es wird ein Schul- und Ausbildungszentrum für Kinder, Jugendliche und Erwachsene gebaut. Dadurch kann die Schulbildung auch während den Ferien abgedeckt werden. So kann optimal auf das veränderte Reiseverhalten der neuen Gästesegmente reagiert werden (die u.a. auch aus Gründen der Klimaflucht ins Saastal kommen). Kurse für Jugendliche und Erwachsene (z.B. Malen, Kochen, Wellness, Tanzen) bieten einen Ausgleich zu den sportlichen Aktivitäten und können unabhängig von Wetter, Klima und der Saison angeboten werden.
- Ferienlager für Jugendliche, in welchen einerseits aktiv Sportgetrieben wird und andererseits Themen wie nachhaltige Entwicklung und Klimawandel (z.B. am Beispiel des Gletschers) diskutiert werden.
- Wasserstoffbetriebene Pistenfahrzeuge und Fahrzeuge, Shuttelservices und neue Formen der Mobilität (z.B. Schlitten) leisten einen aktiv Beitrag zum Klimaschutz und tragen so zum Image der Region bei.

### ***Saastal – Slow Motion***

Bei diesem Cluster wird auf Entschleunigung, nachhaltige Entwicklung, bewusstes Erleben, Regionalität und Vielfalt gesetzt. Ein wichtiger Punkt ist dabei nicht nur die Anpassung an die Klimaänderung, sondern auch die Verminderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und somit einen Beitrag zum Klimaschutz.

---

<sup>17</sup> Neue Sportart, bei welcher man in einer Kugel den Berg hinunter rollt.

Klimaneutrale Angebote sind selbstverständlich. Nachhaltige Produkte sind chic. Der «Slow Motion» – Lifestyle wird in der Region Saastal produziert und vermarktet. Folgendes sind beispielhafte Handlungsoptionen in diesem Cluster:

- «Slow Village», in welchem Entschleunigung inszeniert wird. Touristische Akteure unterliegen strengen Kriterien betreffend Nachhaltigkeit und Qualität. Mit den Ressourcen wird nachhaltig umgegangen. Dazu gehört neben Energieeffizienz auch die Wassereffizienz in touristischen Anlagen (z.B. Hotels).
- Ökodestination in Kombination mit Genussregion. Positionierung durch lokal produzierte Produkte nach hohen Qualitätsstandards und durch den Aufbau einer regionalen Wertschöpfungskette.
- Künstliche Beschneigung wird möglichst zurückhaltend eingesetzt. Alternative Angebote werden inszeniert. Skifahren wird zum Luxusport, der nur bei günstigen Schneeverhältnissen ausgeübt werden kann.
- «Klimaverträgliche» Softsportarten werden gefördert und vermarktet, wie beispielsweise Pedalofahren, Wandern, Cross-Country-Golfen, Schwimmen im See, etc. Aktive Sportarten sind beispielsweise Zerkleinerung von Holzschnitzeln. Diese Sportarten sind zahlungspflichtig und werden als Erlebnistourismus «back to nature» inszeniert. Das Angebot basiert auf natürlichen Rhythmen und kann so optimal an die Klimaänderung angepasst werden.
- «Lange-Weile» wird aktiv als Anti-Stress-Management gelebt und inszeniert. Beispielsweise durch ein Openair Kino, indem man auf Wolken, die Gletscher oder an die Viertausender schaut mit einem Kräuterlikör in der Hand.
- Die Gemeinden haben zum Ziel, energieautark zu werden (Förderung erneuerbarer Energien wie Wasser, Sonne, Wind, Biomasse und der Energieeffizienz). Aus dem Landwirt wird auch ein Energiewirt, da die Stoffkreisläufe optimal geschlossen werden.
- Bestehende Infrastruktur wird ausgebaut und energetisch optimiert, neue Gebäude werden als Passivhäuser gebaut (nur die allernötigsten Neubauten werden bewilligt).

### ***Saastal – Gesundheit pur***

Als weitere Idee könnte das Saastal auf «Gesundheit pur» setzen. Auch wenn heute diesbezüglich noch wenig Infrastruktur und nur vereinzelte Angebote bestehen, ist eine solche Entwicklung bis 2050 denkbar. Klare Gletscherluft, hohe Lage, viel Sonne, herrliche Berge, die Seele baumeln lassen und dem Körper etwas Gutes tun. Das Saastal wird ein Kurort vor den Folgen der Klimaänderung, wie beispielsweise der Hitze in den Städten (Klimaflucht).

Folgende Angebote können in diesem Cluster ausgestaltet werden:

- Der Gletschersee wird als Kneipp-Oase genutzt. Die neu entstehenden landschaftlichen Veränderungen werden laufend in die touristischen Angebote integriert.
- Ausbau der Sportanlagen (Skifahren, Fussball- und Tennisplätze, Vita-Parcours, Langlaufen, Schwimmen, Fitness, Wellness etc.). Zusätzliche Angebote entstehen, die auch ganzjährig und wetterunabhängig genutzt werden können und die Gesundheit fördern.
- Es werden Anti-Allergie-Oasen in hohen Lagen betrieben. Durch die klimatischen Veränderungen leiden immer mehr Menschen an Allergien, welche in der Höhe gelindert werden können.
- Der Aufbau des Sektors «Medical Wellness» wird gefördert. Dazu gehören Wellness und präventive, gesundheitsfördernde Angebote. Durch die Klimaänderung (z.B. während Hitzewellen oder bei Überschwemmungen) leiden besonders gefährdete Menschen (wie ältere Personen, Kranke und Kleinkinder) stärker – Erholung im hochalpinen Raum wirkt Wunder!
- Aufbau einer Klinik gegen die neue Krankheit «Bore-Out», das Leiden an Langeweile. Die spektakuläre Kulisse im Saastal, die Ruhe und die Natur liefern dazu optimale Voraussetzungen.
- Angebote für kontrollierte Auszeiten werden geschaffen, wie Wellness, Kurzreisen, Verwöhnangebote. Auch im Hinblick auf einen Anstieg der Preise für Flugreisen werden exklusivere Angebote in der Nähe verstärkt nachgefragt werden.

## 8 ExpertInnen-Diskussion der Handlungsoptionen

Eines der übergeordneten Projektziele ist es, Handlungsoptionen für die zukünftige Entwicklung im Saastal zu erarbeiten. Die Handlungsoptionen wurden an einem ganztägigen Workshop in Saas-Fee vom 21. Januar 2011 diskutiert und bewertet. Zu diesem Workshop waren zahlreiche VertreterInnen der Fallstudienregion Saastal, des Kantons Wallis, des Bundes, die Auftraggeber sowie weitere ExpertInnen eingeladen. Es nahmen rund 45 Personen teil. Am Morgen des Workshops wurden die Ergebnisse der vier Teilprojekte präsentiert und diskutiert. Schwerpunkt der Diskussion lag bei den konkreten Handlungsoptionen, welche von den Teilnehmenden nach ihrer Wichtigkeit bewertet und am Nachmittag vertieft diskutiert wurden.

Die Ergebnisse des Workshops werden nachfolgend präsentiert und diskutiert.

### 8.1 Bewertung der Handlungsoptionen nach Wichtigkeit

Die am Workshop von den Teilprojekten präsentierten Handlungsoptionen wurden zusammengefasst und in die vier folgenden Gruppen gegliedert:

- Naturgefahren / Raumplanung
- Wasser- und Energiewirtschaft
- Biodiversität / Waldwirtschaft / Landwirtschaft
- Tourismus

Welche Handlungsoptionen in den vier Gruppen enthalten sind, ist in Tabelle 28 ersichtlich.

Am Workshop wurden alle Teilnehmenden gebeten, mittels vier Punkten die Wichtigkeit der einzelnen Handlungsoptionen zu bewerten. Die Fragestellung lautete:

***Welches sind die wichtigsten Handlungsoptionen in Bezug auf die Entwicklungsperspektiven im Saastal unter veränderten Klimabedingungen?***

Die Punkte wurden verteilt über alle vier Gruppen bzw. alle 25 Handlungsoptionen geklebt, wobei von einer Person maximal 2 Punkte für die gleiche Option geklebt werden durften. Das Ergebnis dieser Bewertung wird in folgender Tabelle dargestellt. Dabei sind die Handlungsoptionen neu nach ihrer Wichtigkeit geordnet. Es gilt zu beachten, dass die Bewertung der Handlungsoptionen durch die am Workshop teilnehmenden Personen vorgenommen wurde. Eine andere Zusammensetzung der Teilnehmenden hätte möglicherweise ein anderes Bild der Priorisierung ergeben.

Handlungsoption	Anzahl vergebene Punkte
<b>Bereich Naturgefahren / Raumplanung</b>	<b>34</b>
Beobachtung und Überwachung der Gefahrensituation inkl. Schutzbautenmanagement.	13
Erstellung von integralen, synoptischen Gefahrenkarten für jede der vier Gemeinden als raumplanerische Grundlage. Bei Bedarf: raumplanerische und technische Sicherung von Gefahrengebieten. Erstellung von Gefahrenkarten mit Szenarien der Risikoentwicklung.	12
Erstellung von Ereignisanalysen und Führen eines Ereigniskatasters.	5
Information der Bevölkerung und der Touristen: Kommunikation von neuen oder bestehenden Risiken, von Veränderungen und sich ergebenden Chancen.	2
Optimierung interne Kommunikation und Abläufe unter den lokalen Einsatzkräften im Ereignisfall (Erstellung von Interventionskarten).	2
<b>Bereich Wasser- und Energiewirtschaft</b>	<b>27</b>
Mehrfachnutzung des Wassers, z.B. mittels Turbinierung des Abwassers oder Nutzung von Trinkwasserreservoirs für die Energieerzeugung.	12
Hochwasserschutz: Renaturierungen der Bäche und Instandhaltung der Suonen prüfen.	9
Restwasser: rechtliche Bestimmungen zur Wasserentnahme und zur Restwassersanierung prüfen und an die bereits veränderten und sich zukünftig ändernden Abflussbedingungen anpassen, um angemessene Restwassermengen in Flüssen und Bächen garantieren zu können.	3
Monitoringsystem: Datenlage im Bereich Wasser verbessern.	2
Zusammenschluss der Trinkwassergenossenschaften prüfen.	1
Trinkwasser: Infrastruktur auf Spitzentage ausrichten, Wasserquellen vor Verschmutzung durch Murgänge schützen, Regeln zur Versorgungsbeschränkung erarbeiten.	0
Speichersee: Massnahmen zum Sedimentrückhalt fördern, Regeln zur Stauraumpülung überprüfen.	0
<b>Bereich Biodiversität / Waldwirtschaft / Landwirtschaft</b>	<b>35</b>
Schutzwald fit erhalten: Erhöhung der Baumartenvielfalt, Ersatz der Fichte, Lärchenanteil reduzieren, Lärchenverjüngung	15
Landbewirtschaftung durch extensive landwirtschaftliche Nutzung: zentrale Rolle zur Minderung zukünftiger Klimaschäden.	9
Monitoringsystem für die laufenden Veränderungen aufbauen	5
Versuche der Bepflanzung auftauender Permafrostböden durch Ausbringung von Schnittgut aus geeigneten Vegetationstypen	5
Anpassung der landwirtschaftlichen Strukturen	1
Waldbrandprävention und -schadensminimierung	0
<b>Bereich Tourismus</b>	<b>44</b>
Erlebnisreiches Saastal – jung und jung geblieben: Vermarktung von Gletschern, Bergen, Seen, Sport, Freizeit und Fun das ganze Jahr über.	17
Veränderungen der Landschaft als touristische Chancen wahrnehmen und nutzen (z.B. neu entstehende Gletscherseen).	10
Sicherheit vor Naturgefahren (Gefahrenkarten, Verbauungen, Zufahrtsstrasse etc.)	7
Saastal – Slow Motion: Regionale Produkte, erneuerbare Energie und Ressourcenschonung; Genuss, Zeit und Sinne als Luxusgüter.	6
Wasser- und Energiesparmassnahmen in der Hotellerie, bei der Beschneigung, bei den Bergbahnen etc. Zertifizierung mit einem Nachhaltigkeitslabel.	2
Bestehende Gebäudeinfrastruktur wird ausgebaut, erneuert und energetisch saniert. Neubauten im Minergie-Standard und nur wo keine Verdichtung bzw. kein Ausbau möglich ist.	2
Saastal – Gesundheit pur: Wellness, Bewegung, Sport, Anti-Aging, Anti-Allergie, Körper und Seele als Einheit.	0

Tabelle 28: Die von den Workshop-Teilnehmenden bewerteten Handlungsoptionen eingeteilt in den vier Gruppen und geordnet nach den am höchsten bewerteten Optionen innerhalb der Gruppe. Die Handlungsoptionen wurden nach folgender Frage bewertet: *Welches sind die wichtigsten Handlungsoptionen in Bezug auf die Entwicklungsperspektiven im Saastal unter veränderten Klimabedingungen?* Jeder Teilnehmende konnte 4 Punkte verteilen.

Die Gesamtübersicht der bewerteten Handlungsoptionen in Tabelle 28 zeigt, dass der Bereich Tourismus mit 44 Punkten (entspricht knapp einem Drittel aller geklebten Punkte) am höchsten bewertet wurde. An zweiter Stelle folgt der Bereich Biodiversität / Waldwirtschaft / Landwirtschaft mit 35 Punkten (25% aller Punkte), dicht gefolgt vom Bereich Naturgefahren / Raumplanung mit 34 Punkten (24%). Der Bereich Wasser- und Energiewirtschaft weist mit 27 am wenigsten Punkte auf (19%). Die Gesamtübersicht zeigt, dass alle vier Bereiche Handlungsoptionen enthalten, welche die Workshop-Teilnehmenden als wichtig erachten.

Absolut gesehen wurde die Option «Erlebnisreiches Saastal: jung und jung geblieben» am häufigsten gewählt (17 Punkte). Am zweit häufigsten wurde die Option «Schutzwald fit erhalten: Erhöhung der Baumartenvielfalt, Ersatz der Fichte, Lärchenanteil reduzieren, Lärchenverjüngung» gewählt (15 Punkte), gefolgt von «Beobachtung und Überwachung der Gefahrensituation inkl. Schutzbautenmanagement» (13 Punkte). An vierter Stelle folgen die beiden Handlungsoptionen «Erstellung von integralen, synoptischen Gefahrenkarten für jede der vier Gemeinden als raumplanerische Grundlage» und «Mehrfachnutzung des Wassers, z.B. mittels Turbinierung des Abwassers oder Nutzung von Trinkwasserreservoirs für die Energieerzeugung» (je 12 Punkte). Somit ist aus jeder der vier Gruppen eine Handlungsoption unter den vier am höchsten bewerteten. Dies zeigt, dass für die Teilnehmenden die wichtigsten Handlungsoptionen in allen vier Bereichen zu finden sind.

## 8.2 Diskussion der Handlungsoptionen und Ergebnisse des Workshops

Am Nachmittag des Workshops wurden die am höchsten bewerteten Handlungsoptionen pro Gruppe diskutiert. Die am Workshop teilnehmenden Personen konnten frei wählen, an welcher Gruppendiskussion sie teilnehmen wollten. Pro diskutierter Handlungsoption standen folgende Fragen im Zentrum:

- ***Wer müsste für die Umsetzung die Federführung übernehmen?***
- ***Welches sind Schlüsselfaktoren für die erfolgreiche Umsetzung?***
- ***Welche Probleme/Schwierigkeiten/Hürden sind bei der Umsetzung zu erwarten?***
- ***Wer oder was profitiert sonst noch von der Massnahme?***

Die Resultate aus diesen Diskussionen werden im Folgenden aufgeführt.

## 8.2.1 Ergebnisse der Gruppe Wasser- und Energiewirtschaft

### Mehrfachnutzung von Wasser

- **Federführung:** Gesetzgeber (Bund/Kanton), Kanton (vergift Konzessionen), Kraftwerke (= Gemeinde), Bergbahnen (Speicherseen für technische Beschneigung).
- **Schlüsselfaktoren:** Wertschöpfungssteigerung, Pumpspeicherkraftwerk (Mattmark), Überwachung der Bauten und Wasserfassungen.
- **Schwierigkeiten:** Richtlinien für Restwasser, negative Auswirkungen auf Natur und Landschaft bei zu geringen Restwassermengen.
- **Synergien:** Schutz und Nutzung (z.B. Hochwasserschutz und Beschneigung und Turbinierung) müssen gemeinsam gewährleistet werden, Abwasser soll turbiniert werden.

### Hochwasserschutz

- **Federführung:** Gesetzgeber (Bund/Kanton), Kraftwerke (= Gemeinde), Versicherungen.
- **Schlüsselfaktoren:** Suonen führen Oberflächenwasser ab und können so Überschwemmungen verhindern; Speicherseen (z.B. Mattmark) spielen für Hochwasserschutz wichtige Rolle; besseres Messnetz sollte vorhanden sein; Landwirtschaft (spielt potentiell bei Hochwasserschutz wichtige Rolle, vgl. Suonen).
- **Schwierigkeiten:** Früherkennung könnte verbessert werden; flächendeckende Gefahrenkarten fehlen; Bewusstsein für Bedeutung der Suonen ist wenig ausgeprägt.
- **Synergien:** mit Landwirtschaft, mit Revitalisierung, mit Freizeit und Naherholung.

### Restwasser

- **Federführung:** Gesetzgeber (Bund/Kanton).
- **Schlüsselfaktoren:** Natur und Landschaft benötigen Restwasser.
- **Schwierigkeiten:** Gesetzgebung wird nicht immer eingehalten; zu geringe Restwassermengen können negative Auswirkung auf Natur und Landschaft, Fischerei, Tourismus und Erholung haben; die Verpflichtung Restwasser fließen zu lassen gefährdet die Wertschöpfung der Kraftwerke.
- **Synergien:** mit Natur und Landschaft, Fischerei, Freizeit und Naherholung.

### Monitoring im Bereich Wasser

- **Federführung:** Kanton, Gemeinde, Abwasserreinigungsanlagen (z.B. erhebt ARA Saastal seit 1989 Abwassermengen), Trinkwassergenossenschaften.
- **Schlüsselfaktoren:** Statistik aufbauen; Wasser sollte nicht vor Zähler abgezapft werden dürfen.

- **Schwierigkeiten:** keine Messung von Quellwasser, keine Informationen über Trinkwasser- oder Wasserverbrauch der Landwirtschaft vorhanden.

### Zusammenschluss der Trinkwassergenossenschaften

- **Federführung:** Gemeinde (v.a. Saas-Grund).
- **Schlüsselfaktoren:** Übergemeindliche Zusammenarbeit bei der Wasserversorgung ist zu verbessern, um potentielle zukünftige Wasserprobleme zu lösen.
- **Schwierigkeiten:** Fusion von Trinkwassergenossenschaften ist umstritten.

### Fazit

- Die beiden Handlungsoptionen «Mehrfachnutzung von Wasser (auch Abwasser)» und «Hochwasserschutz» werden von den Workshop-Teilnehmenden deutlich am wichtigsten eingestuft.
- «Monitoring» im Bereich Wasser wird von den Teilnehmenden nicht als essentiell betrachtet, da ihnen genügend Informationen über den Wasserverbrauch zur Verfügung stehen, um ihre Arbeit (z.B. Rechnungen an Haushalte stellen) zu erledigen.
- Potentielle oder bereits bestehende Nutzungskonflikte (z.B. im Bereich Restwasser) wurden während des Workshops kaum thematisiert.
- Die Federführung zur Umsetzung der besprochenen Handlungsoptionen liegt meist bei mehreren Parteien auf unterschiedlichen Ebenen (z.B. Gemeinde, Kanton und Bund). Dies erfordert die Koordination und Kooperation der verschiedenen Parteien.

## 8.2.2 Ergebnisse der Gruppe Naturgefahren / Raumplanung

### Allgemeine Rückmeldungen

Bevor mit der Diskussion zu den Handlungsoptionen gestartet wurde, bestand die Möglichkeit, allgemeine Rückmeldungen zu geben. Folgende Rückmeldungen wurden aufgenommen:

- 1 Das Saastal ist sicher – die Naturgefahrensituation wird sehr gut überwacht und wo nötig werden Schutzmassnahmen ergriffen.
- 2 Die Gefahrenkarten sind in Erstellung und bis Ende 2012 verfügbar. Dies soll im Bericht erwähnt werden.
- 3 Der Zugang zum Saastal ist sehr relevant: Die Korridorplanung des Kantons ergab über 70 relevante Gefahrenstellen. Dies soll in dem Bericht erwähnt werden.
- 4 Die Gefahren entwickeln und verändern sich häufig langsam, d.h. es besteht Zeit für die Anpassung. Es soll nicht der Eindruck erweckt werden, dass ein akuter Bedarf bestünde.

### **Diskussion der am wichtigsten bewerteten Handlungsoptionen**

#### **Beobachtung / Überwachung der Gefahrensituation inkl. Schutzbautenmanagement**

Vergleiche auch Nr. 1 der allgemeinen Rückmeldung.

- **Federführung:** Die Federführung liegt im Naturgefahrenbereich grundsätzlich bei den Gemeinden. Der Vertreter des Kantons würde es begrüßen, wenn die Aktivitäten im Saastal gemeindeübergreifend koordiniert würden. Diesbezüglich wird die Idee der Schaffung eines Sicherheitsrates, der dem Talrat untersteht, diskutiert. Mit der heute schon bestehenden Organisation ist eine erste Voraussetzung für einen Sicherheitsrat geschaffen.
- **Schlüsselfaktoren:** Werden die Gemeinden bereit sein, dem Talrat bzw. dem Sicherheitsrat gewisse Kompetenzen abzugeben, so dass ein Sicherheitsrat handlungs- und entscheidungsfähig sein wird?
- **Schwierigkeiten:** Bisher laufen die Aktivitäten des Talrates meist neben den sonstigen Aktivitäten in den Gemeinden und der Region; die Entscheidungen werden schlussendlich meist in den einzelnen Gemeinden getroffen.
- **Synergien:** Die Schaffung eines Sicherheitsrats für das gesamte Tal könnte zu bedeutenden Synergien führen (gemeinsames Risikomanagement, gemeinsame Datenerfassung und Auswertung, gemeinsame Kommunikation betreffend Naturgefahren und Klimawandel, eine Anlaufstelle für den Kanton, die Bevölkerung und die Unternehmen des öffentlichen Verkehrs, gemeinsame Verdichtung des Monitorings und Koordination von Forschungsaktivitäten, etc.).

#### **Fertigstellung der Gefahrenkarten für jede der vier Gemeinden**

Vergleiche auch Nr. 2 der allgemeinen Rückmeldung. Es wird dafür plädiert, dass diese Handlungsoption nicht mehr als eine der wichtigen angeschaut wird.

- **Federführung:** vgl. Handlungsoption 1 (Beobachtung / Überwachung). Die Erstellung der Gefahrenkarten ist vom Bund vorgegeben und wird zurzeit durch den Kanton fertig gestellt. Die Übernahme der Gefahrenkarten in die BZO ist Sache der Gemeinde.
- **Schlüsselfaktoren:** Die Kommunikation der Gefahrenkarten an die BewohnerInnen ist ein Schlüsselfaktor. Die Teilnehmenden empfehlen, dass die Karten öffentlich aufgelegt werden, sobald diese vorhanden sind.
- **Schwierigkeiten:** Die Umsetzung der Gefahrenkarten in der BZO kann schwierig werden, weil oft Eigentum tangiert wird.
- **Synergien:** Die Gefahrenkarten sind die Grundlage für das Risikomanagement.

## Erstellen von Szenarien der Risikoentwicklung

Grundsätzlich wird die gleiche Rückmeldung wie zur Handlungsoption 2 gegeben. Das Berechnen von langfristigen Szenarien wird aber nicht als sehr dringlich und wichtig eingestuft.

## Erstellung von Ereignisanalysen

Vergleiche auch Nr. 1 der allgemeinen Rückmeldung. Es wird dafür plädiert, dass die Handlungsoption in «Weiterführung von Ereignisanalysen» umbenannt wird.

- **Federführung:** vgl. Handlungsoption 1 (Beobachtung / Überwachung).
- **Schlüsselfaktoren:** Für die Brauchbarkeit der Ereignisanalysen ist es zentral, dass diese einfach zugänglich sind. Ebenso müssen alle entscheidenden Parameter für die Bestimmung der auslösenden Faktoren und auch für die Möglichkeit von Rückschlüssen auf die Klimaänderung erhoben werden. In der Zusammenführung und Verfügbarmachung aller relevanten Daten wird noch ein Handlungsbedarf gesehen. Allenfalls müssten zukünftig auch weitere Parameter erfasst und ein engeres Messnetz installiert werden. Doch dafür besteht genügend Zeit.
- **Schwierigkeiten:** Das Wissen über die Naturgefahrenereignisse im Saastal ist sehr gross, aber teilweise stark an Personen gebunden. Gemäss den Anwesenden gibt es keine zentrale digitale Erfassung und auch keine breite Aufarbeitung der vergangenen Ereignisse. Das zentrale Zusammenführen der Daten wird deswegen als Schwierigkeit betrachtet.
- **Synergien:** Eine gemeinsame Datenbewirtschaftung würde die einzelnen Gemeinden entlasten. Eine hohe Datenverfügbarkeit und eine professionelle Bewirtschaftung könnten helfen, das Vertrauen in die Sicherheit zu erhöhen. Dies insbesondere dann, wenn in den Alpen aufgrund der Klimaänderung vermehrt Ereignisse vorkommen.

## Information / Kommunikation

- **Federführung:** vgl. Handlungsoption 1 (Beobachtung / Überwachung).
- **Schlüsselfaktoren:** Die Information der Bevölkerung ist sicher ein wichtiger Schlüsselfaktor. Die Anwesenden empfehlen, dass die Gefahrenkarten öffentlich aufgelegt werden, sobald diese vorliegen. Da ein Ereignis dazu führen kann, dass das gesamte Saastal von der Aussenwelt abgeschnitten wird, wurde ein System aufgebaut, mittels dessen über den Radiofunk kommuniziert werden kann.
- **Schwierigkeiten:** Erreichen der Bevölkerung und der Touristen.
- **Synergien:** Eine hohe Datenverfügbarkeit und eine professionelle Bewirtschaftung könnte helfen, das Vertrauen in die Sicherheitsmassnahmen zu erhöhen. Dies insbesondere dann, wenn in den Alpen aufgrund der Klimaänderung vermehrt Ereignisse vorkommen.

### Forschung (wurde nicht bewertet)

- **Federführung:** vgl. Handlungsoption 1 (Beobachtung / Überwachung).
- **Schlüsselfaktoren:** Der Permafrost wird als Schlüsselfaktor für die Forschung angesehen. Einzugsspezifische Untersuchungen könnten helfen, bedrohliche Situationen frühzeitig zu erkennen und zu entschärfen. Auch hier ist eine Koordination für die gesamte Talschaft anzustreben.
- **Schwierigkeiten:** Die Mittel für die Forschung sind begrenzt und es ist zu beachten, dass diesbezüglich schon sehr viel gemacht wird. Der Kanton hat Pilotregionen ernannt, in denen intensiv geforscht wird, d.h. das Saastal muss die ungeklärten Zusammenhänge nicht alle selber erforschen lassen.
- **Synergien:** Die Forschungsaktivitäten könnten wiederum helfen, das Vertrauen in die Sicherheitsmassnahmen zu erhöhen.

### Fazit

Die Aussagen im Bericht des TP Siedlung/Infrastruktur sollen dahingehend ergänzt werden, dass der Schutz vor Naturgefahren im Saastal bereits auf einem hohen Niveau ist und die Gefahrenkarten in Erarbeitung sind. Die vielleicht wichtigsten Empfehlungen des Workshops sind:

- Die Schaffung einer zentralen Anlaufstelle für Naturgefahren für alle vier Gemeinden, eines so genannten Sicherheitsrats, der sämtliche Aktivitäten des Risikomanagements koordinieren und organisieren könnte. Davon versprachen sich alle Teilnehmenden bedeutende Synergien.
- Der Aufbau einer Datenbank, die es ermöglichen soll vergangene Ereignisse im Hinblick auf die zentralen Einflussfaktoren und die wesentlichen Parameter der Klimaerwärmung zu analysieren. Damit könnte erreicht werden, dass gewisse Trends frühzeitig erkannt und angegangen werden.

## 8.2.3 Ergebnisse der Gruppe Biodiversität / Waldwirtschaft / Landwirtschaft

### Schutzwald fit erhalten

- **Federführung:** Dienststelle Wald und Landschaft Kanton Wallis; Revierförster.
- **Schlüsselfaktoren:** Forstwirtschaft und Landwirtschaft haben im Tal an Bedeutung stark verloren, im Vordergrund steht heute der Tourismus. Gepflegt wird heute der naturnahe Waldbau, der durch die Dienststelle Wald und Landschaft des Kantons VS gut betreut wird. Der Schutzwald wird seit 25 Jahren bewirtschaftet. Ziel-Prioritäten: 1. Schutzwald, 2. Holznutzung  
Der Lärchenanteil ist heute zu gross und muss reduziert werden, die Risiken für die Fichte werden in der Gruppe als weniger gravierend eingeschätzt. Eingriffe bei anderen Baumarten sind ev. nötig, neue Baumart(en) müssten aber langsam eingeführt werden.

Die Schutzwaldpflege und -projekte müssen in Zukunft sichergestellt werden, dazu sind Beiträge nötig (Beiträge zurzeit: Bund 11'000 CHF/ha, Kanton 2'500 CHF/ha, Erlös Gemeinde 1'500 CHF/ha).

- **Schwierigkeiten:** Beim Wald ist eine langfristige bis sehr langfristige Optik zentral (Lärchen 100 – 200 Jahre). Früher wurde jährlich (im Winter ca. 3 Wochen pro Jahr) im Wald geholt und Holz gesammelt, heute wird das Holz tendenziell liegen gelassen (was aber tendenziell mehr Käferhabitate ergibt).  
Strategie Waldumbau unklar: Natur sich selbst den Weg suchen lassen → Waldbrandgefahr wird erhöht oder Wälder räumen (Totholz wegräumen) → Finanzierung Waldräumung nicht gewährleistet.  
Falls die Baumpopulation beeinflusst werden soll, ist intensive Pflege notwendig (Wildverbiss).
- **Synergien:** Tourismus und Naturgefahren profitieren von gesunden Schutzwäldern, die Waldbiodiversität wird gewährleistet und die künftige Holznutzung kann gesichert werden.
- **Weiteres:** Bisher gab es im Saastal keine Waldbrände, das Risiko wird aber steigen.

### Landbewirtschaftung durch extensive landwirtschaftliche Nutzung

- **Federführung:** Initiative aus dem Talrat, ev. Initiative von Privaten und von Organisationen
- **Schlüsselfaktoren:** Die künftige Sicherung der Alpbewirtschaftung als Voraussetzung für hohe Biodiversität. Die Wirtschaftlichkeit der Tallandwirtschaft sollte untergeordnete Bedeutung haben, zentral sind ihre landschafts- und biodiversitätserhaltenden Funktionen.
- **Schwierigkeiten:** Der landwirtschaftliche Strukturwandel gefährdet die künftige landwirtschaftliche Bewirtschaftung existenziell, was negative Auswirkungen auf die Biodiversität und das Landschaftsbild haben kann (in den fünfziger Jahren gab es 450 Schafe, 200 Ziegen und 100 Kühe pro Gemeinde im Tal, heute total nur noch 400 Schafe und mehrere Kühe und Ziegen). In Saas-Almagell gibt es nur noch einen Bauern.  
Für die Landwirtschaft ist ein Ökokonzept zu entwickeln, welches ein langfristiges und nachhaltiges Überleben der Landwirtschaft ermöglicht.
- Zentral ist in Zukunft eine Lösung für die Finanzierung der landschafts- und biodiversitätspflegenden Landwirtschaft.
- **Synergien:** Tourismus und Naturgefahren profitieren von funktionierender ökologischer Landwirtschaft.

### Monitoring-System

Im Rahmen eines Ökokonzeptes für die Landwirtschaft aufbauen.

Keine weiteren Diskussionen (Zeitmangel und untergeordnete Priorität).

### Bepflanzung aufgetauter Permafrostböden

Versuche starten: Bepflanzung vollständig aufgetauter Permafrostböden durch Einbringen von Schnittgut aus dem Tal.

Keine weiteren Diskussionen (Zeitmangel und untergeordnete Priorität).

#### Fazit

Die Schutzwaldsicherung ist absolut zentral, aber längerfristig durch den landwirtschaftlichen Strukturwandel gefährdet. Vom Tal werden dafür Beiträge seitens Bund und Kanton erwartet. Die künftige Landwirtschaftspolitik spielt aber auch für den zweiten Punkt mit hoher Priorität (Landbewirtschaftung durch extensive landwirtschaftliche Nutzung) eine zentrale Rolle. Das wirft grundsätzliche Fragen zur Rolle der Landwirtschaft im Tal auf und zu den adäquaten Instrumenten zur Sicherung einer ökologischen Restlandwirtschaft mit einem Auftrag zur Pflege von Landschaft, Biodiversität und Naturgefahrenprävention. Auf diese Fragen müssen zum Teil auf schweizerischer Ebene Antworten gefunden werden.

### 8.2.4 Ergebnisse der Gruppe Tourismus

#### Entwicklung in Richtung: «Erlebnisreiches Saastal – jung und jung geblieben»

- **Federführung:** Die Hauptverantwortung dieser Option liegt bei der Tourismusorganisation (TO). Für die Vermarktung ist der Vorstand der Tourismusorganisation und für die touristischen Angebote sind die Leistungsträgergruppen zuständig.
- **Schlüsselfaktoren:** Professionalität, Bereitschaft zur Veränderung und «3P» (Produkt, Professionalität, Positionierung).
- **Schwierigkeiten:** Mangelnde Bereitschaft («Wollen»), mangelndes touristisches Bewusstsein, Durchhaltewillen, unternehmerisches Risiko, Mentalität des «Nicht-Messen-Wollen» im Saastal.
- **Synergien:** Das ganze Saastal profitiert von einer solchen Positionierung, insbesondere da eine Wertschöpfungsintensivierung stattfindet. Der Gast wird durch neue Angebote profitieren. Durch eine starke Positionierung der Region wird auch der ganze Kanton Wallis profitieren (Wallis Tourismus) und das Image der Schweiz kann positiv beeinflusst werden. Wenn mehr Touristen ins Saastal kommen, wird auch der öffentliche Verkehr einen Nutzen davon tragen. Als weitere Synergie sind hier die Landwirte zu nennen.

#### Veränderungen der Landschaft als Chance (Gletscher)

- **Federführung:** Die Hauptverantwortung dieser Handlungsoption liegt beim Talrat (Gemeinden). Aber auch die TO und das Ökoteam sowie das Forum sollen bei der Umsetzung mitwirken.

- **Schlüsselfaktoren:** Erkennen der Chancen durch die Veränderungen der Landschaft als Schlüsselfaktor. Weitere Schlüsselfaktoren: Kommunikation, Offenlegung der Interessen, raumplanerische Aspekte, Sicherheit von Mensch und Infrastruktur.
- **Schwierigkeiten:** Interessenskonflikte bei der Nutzung von neu entstehenden Veränderungen, Aufbringen der finanziellen Mittel zur Umsetzung.
- **Synergien:** Sensibilisierung der TouristInnen auf Landschaft, Natur, Klimawandel, etc., Vorbildwirkung der Region, Chancen auf Bildung von neuen Allianzen bei gemeinsamen Interessen, Forschung und Wissen über Klimaänderung und Anpassung sowie über die Region.

### Sicherheit vor Naturgefahren

- **Federführung:** Kanton Wallis, in Zusammenarbeit mit den Gemeinden.
- **Schlüsselfaktoren:** Professionelle Überwachung der Gefahrenlage, politische Vertretung des Tals beim Kanton, Flexibilität bei der Umsetzung der nötigen Massnahmen, Resultate dieser Studie «Anpassung an die Klimaänderung».
- **Schwierigkeiten:** Mangelnde Sensibilität bei den Behörden und bei den Gästen, unterschiedliche Interessen der betroffenen Stakeholder, fehlende Mittel.
- **Synergien:** Bevölkerung, Optimierung bestehende Infrastruktur.

### Entwicklung in Richtung: Saastal Slow-Motion

- **Federführung:** Die TO ist federführend, auch die Landwirtschaft, die Gastronomie und das Ökoteam sind für die Umsetzung tragend.
- **Schlüsselfaktoren:** Erkennen der Chance dieser touristischen Angebote. Im Allgemeinen sind hier die gleichen Schlüsselfaktoren zu nennen wie bei der ersten Handlungsoption «Erlebnisreiches Saastal».
- **Schwierigkeiten:** Auch bezüglich Schwierigkeiten gilt das Gleiche wie bei der Handlungsoption «Erlebnisreiches Saastal».
- **Synergien:** Landwirte und regionale Produkte, Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Es besteht eine Synergie zur Promotionskampagne des Saastals «get natural».
- **Weiteres:** Die Kompatibilität dieser Handlungsoption mit der ersten Handlungsoption «Erlebnisreiches Saastal» ist ein Anliegen. Es sollen keine sich widersprechende Optionen erarbeitet werden.

### Fazit

Die beiden Handlungsoptionen betreffend des touristischen Angebots («Erlebnisreiches Saastal» und «Saastal Slow Motion») sollen vereint werden und die Ausgestaltung der beiden Optionen soll kompatibel sein: Neue touristische Angebote sollen Regionalität, Energieeffizienz und Erlebnis vereinen. Wichtige Voraussetzungen für neue touristische

Angebote sind die Bereitschaft für Neues, das Erkennen der Chancen sowie clevere Ideen. Dies gilt auch für das Wahrnehmen der Veränderungen der Landschaft als Chance. Diese betreffen vorderhand die Gletscher, welche vermehrt inszeniert werden und als Wahrzeichen der Region vermarktet werden könnten.

Bei allen bestehenden und neuen touristischen Angeboten steht die Sicherheit von Mensch und Infrastruktur im Vordergrund.

### 8.3 Fazit zum Workshop

Bei der Bewertung der Handlungsoptionen zeigte sich, dass aus jeder der vier Gruppen eine Handlungsoption unter den vier am höchsten bewerteten war. Für die Teilnehmenden sind demnach die wichtigsten Handlungsoptionen in allen vier Bereichen zu finden.

Die wichtigsten Handlungsoptionen gemäss der Priorisierung am Workshop sind folgende:

- «Entwicklung in Richtung: Erlebnisreiches Saastal: jung und jung geblieben» (17 Punkte).
- «Schutzwald fit erhalten: Erhöhung der Baumartenvielfalt, Ersatz der Fichte, Lärchenanteil reduzieren, Lärchenverjüngung» (15 Punkte).
- «Beobachtung und Überwachung der Gefahrensituation inkl. Schutzbautenmanagement» (13 Punkte).
- «Erstellung von integralen, synoptischen Gefahrenkarten für jede der vier Gemeinden als raumplanerische Grundlage» (12 Punkte).
- «Mehrfachnutzung des Wassers, z.B. mittels Turbinierung des Abwassers oder Nutzung von Trinkwasserreservoirs für die Energieerzeugung» (12 Punkte).

Die Federführung zur Umsetzung dieser fünf Handlungsoptionen ist unterschiedlich. Sie liegt bei den Gemeinden (z.B. Beobachtung und Überwachung der Gefahrensituation) oder spezifischen Organisationen (z.B. Erlebnisreiches Saastal bei der Tourismusorganisation), dem Kanton Wallis (z.B. Schutzwald fit halten, Dienststelle Wald und Landschaft) oder teilweise sogar beim Bund (z.B. Mehrfachnutzung des Wassers).

Werden die spezifischen Schlüsselfaktoren und Schwierigkeiten der einzelnen Handlungsoptionen erkannt, kann die Umsetzung effizient und effektiv gestaltet werden. Als übergreifender Schlüsselfaktor aus einigen dieser fünf Optionen, wurde die Information / Kommunikation und der Einbezug der Bevölkerung sowie deren Bereitschaft zur Veränderung genannt.

Aus den Diskussionen zeigte sich auch, dass sich mit allen Handlungsoptionen (und nicht nur bei den fünf am höchsten bewerteten) viele Synergien ergeben. Dies ist ein Hinweis darauf, dass Handlungsoptionen aufgrund der Klimaänderung auch positiv für andere Bereiche bewertet werden können und eine Umsetzung dieser prüfenswert ist.

## 9 Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Forschungsbedarf

In der vorliegenden Studie «Anpassung an die Klimaänderung im Berggebiet – Fallstudie Saastal» wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf das Saastal untersucht und Optionen entwickelt, wie die Region damit umgehen kann.

Das Saastal umfasst die vier Gemeinden Saas-Almagell, Saas-Balen, Saas-Fee und Saas-Grund. Untersucht wurden die Auswirkungen der Klimaänderung auf vier wichtige Bereiche: Wasser, Siedlung/Infrastrukturanlagen, Biodiversität/Ökosystemleistungen und Tourismus. In diesen vier Teilprojekten wurden – basierend auf einheitlichen Klimaszenarien – die Auswirkungen der Klimaänderung beschrieben, der sich daraus ergebende Handlungsbedarf aufgezeigt und schliesslich Handlungsoptionen für die Anpassung an die Klimaänderung erarbeitet. Die Handlungsoptionen wurden an einem Workshop in Saas-Fee mit zahlreichen ExpertInnen diskutiert und bewertet. Basierend auf den Ergebnissen der Teilprojekte sowie den Ergebnissen des Workshops wurden Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung des Saastals, unter Berücksichtigung der klimabedingten Veränderungen, entworfen.

In den drei nachfolgenden Kapiteln fassen wir zuerst die Schlussfolgerungen aus den vier Teilprojekten sowie für das Gesamtprojekt zusammen. Anschliessend geben wir Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung im Saastal ab. Abschliessend beschreiben wir noch offene Fragen und den weiteren Forschungsbedarf.

### 9.1 Schlussfolgerungen

#### 9.1.1 Teilprojekt Wasser

**Auswirkungen des Klimawandels.** Die Analysen zeigen, dass das Saastal auch in Zukunft im nationalen und internationalen Vergleich ein relativ hohes Wasserdargebot haben wird. Die Auswirkungen der Klimaänderung auf den Wasserhaushalt im Saastal sind kurzfristig gering. Oberflächen- und Quellwasser dürften den einzelnen Wassernutzern bis mindestens 2050 genügend zur Verfügung stehen.

Wasserknappheit wird für einzelne Wirtschaftsbereiche erst zum Problem werden, wenn die Gletscher sich soweit zurückgezogen haben, dass die Abflüsse abnehmen. Dies könnte gemäss der verwendeten Modellierung frühestens ab 2050 der Fall sein. Bei gleichzeitig steigendem Nutzungsbedarf können jedoch Konkurrenzsituationen zwischen verschiedenen Verbrauchern und Ökosystemen entstehen. Laufende Studien wie CCHydro und die beginnenden Monitoringaktivitäten von Gemeinde und Kanton zeigen, dass es zukünftig darauf ankommen wird, gute Datengrundlagen zur Verfügung zu haben, um effektive und effiziente Massnahmen der Klimaanpassung ableiten zu können.

**Handlungsbedarf.** Insgesamt wird der Handlungsbedarf im Bereich Wasser als eher klein eingestuft. Vergleichsweise hoch ist der Handlungsbedarf im Tourismus, in der

Siedlungswasserwirtschaft (ohne Tourismus) und hier vor allem bei der Trinkwasserversorgung. In allen Wirtschaftsbereichen wurden bereits Anpassungsmassnahmen umgesetzt oder sind geplant.

Es kann festgehalten werden, dass der Druck auf die Wasserressourcen bedingt durch Klimaänderungen und zunehmende Interessenkonflikte bei steigendem Wasserverbrauch im Saastal mittel- bis langfristig zunehmen wird. Dennoch stossen die kleinräumigen, sektoralen Strukturen der Wasserwirtschaft auch heute schon mitunter an ihre Grenzen. Daher sind Überlegungen, das Wasser integral zu bewirtschaften und ein sogenanntes Einzugsgebietsmanagement einzuführen, auch im Saastal anzustellen. So wird eine effiziente, regional abgestimmte Wasserbewirtschaftung mit klaren Prioritäten ermöglicht (vgl. Wasser-Agenda 21, 2011).

**Handlungsoptionen.** In allen Wirtschaftsbereichen wurden bereits Anpassungsmassnahmen umgesetzt oder sind geplant. Für die einzelnen Wirtschaftsbereiche wird eine Reihe von möglichen Handlungsoptionen aufgezeigt. Alle zukünftigen Aktivitäten im Bereich Wasser sollten sich am Leitbild des Einzugsgebietsmanagement orientieren, um eine integrale Wasserbewirtschaftung zu gewährleisten, die sowohl Schutz- als auch Nutzeninteressen einbezieht. Folgende Handlungsoptionen werden aus Sicht des Teilprojektes Wasser als prioritär betrachtet:

- Monitoringsystem: Datenlage im Bereich Wasser verbessern und auf kantonaler Ebene organisieren.
- Zusammenschluss der Trinkwassergenossenschaften prüfen.
- Trinkwasser: Infrastruktur auf Spitzentage ausrichten, Wasserquellen vor Verschmutzung durch Murgänge schützen, Regeln zur Versorgungsbeschränkung erarbeiten.
- Mehrfachnutzung des Wassers, z.B. mittels Turbinierung des Abwassers oder Nutzung von Trinkwasserreservoirs für die Energieerzeugung.
- Speichersee: Massnahmen zum Sedimentrückhalt fördern, Regeln zur Stauraumspülung überprüfen.
- Restwasser: rechtliche Bestimmungen zur Wasserentnahme und zur Restwassersanierung prüfen und an die bereits veränderten und sich zukünftig ändernden Abflussbedingungen anpassen, um angemessene Restwassermengen in Flüssen und Bächen garantieren zu können.
- Hochwasserschutz: Renaturierung der Bäche und Instandhaltung der Suonen prüfen.

### 9.1.2 Teilprojekt Siedlung / Infrastrukturanlagen

Nach heutigem Wissen ist im Saastal davon auszugehen, dass die Klimaänderung einen Einfluss auf die Naturgefahrensituation hat und langfristig zu einer Zunahme der Risiken führen wird. Die Veränderung der Niederschlagsmuster, die Verschiebung der Permafrostgrenze sowie der Rückzug der Gletscher bzw. das Auftauen von Eiszellen werden

die stärksten direkten Einflüsse auf die Naturgefahrensituation im Saastal haben. Wegen diesen Veränderungen sind in der Tendenz eine erhöhte und intensivere Murgangaktivität, eine Zunahme von Rutschungen und Sturzprozessen sowie vermehrte Extremwittersituationen mit Hochwasser zu erwarten. Die Lawinensituation kann wegen der vielfältigen Einflüsse nicht beurteilt werden.

Aufgrund der Komplexität der einzelnen Prozesse und Gefahrenstellen kann die konkrete Entwicklung von Risiken auf Siedlungen und Infrastrukturen nur mit detaillierten geologischen, geomorphologischen, hydrologischen und glaziologischen Gutachten beurteilt werden. Es bedarf detaillierter Kenntnisse der lokalen Gefahrenstellen. Vermutlich werden einige Gefahrengelände bereits heute durch Prozesse der Klimaerwärmung beeinflusst.

Bei der Beurteilung der Gefahren für das Saastal ist auch der Zugang zum Saastal zu analysieren. Da die Zufahrtsstrasse zum Saastal nicht innerhalb der geographischen Systemgrenze dieser Studie liegt (die vier Gemeinden des Saastals), wurden dazu keine weiteren Analysen durchgeführt.

**Handlungsbedarf.** Das Saastal ist auch ohne Klimaerwärmung bereits mannigfaltigen Naturgefahren ausgesetzt, welchen durch Schutzmassnahmen und andere menschlichen Eingriffe wie z.B. Nutzungsveränderungen begegnet wird. Es ist davon auszugehen, dass die bereits getroffenen Massnahmen auch stärker werdenden Naturgefahrenprozessen standhalten und dass Zeit dafür besteht, die Schutzmassnahmen an veränderte Bedingungen anzupassen. Somit können auf Basis der vorliegenden Studie keine konkreten Indizien für eine zunehmend schwierige Versicherbarkeit der Siedlungen und Infrastrukturen im Saastal abgeleitet werden.

Was aber mit hoher Sicherheit vorausgesagt werden kann, ist, dass die Naturgefahrensituation aufgrund der Klimaänderung in Zukunft genauer und sorgfältiger überwacht werden sollte. Wenn z.B. Starkniederschläge im Saastal stärker als erwartet zunehmen, können grössere Teile der Siedlungen und Infrastrukturanlagen von erhöhten Risiken betroffen sein. Bei einer sehr starken Konzentration von Schneefällen könnten auch die bestehenden Lawinenverbauungen versagen.

**Handlungsoptionen.** Nachfolgend werden die wichtigsten Handlungsoptionen zum Umgang mit dem Einfluss der Klimaänderung aufgezeigt.

- Für eine ganzheitliche Risikobeurteilung ist die Erstellung von aktuellen Naturgefahrenkarten für Lawinen, Gletschergefahren, Murgänge, Sturzgefahren, Hochwassergefahren und für die gesamten Rutschprozesse zentral. Bis Oktober 2010 war für den Prozess Lawinen eine im Siedlungsgebiet flächendeckende Gefahrenkarte vorhanden. Gemäss Informationen des Kantons Wallis, sind die weiteren Gefahrenkarten in Erarbeitung und sollen bis Ende 2012 komplett vorliegen. Für die Optimierung des Prozesses sowie der Zusammenarbeit zwischen Kanton und Gemeinden empfehlen wir, dass sowohl auf Seiten des Kantons als auch der Gemeinden *eine* verantwortliche Ansprechperson bzw. Stelle für sämtliche Naturgefahren definiert wird und dass

diese Stelle sämtliche Aktivitäten koordiniert. Es ist zu überlegen, ob die vier Gemeinden gemeinsam eine verantwortliche Stelle schaffen sollen, da dies zu erheblichen Synergien führen könnte.

- Für die Beobachtung und Überwachung der Gefahrensituation bestehen grundsätzlich verschiedene Handlungsoptionen z.B. durch optische Kontrollen von FachexpertInnen, durch geophysikalische oder fernerkundliche Methoden oder aber durch detaillierte geodätische oder sonstige Messungen. Der Aufbau eines umfassenden, EDV-basierten Mess- und Informationssystems mit einem gezielten Ausbau des bestehenden Messnetzes kann diese Aufgabe erleichtern. Damit Schutzbauten über die geforderte Nutzungsdauer ihre Zuverlässigkeit behalten, ist eine regelmässige Überprüfung im Rahmen von Kontrollgängen oder Überwachungen notwendig.
- Bei den Ereignisanalysen, die allfällige Veränderungen auf einer vergleichbaren und möglichst quantitativen Basis feststellen können, ist das konsequente und umfassende Führen eines Ereigniskatasters (z.B. StorMe) als Handlungsoption zu nennen.

Der Kommunikation von neuen oder bestehenden Risiken sowie von sich verändernden Naturgefahrenprozessen kommt in einem Gebirgstal wie dem Saastal eine erhebliche Bedeutung zu. Eine problemadäquate Informationspolitik der Behörden kann dazu führen, dass sich die Bevölkerung der bestehenden und neuen Gefahren nicht nur bewusst wird, sondern auch bereit ist, zu handeln (z.B. freiwillige Schutzmassnahmen an Gebäuden oder korrektes Verhalten im Falle einer Evakuation).

Zur Kommunikation gehören auch interne Abläufe, die z.B. mit Interventionskarten verbessert werden können. Die lokalen und regionalen Informationskanäle sind verletzlich, da sie oft z.B. an Strassen gebunden sind, die im Ereignisfall auch durch Naturgefahrenereignisse betroffen sein können. Zur Institutionalisierung der Kommunikation kann ein entsprechendes Expertengremium gebildet werden, das die gesamten Aktivitäten bündelt.

### 9.1.3 Teilprojekt Biodiversität

**Auswirkungen des Klimawandels.** Die Arbeiten im Teilprojekt Biodiversität haben gezeigt, dass die höheren Temperaturen – bedingt durch die Klimaänderung – grundsätzlich die Einwanderung und Verbreitung von Arten ermöglichen, denen es bisher im Untersuchungsgebiet zu kalt war. Die höheren Temperaturen und die verlängerte Vegetationszeit führen zu einem erhöhten Wasserverbrauch der Vegetation, wodurch die bereits bestehende Trockenheit in Zukunft zunehmen wird.

Im Wald können die klimatischen Veränderungen zu einer zunehmenden Gefährdung der Fichte an den aktuellen Standorten führen. Dies könnte nach besonders trockenen Jahren zu einem flächigen Zusammenbruch der Fichte führen. Ebenfalls ist eine zunehmende Gefährdung der Lärchen durch den Lärchenborkenkäfer wahrscheinlich, was zu einer Schwächung der Schutzleistung an trockenen Standorten führen kann. Im Weiteren muss mit einem zunehmenden Waldbrandrisiko gerechnet werden, was längerfristig feuerempfindliche Baumarten aus den Wäldern verschwinden lässt. Insgesamt sind negative Aus-

wirkungen auf die Schutzleistungen der Wälder, insbesondere für Saas-Balen wahrscheinlich. Hingegen kann mit einer zunehmenden Produktivität in der Waldwirtschaft – vor allem in höheren Lagen – gerechnet werden.

In Bezug auf die Auen gilt, dass auch unter veränderten Klimabedingungen, und unter der Bedingung einer ausreichenden Gewässerdynamik, eine flächenmässige Ausdehnung und ökologische Aufwertung der Auenwälder möglich ist. Durch den Rückzug der Gletscher entstehen neue Lebensräume für Alluvionengesellschaften in den Gletschervorfeldern.

In Bezug auf die Nichtwald-Vegetationstypen kann durch die Klimaänderung mit einer Verschiebung der Verbreitungsgrenzen nach oben sowie einer Einwanderung neuer Arten weiter unten im Tal gerechnet werden. Die Zusammensetzung der Ökosysteme wird sich verändern: Es werden zunehmend trockenheitsresistente Vegetationstypen entstehen, feuchtigkeitsliebende Gesellschaften werden gefährdet. Die Produktivität von höher gelegenen alpinen Rasen und Wiesen wird zunehmen, mit positivem Effekt für die Landwirtschaft. Die Auswirkungen auf die terrestrische Biodiversität werden wahrscheinlich erst nach 2050 manifest. Mit einer Abnahme der Attraktivität der Landschaft unterhalb der Gletscher wird nicht gerechnet.

**Handlungsbedarf.** Der höchste Handlungsbedarf im Saastal wird beim Schutzwald sowie im Bereich des Permafrosts gesehen. Etwas weniger dringlich eingeschätzt wird der Handlungsbedarf in den Bereichen Hochwasserschutz, Waldbrand sowie terrestrische Biodiversität.

**Handlungsoptionen.** Nachfolgend werden die wichtigsten Handlungsoptionen zum Umgang mit dem Einfluss der Klimaänderung auf die Biodiversität beschrieben.

- Für die Erhaltung der langfristigen Schutzwirkungen des Waldes ist dessen vorsichtiger Umbau zu verstärken. Durch das langsame Wachstum der Bäume und die sich verstärkende Klimaänderung ist die zeitliche Dringlichkeit gegeben. Im Rahmen des Monitoringsystems sind die entsprechenden Bemühungen und Veränderungen im Wald zu überwachen, um bei allfälligen Fehlentwicklungen rasch Gegensteuer geben zu können.
- Auftauender Permafrost bereitet bereits heute Probleme bei hochgelegenen Bauten. Sofern der Rückzug aus den gefährdeten Gebieten aus wirtschaftlichen Gründen keine realistische Option darstellt, sind die Versuche mit ingenieurb biologischen Massnahmen so schnell wie möglich zu starten, damit zukünftig verlässliche Instrumente zur Verfügung stehen. Kritische Flächen sind zu identifizieren und mit geeigneten Methoden im Monitoringsystem zu überwachen.
- Als weitere Handlungsoption empfehlen wir den Aufbau eines Monitoringsystems. In der Aufbauphase steht die Bestimmung geeigneter Methoden und Indikatoren im Vordergrund. In der operativen Phase geht es darum, die Auswirkungen sowie die Zielerreichung bereits getroffener Massnahmen sorgfältig zu überwachen. Mit den Informationen aus dem Monitoringsystem sollen Grundlagen für die Definition der

Massnahmenziele bereitgestellt und die zeitliche Planung der Massnahmen verbessert werden.

#### 9.1.4 Teilprojekt Tourismus

**Auswirkungen des Klimawandels.** Der Tourismus ist für das Saastal ausgesprochen wichtig. Dies wird auch zukünftig so bleiben. Erste Auswirkungen der Klimaänderung sind bereits spür- und feststellbar und haben auch Konsequenzen für den Tourismus. Dazu gehören beispielsweise folgende Phänomene:

- Abnahme der Schneesicherheit, welche insbesondere Konsequenzen für das Skifahren im Sommer hat.
- Abschmelzen von Gletschern, was insbesondere bei den Gletscherrändern den Pistenbau vor Herausforderungen stellt.
- Gletscherveränderungen, welche Wanderwege und Bergrouuten gefährden.
- Auftauender Permafrost, welcher die Bodenstabilität von bestehenden Infrastrukturanlagen vermindert.
- Zunahme von Steinschlag, welcher Wander- und Bergrouuten gefährdet.

In Zukunft ist mit weiteren Auswirkungen der Klimaänderung auf das Saastal zu rechnen. Folgendes sind Beispiele dafür:

- Die Abnahme der Schneesicherheit im Sommer wird sich weiter verstärken. Es könnte so weit kommen, dass für die Aufrechterhaltung des Sommer-Skitourismus in Zukunft die Gletscher beschneit werden müssen. Dies wird mit massiven Auswirkungen auf den Wasserverbrauch verbunden sein.
- Die Abnahme der Schneesicherheit im Winter und die wärmeren Temperaturen im Frühling können zu einer Verkürzung der Wintersaison führen.
- Durch die erwartete Zunahme der Naturgefahren ist in Zukunft mit mehr Hochwasser zu rechnen (Risiko für Talgemeinden (ausser Saas-Fee)), häufigeren Murgängen (Gefahr für Wanderwege, Verkehrsinfrastruktur sowie Siedlungsgebiete), verstärkten Gletschergefahren (Gefahr für alpine Infrastruktur, Wander- und Bergrouuten) und vermehrten Rutschungen (Auswirkungen auf Siedlungsgebiete).
- Im Weiteren ist mit einem erhöhten Waldbrandrisiko zu rechnen.
- Auf die Attraktivität der Landschaft dürfte sich der Klimawandel nicht negativ auswirken, teilweise ergeben sich Chancen durch neue Angebote (z.B. Gletschersee).

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Wintertourismus in Zukunft im Saastal von grosser Bedeutung bleiben wird. Dies unter anderem deshalb, weil durch die wärmeren Temperaturen tiefer gelegene Skigebiete nicht mehr schneesicher sind und daher nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden können und allenfalls geschlossen werden müssen. Es wird daher angenommen, dass die touristische Nachfrage im Winter in hoch gelegenen Gebieten wie dem Saastal tendenziell ansteigt.

Der Sommer wird in Zukunft wahrscheinlich an Relevanz gegenüber heute gewinnen und für die Destination Saastal wichtiger werden. Dies, weil die Region Saastal durch ihre

Höhenlage Vorteile gegenüber anderen Sommerdestinationen, wie z.B. der Mittelmeerraum, aufweist (Stichwort Bergfrische im Sommer) oder auch durch veränderte Gästebedürfnisse (z.B. ältere Touristen, entschleunigter und naturnaher Tourismus).

Die Klimaänderung ist einer von vielen Faktoren, die im Tourismus eine relevante Rolle spielen. Die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung in den Herkunftsländern der Gäste sowie Veränderungen im Saastal selbst können die touristische Entwicklung massgeblicher beeinflussen als die Auswirkungen der Klimaänderung.

**Handlungsbedarf.** Die Arbeiten im Teilprojekt Tourismus zeigten, dass aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels beim touristischen Angebot ein grosser Handlungsbedarf besteht. Im Bereich Infrastruktur und betreffend die indirekten Auswirkungen und Verhaltensänderungen wird der Handlungsbedarf als weniger dringlich eingeschätzt. Im Bereich der Landschaft wird er sogar als gering eingestuft.

**Handlungsoptionen.** Im Saastal wurden bereits diverse Anpassungsmassnahmen an die Folgen der Klimaänderung umgesetzt. Der Fokus liegt dabei auf der Sicherheit von Mensch und Infrastruktur. Dabei wird viel Wert auf die alpine Infrastruktur im Skigebiet und die Infrastruktur für Wanderer und Bergsteiger gelegt. Nachfolgend werden die aus Sicht der vorliegenden Arbeit wichtigsten Handlungsoptionen zum Umgang mit dem Einfluss der Klimaänderung auf den Tourismus beschrieben.

- Zum Erhalt und zur laufenden Verbesserung der Sicherheit vor Naturgefahren bestehen verschiedene Optionen: Fertigstellung aller Gefahrenkarten, Aus- und Neubau von Verbauungen, Sicherung der Zufahrtsstrasse etc.
- Die Veränderungen der Landschaft sollen als touristische Chancen wahrgenommen und genutzt werden. Dazu gehören z.B. die neu entstehenden Gletscherseen, aber auch die Vermarktung der Gletscher, die im Saastal langfristig erhalten bleiben.
- Breite Umsetzung von Wasser- und Energiesparmassnahmen in der Hotellerie, bei der Beschneigung, bei den Bergbahnen etc. Zertifizierung mit entsprechenden Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitslabeln sowie Kommunikation und Vermarktung der Aktivitäten.
- Bestehende Gebäudeinfrastruktur ausbauen, erneuern und energetisch sanieren. Neubauten im Minergie-Standard und nur wo keine Verdichtung bzw. kein Ausbau möglich ist.
- Anpassung des touristischen Angebotes, um langfristig für die relevanten Zielgruppen attraktiv zu bleiben. Dies bedingt beispielsweise eine laufende Anpassung bezüglich Sport- und Freizeitangeboten das ganze Jahr über (z.B. Vermarktung von Gletschern, Bergen, Seen) sowie verstärkte Aktivitäten zur Vermarktung der Regionalität (z.B. regionale Produkte, erneuerbare Energien und Ressourcenschonung, Genuss, Zeit und Sinne als Luxusgüter).

### 9.1.5 Allgemeine Schlussfolgerungen

Das Projekt «Anpassung an die Klimaänderung im Berggebiet – Fallstudie Saastal» hat gezeigt, dass erste Auswirkungen der klimatischen Veränderungen bereits heute erkennbar sind und dass bis ins Jahr 2050 in allen untersuchten Bereichen mit Auswirkungen durch die Klimaänderung zu rechnen ist. Viele der Veränderungen und Auswirkungen werden schleichend passieren.

Im Weiteren hat sich gezeigt, dass in allen vier Teilprojekten Handlungsbedarf besteht. Dieser ist unterschiedlich wichtig und nicht überall gleich dringlich. Um dem aus heutiger Sicht als wichtig und dringlich eingestuften Handlungsbedarf entgegenzutreten zu können, braucht es das Bewusstsein über die Notwendigkeit zu Handeln sowie die langfristige Planung und Umsetzung von konkreten und zielführenden Massnahmen.

Teilweise wurden erste Massnahmen zur Anpassung an die Klimaänderung bereits umgesetzt. Es gilt hier aber klar festzuhalten, dass die Grenze zwischen der Klimaänderung und anderen Effekten, welche Massnahmen notwendig machen, nicht immer klar und eindeutig zu ziehen ist: Beispiele erster Massnahmen sind Schutzbauten vor Naturgefahren, die Abdeckung des Gletschers im Sommer an exponierten Stellen oder die Beschneidung der Pisten.

Die meisten der erarbeiteten Handlungsoptionen zur Anpassung an die Klimaänderung ergeben Synergieeffekte zu anderen Bereichen. Dies zeigt, dass die Umsetzung der hergeleiteten Optionen nicht nur zur Anpassung an den Klimawandel beitragen, sondern auch weiterführende positive Effekte im Saastal auslösen kann.

Die Federführung zur Umsetzung der einzelnen Handlungsoptionen liegen auf unterschiedlichen Stufen: Für einige Optionen ist die Gemeinde oder lokale Organisationen verantwortlich, für andere Optionen der Kanton Wallis oder gar der Bund. Dies verdeutlicht, dass die Gemeinden nicht in allen Belangen die federführende Rolle einnehmen werden (können). Sie sind somit aber auch nicht alleine für die Anpassung an den Klimawandel verantwortlich.

Die Ergebnisse des ExpertInnen-Workshops im Saastal zeigen eine erste Gewichtung der entwickelten Handlungsoptionen. Nachfolgende Auflistung zeigt die fünf wichtigsten Handlungsoptionen gemäss dieser Priorisierung. Die Liste gibt einen Eindruck, in welche Richtung erste Schritte zur Anpassung an die Klimaänderung im Saastal gehen könnten:

- «Entwicklung in Richtung: Erlebnisreiches Saastal: jung und jung geblieben»
- «Schutzwald fit erhalten: Erhöhung der Baumartenvielfalt, Ersatz der Fichte, Lärchenanteil reduzieren, Lärchenverjüngung»
- «Beobachtung und Überwachung der Gefahrensituation inkl. Schutzbautenmanagement»
- «Erstellung von integralen, synoptischen Gefahrenkarten für jede der vier Gemeinden als raumplanerische Grundlage»
- «Mehrfachnutzung des Wassers, z.B. mittels Turbinierung des Abwassers oder Nutzung von Trinkwasserreservoirs für die Energieerzeugung»

## 9.2 Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung des Saastals

- **Beobachtung, Dokumentation und Prävention:** Um die mit dem Klimawandel einhergehenden Veränderungen systematisch, objektiv und langfristig beobachten sowie dokumentieren zu können, um mit den heutigen und zukünftigen Gefahren umgehen und sich präventiv darauf vorbereiten zu können, empfehlen wir den Aus- und Aufbau folgender Instrumente:
  - **Gefahregrundlagen:** Die Erstellung von integralen, synoptischen Gefahrenkarten für jede der vier Gemeinden und für alle Gefahren ist essenziell wichtig für die zukünftige Entwicklung des Saastals. Dazu bedarf es relativ umfangreicher, lokal-spezifischer Arbeiten, die bereits am Laufen sind. Für die Optimierung des Prozesses und der Zusammenarbeit zwischen Kanton und Gemeinden empfehlen wir, dass sowohl auf Seiten des Kantons als auch der Gemeinden *eine* verantwortliche Ansprechperson bzw. Stelle für sämtliche Naturgefahren definiert wird und dass diese Stelle sämtliche Aktivitäten koordiniert. Es ist zu überlegen, ob die vier Gemeinden gemeinsam eine verantwortliche Stelle schaffen sollen, da dies zu erheblichen Synergien führen könnte. Die Karten sollen, sobald sie erstellt sind, der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.
  - **Monitoringsystem:** Zur systematischen Erfassung, Beobachtung und Überwachung der erwünschten und unerwünschten Veränderungen in Zusammenhang mit der Klimaänderung soll ein Monitoringsystem aufgebaut werden. Ein solches erlaubt es, rechtzeitig und effektiv allfällig notwendige Massnahmen in der dynamischen natürlichen Umwelt zu ergreifen. Das Monitoringsystem soll die Bereiche Wasser, Naturgefahren, Biodiversität etc. umfassen und bestehende Systeme (z.B. im Bereich der Naturgefahren) sollen bei dessen Aufbau integriert werden. Sinnvollerweise wird ein Monitoringsystem von den vier Gemeinden gemeinsam in Zusammenarbeit mit dem Kanton entwickelt.
  - **Ereigniskataster:** Der Aufbau einer Datenbank, die es ermöglichen soll, vergangene Ereignisse im Hinblick auf die zentralen Einflussfaktoren und die wesentlichen Parameter der Klimaerwärmung zu analysieren, soll gefördert werden. Damit könnte erreicht werden, dass gewisse Trends frühzeitig erkannt und angegangen werden.
  - **Wasserbewirtschaftung:** Die Analysen zeigen, dass das Saastal auch in Zukunft im nationalen und internationalen Vergleich ein relativ hohes Wasserdargebot haben wird. Um eine integrale Wasserbewirtschaftung zu gewährleisten, die sowohl Schutz- als auch Nutzeninteressen einbezieht, empfehlen wir die Einführung eines Einzugsgebietsmanagement, an dem sich alle zukünftigen Aktivitäten im Bereich Wasser orientieren sollten.
- **Prozesse, Regelungen und Strukturen:** Wir empfehlen eine umfassende Überprüfung der Prozesse, Regelungen und Strukturen in den Gemeinden und angegliederten Organisationen auf ihre Tauglichkeit, insbesondere im Umgang mit den Herausforderungen und Chancen des Klimawandels. Beispiele für die Überprüfung von Prozessen und Strukturen sind:

- Raumplanung und Bauordnungen (z.B. Bezeichnung und Ausscheidung von Gefährdungszonen aufgrund der Gefahrenkarten),
  - Überprüfung der aktuellen Landnutzung und Einleitung allfällig notwendiger Meliorationen,
  - die Schaffung eines Sicherheitsrats, der sämtliche Aktivitäten des Risikomanagements von Naturgefahren koordinieren und organisieren könnte,
  - Organisation der Abläufe und Informationsflüsse im Zusammenhang mit den Naturgefahren,
  - Prüfung der Zusammenlegung der Trinkwasserversorgung,
  - Schaffung einer Zukunftskommission, welche die Gemeindegeschäfte analog einer Rechnungsprüfungskommission auf ihre langfristigen und nachhaltigen Wirkungen hin überprüfen und entsprechende Ablehnungs- oder Annahmeanträge an die Gemeindeversammlung stellen könnte.
- **Vermarktung und Kommunikation:** Das Saastal ist eine Pilotregion und verfügt damit über einen grossen Vorteil gegenüber anderen Regionen: Es hat sich frühzeitig und proaktiv mit der Klimaänderung und deren Auswirkungen befasst und ist für die anstehenden Herausforderungen gerüstet. Diese Vorteile sollen auch in der neuen Destinationsstrategie bei der Positionierung bezüglich Nachhaltigkeit weiter genutzt werden. Als hoch gelegene Alpendestination weist die Region sowohl im Winter wie auch im Sommer gegenüber anderen Destinationen einen komparativen Vorteil auf:
- Die Gletscher, welche aufgrund ihrer hohen Lage der Region noch sehr langfristig erhalten bleiben werden, sollen vermehrt inszeniert und als Wahrzeichen der Region im Sommer und Winter vermarktet werden.
  - Im Winter bleibt die Schneesicherheit langfristig ein Markenzeichen, im Sommer die Sommerfrische sowie die attraktive Bergwelt, die sich für Kurz- und Nahreisen hervorragend eignen.
- Eine starke Positionierung mit einer cleveren Vermarktung dieser Standortvorteile und den saastalspezifischen Eigenheiten können die Region stärken.
- **Tourismus:** Der Tourismus steht und fällt mit dem touristischen Angebot, welches auch an die laufenden klimatischen Veränderungen angepasst werden muss. Vom Saastal wird eine Intensivierung des Tourismus sowohl im Winter wie auch im Sommer angestrebt, was ein ganzjähriges und wetterunabhängiges Angebot verlangt. Wir empfehlen, diese wachstumsorientierte Entwicklung vom Ressourcenverbrauch zu entkoppeln. Neue Angebote sollen die Regionalität, Energie- und Ressourceneffizienz auf der einen Seite und das Erlebnis der alpinen Ausflugsvielfalt sowie der Gletscher und Bergwelt auf der andern Seite vereinen. Die Zertifizierung mit energetischen und/oder nachhaltigen Labeln können diese Bestrebungen sowohl nach innen wie nach aussen unterstützen.
- Der Skibetrieb (z.B. Bergbahnen, Beschneigung) soll möglichst energie- und wassersparend betrieben werden.
  - Neue touristische Angebote, die aufgrund der Klimaänderung entstehen, sollen nach Möglichkeit ressourcenschonend entwickelt und angeboten werden.

- Hotellerie und Parahotellerie sollen sich als energie- und ressourceneffizient positionieren sowie regionale und saisonale Produkte bevorzugen.
- Das Saastal soll regional produzierte Produkte fördern und aktiv vermarkten (inkl. der positiven Effekte für die Landwirtschaft).
- Neubauten und Sanierungen sollen nach Möglichkeit in Minergie oder Minergie-P-Standard gebaut werden.
- Um ein ganzjähriges Angebot auch bei schlechterem oder Übergangswetter bieten zu können, empfehlen wir ein Schul- und Ausbildungszentrum für Kinder, Jugendliche und Erwachsene.

Im Tourismusbereich ist der Klimawandel nur ein Faktor von vielen, an den sich die Branche laufend anzupassen hat. Wir empfehlen deshalb, dass in allen relevanten Entscheidungen die Komponenten Klimaänderung und Anpassung laufend mitberücksichtigt werden. Es soll verhindert werden, dass insbesondere im Wintersport ein erhöhter Investitionsbedarf zu Kostensteigerungen führt, der sich durch erhöhte Preise negativ auf die Nachfrage auswirkt.

- **Weiterführung der angepackten Arbeiten:** Die im Rahmen der vorliegenden Studie gewonnenen Erkenntnisse sollen zur Erreichung der in der neuen Destinationsstrategie erarbeiteten Ziele weiterentwickelt und umgesetzt werden.

Das von der Region angestrebte Wachstum gilt es nachhaltig, das heisst auch im Sinne des Klimaschutzes und der Anpassung an die Klimaänderung, zu verwirklichen. Dazu empfehlen wir, Standards zu definieren und diese für das Saastal verpflichtend zu machen. Falls nötig müssen dazu auch raumplanerische Instrumente entwickelt werden. Die zukünftigen Auswirkungen der Klimaänderung sollen – falls möglich – immer von Anfang an berücksichtigt werden. Ein nachhaltiges Wachstum muss aktiv vorgelebt werden und glaubwürdig sein. Dazu empfehlen wir, innovative Leuchtturmprojekte anzupacken, umzusetzen und darüber aktiv zu kommunizieren. Die Arbeiten der vorliegenden Studie sollen in diesem Sinne weitergeführt und konkret umgesetzt werden.

Ganz konkret empfehlen wir das Instrument eines Aktivitätenprogramms, welches für die drei bis vier kommenden Jahre alle geplanten Massnahmen inklusive ihrer Priorität, der Verantwortlichkeit und der Kosten auflistet.

### 9.3 Forschungsbedarf

Aus den zahlreichen Arbeiten im Projekt hat sich verschiedentlich gezeigt, dass noch diverse offene Fragen und weiterer Forschungsbedarf bestehen. Dies gilt einerseits für das umfassende Verständnis der untersuchten Zusammenhänge und andererseits für die konkrete Umsetzung und Anwendung vor Ort. Dieser offene Bedarf an Abklärungen, Studien und Forschung wird nachfolgend zusammengefasst.

### **Allgemeiner Forschungsbedarf für das Saastal**

- Aufbau eines langfristigen Monitorings mit Gemeindedaten für die wesentlichen Klimaparameter wie Temperatur, Niederschläge, Bodenfeuchte etc., um das heutige Klima im Saastal und zukünftige Veränderungen zu erfassen und zu dokumentieren.
- Lokalspezifische Prognosen der erwarteten Klimaänderung für das Saastal: Das Saastal verfügt über ein spezielles Klima, welches sich nur bedingt über aggregierte Prognosen – beispielsweise für die Südschweiz – abbilden lässt. Entsprechende Projekte sind zurzeit am Laufen und sollen zukünftig berücksichtigt werden.
- Analyse der erwarteten Auswirkungen der Klimaänderung auf bis anhin nicht untersuchte Sektoren mit hoher Relevanz für das Saastal, wie beispielsweise die Landwirtschaft oder die Energiewirtschaft. Vertiefte Analysen der erwarteten Auswirkungen der Klimaänderungen für die im vorliegenden Projekt untersuchten Sektoren auf der Basis von verbesserten Grundlagen (wie lokalspezifische Klima- und Wassermodelle, Gefahrenkarten etc.).

### **Spezifischer Forschungsbedarf für das Saastal aus dem Teilprojekt Wasser**

- Monitoring des Wasserverbrauchs: In einer ersten Phase stellt sich die Frage, wie ein solches Monitoringsystem ausgestaltet werden sollte, wer dafür zuständig wäre und mit welchen Kosten zu rechnen wäre. In einer weiteren Phase könnte bei einem positiven Entscheid die Umsetzung angegangen werden.
- Im Saastal gibt es zahlreiche «Wasserorganisationen», die vor allem als Trinkwassergenossenschaften organisiert sind. Aus Effizienz- und Kostengründen drängen sich gewisse Fusionen auf. In diesem Zusammenhang sollte untersucht werden, wie eine Reorganisation und/oder Fusion gestaltet werden könnte und welche Hindernisse einer Reorganisation und/oder Fusion der Trinkwasserversorgung im Wege stehen. Für eine allfällige Umorganisation der Wasserorganisationen müsste ein geeigneter Prozess entwickelt und angewandt werden.
- Durch die klimabedingte Temperaturzunahme werden Eis und Gletscher schneller schmelzen, die Gletscher werden sich kontinuierlich zurückziehen. Die Abflussmengen werden bis ins Jahr 2050 zunehmen. Danach dürften die Abflussmengen aufgrund des reduzierten Gletschervolumens abnehmen. In diesem Zusammenhang stellen sich folgende Forschungsfragen: Wie werden sich die veränderten Abflüsse (insbesondere die Abnahme ab 2050) konkret auf die Wasserkraftwerke Mattmark auswirken? Mit welchen anderen Wassernutzern ergeben sich potenziell Konflikte? Wie kann mit dem abnehmenden Wasservorkommen umgegangen werden?
- Über eine allfällige Veränderung der Trinkwasserqualität ist im Saastal bis heute wenig bekannt. Eine interessante Forschungsfrage wäre in diesem Zusammenhang: Wie wird die Trinkwasserqualität im Saastal heute eingeschätzt und wie hat sie sich in den letzten Jahrzehnten entwickelt? Wird der Klimawandel die Trinkwasserqualität im Saastal verändern? Wenn ja, welche Veränderungen sind zu erwarten?

- In Zusammenhang mit einer Verstärkung und Häufung von Naturgefahren sollte auf Basis der Gefahrenkarten (aktuell in Erarbeitung) untersucht werden, in welchen Gebieten im Saastal Quellen durch Naturgefahren wie z.B. Murgänge gefährdet sind.

### ***Spezifischer Forschungsbedarf für das Saastal aus dem Teilprojekt Naturgefahren***

Die gezielte Erforschung von möglichen Auswirkungen der Klimaänderung hat im Saastal schon Tradition. Diese soll in Absprache mit dem Kanton, der in anderen Tälern Forschungsprogramme betreibt, weitergeführt werden. Dabei können noch wenig erforschte Zusammenhänge und eine Intensivierung der Erforschung von lokalen Auswirkungen ins Zentrum gestellt werden. Die AutorInnen empfehlen insbesondere die folgenden Forschungsthemen:

- Die Gefährdung durch Murgänge kann sich durch die Klimaänderung verstärken. Eine massgebliche Rolle für die Gefährdungssituation spielen vornehmlich Veränderungen im Geschiebeangebot, der Abflussverhältnisse (Degradation Permafrost, Gletscherrückzug) sowie der Niederschlagsituation. Wir empfehlen daher, die murfähigen Einzugsgebiete individuell auf ihre Gefahrenentwicklung hin zu untersuchen.
- Durch den Gletscherrückzug entstehen rasch neue Seen, welche sowohl Chancen als auch Risiken mit sich bringen. Die Seen können beispielsweise dem Tourismus oder der Wasserkraftnutzung dienen. Gleichzeitig kann sich aber auch die Gefährdung durch Flutwellen oder Murgänge erhöhen. Wir empfehlen daher vertiefte Untersuchungen zur Entwicklung von Gletscherseen sowie das Aufzeigen von möglichen Schutzmassnahmen.
- Erforschung der Massenbewegungen und der auslösenden Faktoren bei Gletscherabbrüchen (siehe Saas-Fee).
- Untersuchungen zur zeitlichen und räumlichen Entwicklung von Sturzereignissen (Steinschlag, Felsstürze); Ermittlung von Ursachen insbesondere in Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen.
- Die Zunahme von Starkniederschlägen im Sommer sowie der Niederschlagsmenge im Winter wird vermehrt zu Hochwasser führen. Wir empfehlen einzugsgebietsspezifische Untersuchungen, da Einzugsgebiete je nach Boden, Geologie oder künstlichen Rückhaltekapazitäten unterschiedlich auf erhöhte Niederschlagsmengen reagieren.

### ***Spezifischer Forschungsbedarf für das Saastal aus dem Teilprojekt Biodiversität***

Aus Sicht des Teilprojektes Biodiversität besteht in den folgenden Bereichen weiterer Forschungs- und Grundlagenbedarf, um die Ökosysteme und deren Leistungen langfristig zu sichern:

- Datenerhebung Böden: Vertiefung der Analyse zu den trockenheitsgefährdeten Gebieten mittels Datenerhebung zu den Böden.

- Wanderungs-Barrieren: Analyse und Identifizierung von Barrieren, welche die natürlichen Anpassungsstrategien von Pflanzen behindern, Migrationshindernisse für aufsteigende Arten im Tal der Saaser Vispa (Aufstieg aus dem Rhonetal) und an den Hängen im Projektperimeter.
- Versuche der Bepflanzung aufgetauter Permafrostböden ohne Vegetation durch Ausbringung von Schnittgut aus geeigneten Vegetationstypen (gestützte Migration langsam verbreitender Arten):
  - Eine Studie mit einer geeigneten Fachhochschule (Ingenieurbiologie in Hochlagen) zur Identifikation kritischer Flächen und Versuchsreihen zur Bepflanzung inkl. Erfolgskontrolle
  - Entnahme des Saat-/Schnittguts auf Flächen, auf denen heute die zukünftigen Bedingungen der kritischen Flächen gelten (Exposition, Boden, etc.)

### ***Spezifischer Forschungsbedarf und Nachfolgeprojekte für das Saastal aus dem Teilprojekt Tourismus***

Aus Sicht des Teilprojektes Tourismus wird der folgende Forschungsbedarf gesehen:

- Durchführung einer Studie zu den zukünftig geforderten Akteuren und erwarteten Investitionen: Mit welchem Investitionsbedarf aufgrund von notwendigen oder freiwilligen Anpassungsmassnahmen ist in den nächsten 10-20 Jahren zu rechnen? In welchen Teilbereichen des Tourismus fallen die grössten Investitionen/Kosten an und welche lokalen Stakeholder und Verantwortlichen sind besonders betroffen? Welche Rolle soll oder kann die öffentliche Hand und/oder private Investoren übernehmen und welches sind geeignete (Finanzierungs)-Instrumente? Was sind geeignete Businessmodelle, um die Anpassungsmassnahmen umzusetzen?
- Studie zu Nutzen, Chancen und Synergieeffekten von Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel: Welche Nutzen und Chancen durch Anpassungsmassnahmen sowie durch indirekte Auswirkungen der Klimaänderung (z.B. verändertes Wintergefühl, Bedarf nach Sommerfrische, veränderter Wettbewerb zwischen den Skigebieten etc.) ergeben sich im Saastal? Welche Synergieeffekte mit anderen Interessen oder Zielsetzungen ergeben sich? Wie können Nutzen und Chancen der Anpassung an die Klimaänderung gewinnbringend umgesetzt und vermarktet werden? Welche innovativen Ansätze sind dafür nötig? Wie kann sich das Saastal in der Diskussion um den Klimawandel als Pionierregion weiterhin optimal positionieren?
- Begleitprozess zur Umsetzung ausgewählter Handlungsoptionen/Anpassungsmassnahmen: Wie muss die Umsetzungsorganisation aufgebaut sein, damit sie effektiv entscheiden und handeln kann? Welche Massnahmen sind politisch, technisch und in Bezug auf die personellen und finanziellen Ressourcen in den Gemeinden umsetzbar? Wo sollen thematische Schwerpunkte gesetzt werden? Wie kann ein Abgleich mit der Destinationsstrategie gewährleistet werden? Welche Schwierigkeiten und Hürden sind bei der Umsetzung zu erwarten? Welches sind die Schlüsselpersonen/-organisationen?

## 10 Vorgehensmodell für andere Regionen

Im vorliegenden Kapitel wird ein Vorgehensmodell für die Durchführung eines analogen Projektes in einer anderen Region beschrieben.

Da die natürlichen, historischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen in jeder Region einzigartig sind, können inhaltliche Analogieschlüsse aus den Resultaten dieser Studie nur bedingt gezogen werden. Dabei soll jede andere Region entscheiden, welche Ergebnisse sie für sich übertragen kann und welche Ergebnisse dafür weniger geeignet sind.

### 10.1 Projektstruktur, Organisation und Arbeitsschritte

Aufgrund der gemachten Erfahrungen im vorliegenden Projekt können wir empfehlen, ein analoges Projekt in einer anderen Region in der Grundstruktur gleich aufzubauen und durchzuführen. Ein solches Projekt kann analoge Grundlagen, Strukturen und Abläufe umfassen: Projektidee und Ziele finden sich in den Kapiteln 1.2 und 1.3. Die Projektstruktur und Organisation sowie der Ablauf sind im Kapitel 2 beschrieben. Ein ausführlicher Zeitplan ist in Anhang A-1 zu finden.

Um ein analoges Projekt in einer anderen Region aufzugleisen, zu organisieren und durchzuführen, kann nach folgenden Arbeitsschritten vorgegangen werden:

- 1 Fallstudienregion festlegen und Projektpartnerschaft definieren
- 2 Grobkonzept des Projektes definieren
- 3 Ausschreibung und Auswahlverfahren
- 4 Rahmenbedingungen festlegen und Verträge abschliessen
- 5 Projekt durchführen
- 6 Projekt abschliessen

In den nachfolgenden Kapiteln werden die einzelnen Arbeitsschritte detailliert erläutert.

Die gemachten Erfahrungen und allfällige Empfehlungen werden in jedem Kapitel diskutiert (blau hinterlegter Text). Allgemein können folgende Erfahrungen festgehalten werden:

**Erfahrungen:** Wie bereits einleitend erwähnt, können wir aufgrund der gemachten Erfahrungen die Übernahme von analogen Grundlagen, Strukturen und Abläufen für eine andere Fallstudienregion empfehlen (vgl. dazu Kapitel 1.2, 1.3 und 2). Bei der Durchführung eines vergleichbaren Projektes sollen folgende Punkte beachtet werden:

- **Langfristige Terminfestlegung:** Möglichst früh, falls möglich vor dem offiziellen Projektstart, sollen zusammen mit allen involvierten Personen (Begleitgruppe, Projekt-

team, lokale VertreterInnen etc.) die wichtigsten Termine festgelegt werden. Dazu gehören Meilensteine wie der offizielle Projektstart, Veranstaltungen mit der Öffentlichkeit (z.B. ein Workshop) oder die öffentliche Schlussveranstaltung. Insbesondere bei Touristendestinationen gilt es, die Termine auf die Saisons abzustimmen.

- **Koordination der Teilprojekte:** Die inhaltlichen Arbeiten im Projekt gliedern sich in mehrere Teilprojekte. Für die Einheitlichkeit der Studie ist es wichtig, dass diese Teilprojekte ihre Arbeiten zeitlich und inhaltlich koordinieren, sich gegenseitig kennen und absprechen, über Zwischenergebnisse informieren und in dieselbe Richtung zielen. Diese Koordination ist hauptsächlich Aufgabe der Gesamtprojektleitung. Zusätzlich zu den in Kapitel 2.2 beschriebenen Sitzungen haben wir eine zusätzliche Sitzung mit den Teilprojekten organisiert (27. Mai 2010), um die Startveranstaltung im Saastal vorzubereiten (8. Juni 2010). Dazwischen haben zahlreiche bilaterale Gespräche zwischen einzelnen Teilprojekten stattgefunden.
- **Laufende Kommunikation nach innen und aussen:** Ein über mehrere Monate dauerndes Projekt mit verschiedenen Teilprojekten, einer grossen Begleitgruppe, zahlreichen beteiligten und betroffenen Personen und einer nicht unbestrittenen inhaltlichen Fragestellung bedarf regelmässiger Kommunikation nach innen und aussen. Dabei soll genau festgelegt werden, wer für welche Kommunikationswege und -inhalte verantwortlich ist. Im vorliegenden Projekt war für die Kommunikation innerhalb des Projektteams die Gesamtprojektleitung zuständig, gegenüber der Begleitgruppe der Koordinator der Begleitgruppe und gegenüber der Öffentlichkeit ein externer Kommunikationsverantwortlicher. Ein Pflichtenheft mit den Zuständigkeitsbereichen und genauen Aufgabenbeschreibungen hilft, die Rollen klar zu trennen und ermöglicht eine effiziente Kommunikation.

## 10.2 Fallstudienregion festlegen und Projektpartnerschaft definieren

Das Suchen und Bestimmen der Fallstudienregion und der Projektpartner können zeitgleich durchgeführt werden.

### ***Fallstudienregion***

Bei der Festlegung der Fallstudienregion geht es primär darum, ob die Region bzw. die betroffenen Gemeinden Interesse am Projekt zeigen und die Absicht bekunden, sich aktiv daran zu beteiligen. Wird das Projekt aus der Region selbst initiiert, ist das Interesse an der Fragestellung gegeben. Muss eine Region für eine bestimmte Fragestellung gesucht werden, ist der Zugang über «Türöffner-Personen» ideal. In jedem Fall ist das Durchführen der Studie von den Exekutivbehörden zu beschliessen.

### **Projektpartnerschaft**

Die Projektpartnerschaft setzt sich aus denjenigen Partnern zusammen, welche sich für die Fragestellung interessieren und das Projekt finanziell und/oder personell unterstützen. Unter den Projektpartnern sollten die Region (Gemeinden) und im Idealfall der betroffene Kanton vertreten sein, um die lokale Verankerung des Projektes zu garantieren. Weitere Partner haben ein thematisches und/oder ideelles Interesse an der Studie bzw. können durch ihr eigenes Know-how der Studie wertvolle Impulse liefern. Es kann sich um private, öffentliche oder andere Organisationen handeln. Eine gute Mischung ermöglicht vielseitige Perspektiven und Impulse, was für das Projekt wertvoll ist.

Innerhalb der Projektpartnerschaft sollte zu einem möglichst frühen Zeitpunkt bestimmt werden, wer die Koordinationsaufgaben übernimmt und die weiteren anstehenden Arbeiten ausführt bzw. überprüft.

VertreterInnen der Projektpartner bilden zusammen die Begleitgruppe, welche das Projekt strategisch leitet.

**Erfahrungen:** Im vorliegenden Projekt wurden die Projektpartner zeitlich vor der Fallstudienregion ausgewählt. Die Suche nach geeigneten Projektpartnern dauerte einige Wochen. Für die Fallstudienregion wurden verschiedene Ideen gesammelt bis dann die Region Saastal ausgewählt wurde, welche sich durch die Motivation, sich am Projekt zu beteiligen, ihren Pioniergeist und den hochalpinen Charakter sehr gut eignete. Selbstverständlich können Projektpartner und Fallstudienregion auch in umgekehrter Reihenfolge oder zeitgleich gefunden werden.

Die Fallstudienregion sowie im Idealfall der betroffene Kanton sollen Teil der Projektpartner (=Auftraggeber) sein und das Projekt falls möglich finanziell unterstützen. Dadurch sind sie auch Teil der Begleitgruppe. Die offizielle, lokale Beteiligung am Projekt verstärkt die lokale Verankerung und trägt zur erfolgreichen Umsetzung der Arbeiten bei.

### **10.3 Grobkonzept des Projektes definieren**

Das Grobkonzept des Projektes umfasst die folgenden Punkte:

- Definition der Projektidee und Beschreibung der Projektziele  
(vgl. dazu Idee und Ziele des vorliegenden Projektes in Kapitel 1)
- Definition der Projektstruktur und -organisation, inkl. Vertiefungsschwerpunkte bzw. Teilprojekte  
(vgl. dazu Struktur und Organisation des vorliegenden Projektes in Kapitel 2),
- Definition des Projektablaufs und des Zeitplans  
(vgl. dazu Ablauf des vorliegenden Projektes in Kapitel 2).

Im Rahmen der Arbeiten zum Grobkonzept sollen die vorhandenen Grundlagen in der Fallstudienregion und zum Thema erhoben werden. Dazu gehören regionale Klimadaten

und -prognosen, regionale hydrologische Modelle, synoptische Gefahrenkarten, Bestandsaufnahmen zur Artenzusammensetzung und zu Ökosystemen, Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung, Touristenströme, regionalspezifische Studien und Forschungsarbeiten zu Klimawandel und Anpassung an den Klimawandel etc. Erst auf der Basis der Grundlagendaten kann entschieden werden, welche Fragestellungen für die Bearbeitung realistisch sind bzw. was basierend auf den vorhandenen Grundlagen erarbeitet werden kann.

Die Erarbeitung des Grobkonzeptes kann durch die Projektpartner selbst oder durch einen externen Auftragnehmer geschehen. Die Projektpartner geben in jedem Fall vor, welche Ziele sie mit dem Projekt verfolgen und kommentieren, ob sie mit der Struktur und Organisation sowie dem Ablauf einverstanden sind.

**Erfahrung:** Projektidee, -ziele, -struktur und -organisation haben sich im Rahmen des vorliegenden Projektes bewährt. Betreffend Ablauf und Zeitplan empfehlen wir, die Umsetzung der Teilprojekte zeitlich zu staffeln. In einem ersten Schritt sollen die Teilprojekte zu natürlichen Systemen (z.B. Wasser, Naturgefahren, Biodiversität) durchgeführt werden. Eventuell lohnt es sich, je nach Projektstruktur, diese Teilprojekte nochmals zeitlich zu staffeln. In einem zweiten Schritt können die Teilprojekte zu den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Systemen (z.B. Tourismus, Gesundheit, Landwirtschaft) durchgeführt werden. Diese Arbeiten können somit auf bereits vorhandene, regionalspezifische Grundlagen zu den natürlichen Systemen aufbauen und müssen diese nicht selber erarbeiten. Dieses Vorgehen hilft insbesondere, Doppelspurigkeiten zu verhindern und ermöglicht eine hohe Konsistenz der Aussagen zwischen den Teilprojekten.

Je nach Fallstudienregion sollen die Themenschwerpunkte bzw. Teilprojekte unterschiedlich ausgewählt werden (z.B. werden in tiefer gelegenen Orten keine Gletscher vorkommen). Ebenso kann die Anzahl der Teilprojekte variiert werden.

Das gestaffelte Vorgehen bei der Erarbeitung der Teilprojekte benötigt – im Gegensatz zu einer zeitparallelen Durchführung – in der Umsetzung mehr Zeit. Eine Durchführung des Projektes innerhalb von einem Jahr – wie im vorliegenden Projekt – wäre damit unwahrscheinlich.

## 10.4 Ausschreibung und Auswahlverfahren

### **Ausschreibung**

Falls sich die Projektpartner für eine Ausschreibung entscheiden, wird basierend auf dem Grobkonzept die Ausschreibung formuliert. Falls die Auftragnehmer ohne Ausschreibung bestimmt werden (können), erübrigt sich dieser Arbeitsschritt. Die Erstellung der Ausschreibung ist entweder Aufgabe der Projektpartner oder wird extern vergeben. Eine Ausschreibung enthält folgende Punkte:

- Ausgangslage, Projektidee und Ziele

- Projektdesign: Vorgesehener Aufbau und Struktur des Projektes (soweit vorhanden und bestimmt)
- Projektorganisation (soweit vorhanden und bestimmt)
- Zeitplan zu Ausschreibung, Auswahlverfahren und Projektablauf
- Kostenrahmen, Zahlungsmodalitäten, Vertragsbedingungen
- Ablauf und Kriterien Auswahlverfahren
- Formalitäten zu erwarteten Offerten
- Kontaktperson; Möglichkeit, Fragen zu stellen; Eingabeadresse

### **Auswahlverfahren**

In Zusammenhang mit der Ausschreibung der Arbeiten soll auch das Auswahlverfahren festgelegt werden. Dabei muss entschieden werden, wo die Offert-Unterlagen eingereicht werden und ob die Auswahl basierend auf schriftlichen Unterlagen geschieht oder zusätzlich eine Präsentation der Offerierenden gewünscht wird. Ebenfalls muss bestimmt werden, wer, wann, basierend auf welchen Unterlagen den Entscheid fällt und den Offerierenden mitteilt.

Zur Auswahl der Auftragnehmer sollen im vornherein Kriterien sowie ihre Ausprägung festgelegt werden. Dabei erachten wir folgende Kriterien als wesentlich:

- Projektvorschlag
  - Aufgabenverständnis, Erfolgsfaktoren, Schwerpunkte der Offerte etc.
  - Konkrete Umsetzungsorganisation: Projektpartner, Gesamtprojektleitung, Teilprojekte, Kommunikation etc.
  - Konkrete Arbeitsschritte zur Umsetzung des Projektes (inkl. eingebrachte Ideen zur Umsetzung, Produkte etc.)
  - Methodisches Vorgehen
- Ressourcenplanung
  - Zeitplan
  - Kostenschätzung
- Zusammensetzung Projektteam
  - fachliches Wissen, Kompetenzen und Erfahrung (-> Referenzen)
  - Erfahrung mit interdisziplinären Arbeiten (-> Referenzen)
  - Erfahrung mit dem Management von grossen Projekten (-> Referenzen)
- Freie Kriterien
  - Gesamteindruck
  - Professionalität

Nach Eingang der Offerten bewerten die Projektpartner die eingegangenen Offerten und wählen gemäss definiertem Auswahlverfahren eine aus.

**Erfahrung:** Bei der Durchführung dieses Projektes wurde auf eine Ausschreibung verzichtet.

## 10.5 Verträge abschliessen

Zur Regelung der Verhältnisse zwischen den Projektbeteiligten sind im Wesentlichen folgende Verträge zu erarbeiten und abzuschliessen:

### ***Vertrag zwischen den Projektpartnern***

Im vorliegenden Projekt haben sich die Projektpartner zu einer einfachen Gesellschaft im Sinne von Art. 530 ff. OR zusammengeschlossen. In ihrem Gesellschaftsvertrag haben sie hauptsächlich folgende Punkte geregelt:

- Nennung der Vertragsparteien und Art des Vertrages
- Ziele des gemeinsamen Projektes
- Organisations- und Entscheidungsgremium
- Finanzierung des Projektes und Haftung
- Bedingungen zur Beendigung des Vertrages

### ***Vertrag zwischen den Projektpartnern und dem Auftragnehmer***

In diesem Vertrag sind im Wesentlichen folgende Punkte zu definieren:

- Vertragsgegenstand (inkl. Projektpartner und Kontaktpersonen)
- Zusammenarbeit der Projektpartner mit der externen Leistungserbringerin
- Projektziele
- Zeitplan
- Budget
- Leistungen Projektpartner
- Leistungen externe Leistungserbringerin
- Rechte am Werk
- Kommunikation der Ergebnisse
- Gerichtsstand
- Vertragsänderung
- Teilnichtigkeit

### ***Weitere Verträge***

Je nach Projektorganisation sind weitere Verträge mit Unterauftragnehmern und dem Kommunikationsbeauftragten abzuschliessen.

## 10.6 Projekt durchführen

Die Durchführung des Projektes durch die Auftragnehmer gestaltet sich gemäss der Offerte. Das vorliegende Projekt war in die nachfolgenden Arbeitsschritte gegliedert. Diese müssen nach Art der Fragestellung, Anzahl Teilprojekte, Fallstudienregion, Auftraggeber etc. angepasst werden:

- 1 Erarbeitung Klimaszenarien und Grundlagen für die Fallstudie
- 2 Startsituation mit der Begleitgruppe
- 3 Startsituation mit den Teilprojekten
- 4 Startveranstaltung mit allen Projektbeteiligten in der Fallstudienregion
- 5 Arbeit in den Teilprojekten: Auswirkungen der Klimaänderung
- 6 Zwischensitzung mit den Teilprojekten
- 7 Arbeit in den Teilprojekten: Identifizierung der Bereiche mit Handlungsbedarf und Erarbeitung erster Handlungsoptionen
- 8 Zwischensitzung in den Teilprojekten
- 9 Arbeit in den Teilprojekten: Abschluss der Arbeiten und Finalisieren der erarbeiteten Handlungsoptionen
- 10 Workshop mit dem Projektteam (Gesamtprojektleitung und Teilprojekte), der Begleitgruppe und lokalen, kantonalen und eidgenössischen VertreterInnen und Organisationen in der Fallstudienregion: Diskussion und Bewertung der Handlungsoptionen
- 11 Finalisieren der Produkte und Arbeiten in den Teilprojekten
- 12 Synthese der Teilprojekte: Diskussion der Handlungsoptionen und Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung der Fallstudienregion
- 13 Finalisierung Projektbericht, Ausweisung des Forschungsbedarfs und Erarbeitung eines Vorgehensmodells für andere Fallstudienregionen
- 14 Abschlussveranstaltung für die Öffentlichkeit in der Fallstudienregion
- 15 Abschluss der Projektarbeiten

**Erfahrung:** Für die erfolgreiche Durchführung des Projektes ist eine gute lokale Vernetzung wesentlich. Dadurch kann die Akzeptanz der Arbeiten, die lokale Anwendbarkeit der Ergebnisse, aber auch die langfristige Nutzung und Umsetzung der vorgeschlagenen Handlungsoptionen und Empfehlungen gewährleistet werden. Die lokale Verankerung geschieht über verschiedene Massnahmen:

- Die Fallstudienregion sowie im Idealfall der betroffene Kanton sollen Teil der Projektpartner (=Auftraggeber) sein und das Projekt falls möglich finanziell unterstützen. Dadurch sind sie auch Teil der Begleitgruppe.

- Bei der Durchführung der Arbeiten sollen – wo immer möglich – lokale ExpertInnen einbezogen werden. Idealerweise sind diese sogar Teil des Projektteams<sup>18</sup>.
- Die Durchführung verschiedener Anlässe in der Fallstudienregion (z.B. Startveranstaltung, Abschlussveranstaltung, Workshop zu spezifischen Themen) erlaubt den Einbezug von lokalen Vertretern und Organisationen sowie eine breite regionale Kommunikation. Auch die Durchführung von Interviews zur Datenerhebung vor Ort stützt die Integration des vorhandenen lokalen Wissens in das Projekt.

## 10.7 Projekt abschliessen

Nach Abschluss der Projektarbeiten ist von den Projektpartnern zu bestimmen, ob und in welcher Form Anschlussprojekte oder Umsetzungsprojekte durchgeführt werden sollen. Das weitere Vorgehen ist mit den lokalen Partnern zu besprechen und falls möglich, an einer öffentlichen Abschlussveranstaltung zu kommunizieren. Diese Information ist wichtig, damit die Ergebnisse eingeordnet werden können und die lokalen VertreterInnen und Organisationen wissen, wie es weiter geht.

Ebenfalls ist von den Projektpartnern zu bestimmen, ob die Projektergebnisse weiter nach aussen getragen werden sollen, um sie einer breiteren Öffentlichkeit als nur innerhalb der Fallstudienregion bekannt zu machen. Dazu kann beispielsweise eine öffentliche Veranstaltung, eventuell zusammen mit weiteren Organisationen, in einer grösseren Stadt durchgeführt werden, der Kontakt zu Radio, Fernsehen, Tageszeitung, Fachzeitschriften etc. gesucht werden oder das Projekt an Fachveranstaltungen präsentiert werden.

Falls nötig, wird die für das Projekt gegründete, einfache Gesellschaft wieder aufgelöst.

---

<sup>18</sup> Als Projektteam werden alle am Projekt beteiligten Auftragnehmer bezeichnet.

