

# MontanAqua: Wasserbewirtschaftung in Zeiten von Knappheit und globalem Wandel

## Wasserbewirtschaftungsoptionen für die Region Crans–Montana–Sierre im Wallis

Rolf Weingartner, Bruno Schädler, Emmanuel Reynard, Mariano Bonriposi, Olivier Graefe, Karl Herweg, Christine Homewood, Matthias Huss, Martina Kauzlaric, Hanspeter Liniger, Emmanuel Rey, Stephan Rist, Flurina Schneider



**Nachhaltige Wassernutzung**  
Nationales Forschungsprogramm NFP 61



SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS  
ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG

ISBN 978-3-9524412-0-6



9 783952 441206 >

**MontanAqua:  
Wasserbewirtschaftung in Zeiten  
von Knappheit und globalem Wandel  
Wasserbewirtschaftungsoptionen  
für die Region Crans–Montana–Sierre im Wallis**

**Rolf Weingartner, Bruno Schädler, Emmanuel Reynard, Mariano Bonriposi, Olivier Graefe, Karl Herweg, Christine Homewood, Matthias Huss, Martina Kauzlaric, Hanspeter Liniger, Emmanuel Rey, Stephan Rist, Flurina Schneider**

## Impressum

© NFP 61, 2014

**Projektleiter:** Rolf Weingartner, Universität Bern

**Autoren/Autorinnen:** Rolf Weingartner, Karl Herweg, Martina Kauzlaric, Hanspeter Liniger, Emmanuel Rey, Stephan Rist, Bruno Schädler, Flurina Schneider (Universität Bern); Emmanuel Reynard, Mariano Bonriposi (Universität Lausanne); Olivier Graefe, Christine Homewood, Matthias Huss (Universität Freiburg).

**Redaktion:** Bruno Schädler, Emmanuel Reynard

**Diese Broschüre ist eine ergänzte deutsche Version der im Herbst 2013 erschienenen französischsprachigen Broschüre:** Reynard, Emmanuel; Bonriposi, Mariano; Graefe, Olivier; Herweg, Karl; Homewood, Christine; Huss, Matthias; Kauzlaric, Martina; Liniger, Hanspeter; Rey, Emmanuel; Rist, Stephan; Schädler, Bruno; Schneider, Flurina; Weingartner, Rolf; 2013: MontanAqua. Anticiper le stress hydrique dans les Alpes – Scénarios de gestion de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (Valais). Résultats finaux et recommandations. ISBN 978-2-940368-20-4. Download: [www.hydrologie.unibe.ch/projekte/montanaqua.html](http://www.hydrologie.unibe.ch/projekte/montanaqua.html)

**Empfohlene Zitierweise:** Weingartner, Rolf; Schädler, Bruno; Reynard, Emmanuel; Bonriposi, Mariano; Graefe, Olivier; Herweg, Karl; Homewood, Christine; Huss, Matthias; Kauzlaric, Martina; Liniger, Hanspeter; Rey, Emmanuel; Rist, Stephan; Schneider, Flurina. 2014: MontanAqua: Wasserbewirtschaftung in Zeiten von Knappheit und globalem Wandel – Wasserbewirtschaftungsoptionen für die Region Crans-Montana-Sierre im Wallis. Forschungsbericht des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61, Bern. (ISBN 978-3-9524412-0-6).

**Erarbeitet und publiziert mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung».**



**Nachhaltige Wassernutzung**  
Nationales Forschungsprogramm NFP 61



**SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS**  
ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG

**Leitungsgruppe:** Prof. em. Christian Leibundgut (Präsident), Universität Freiburg i.Br.; Prof. Günter Blöschl, Technische Universität Wien; Prof. Dietrich Borchardt, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ, Leipzig; Ulrich Bundi (bis 2013), Eawag, Dübendorf; Prof. Bernd Hansjürgens, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ, Leipzig; Prof. Bruno Merz, GeoForschungsZentrum, Potsdam; Prof. i.R. (Universität Wien) Franz Nobilis, Ministerialrat im Lebensministerium (Sektion Wasser, Hydrographisches Zentralbüro), Wien

**Delegierte der Abteilung IV des Nationalen Forschungsrats:** Prof. Nina Buchmann, ETH Zürich

**Bundesvertreter:** PD Dr. Stephan Müller, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern

**Programmkoordinatorin:** Dr. Barbara Flückiger Schwarzenbach, Schweizerischer Nationalfonds SNF, Bern

**Leiterin Wissensaustausch:** Dr. Patricia Fry, Wissensmanagement Umwelt, Zürich

**Sprecher:** Dr. Bruno Schädler, Universität Bern

**Video, Videostills und -zitate:** Patricia Fry, Wissensmanagement Umwelt; Renata Grünenfelder, Halbbild Halbtou. **Layout und Grafik:** Esther Schreier, Basel; Guido Köhler, Binningen. **Druck:** Speedy Print AG, Basel. **Papier:** Lesbo Smooth White, FSC-zertifiziert, 120 g/m<sup>2</sup> (Inhalt), 240 g/m<sup>2</sup> (Umschlag). **Auflage:** 200 Expl. **Bilder Umschlag:** MONTANAQUA, Flurina Schneider (2X), Emmanuel Reynard, MONTANAQUA, Emmanuel Rey. Hintergrundfotos Beat Ernst, Basel. **Bilder:** Wenn nicht anders vermerkt, stammen die verwendeten Bilder (Videostills) aus den NFP 61-Videos «Einblick» und «Ausblick» des Projektes MONTANAQUA (siehe auch [www.nfp61.ch](http://www.nfp61.ch)).

## Inhalt

- 5 **Zusammenfassung**
- 7 **Die Ziele des Projektes MontanAqua**
  - 7 Das Nationale Forschungsprogramm NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung»
  - 8 Das Projekt MontanAqua
- 9 **Wie viel Wasser steht zur Verfügung?**
  - 9 Eine quantitative Antwort
  - 10 Variable Verfügbarkeit
  - 11 Genügend Wasser auch in Zukunft
- 11 **Welche Rolle spielt der Plaine-Morte-Gletscher**
  - 11 Eine wichtige Wasserressource
- 13 **Wie hoch ist der Wasserverbrauch**
  - 13 Unterschiedliche Nutzungen
  - 13 10 Millionen Kubikmeter Wasser pro Jahr
  - 14 Zukünftiger Wasserbedarf
- 17 **Wie sieht die Wasserbewirtschaftung heute aus?**
  - 17 Eine komplexe Materie
- 19 **Ist die Wasserbewirtschaftung nachhaltig?**
- 23 **Fünf Kernbotschaften und Empfehlungen**
- 27 **Weiterführende Literatur**



**Links:** Überblick über die Untersuchungsregion Crans-Montana-Sierre. (MONTANAQUA)

**Mitte:** Messung des Wasseräquivalentes der Schneedecke auf 2600 m über Meer im Januar 2011. Grosse Mengen von Wasser werden saisonal in der Schneedecke gespeichert. (Foto: Erika Schädler)

**Rechts:** Der Tseuzier-Stausee wird heute schon multifunktional genutzt für Wasserkraft und Bewässerungswasser. (MONTANAQUA)



## Zusammenfassung

Das nationale Forschungsprogramm NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung» des Schweizerischen Nationalfonds hat sich zum Ziel gesetzt, wissenschaftliche Grundlagen zur nachhaltigen Wasserbewirtschaftung in der Schweiz zu liefern. Als Teil dieses Forschungsvorhabens wurde im Rahmen des Projektes MontanAqua die Wasserbewirtschaftung der Region Crans-Montana-Sierre (Wallis) untersucht. Es ging dabei darum, in enger Zusammenarbeit mit den in der Region betroffenen Akteuren nachhaltige Wassernutzungsstrategien für die Zukunft zu entwickeln.

MontanAqua hat sich vertieft mit den bestehenden Systemen der Wasserbewirtschaftung auf der regionalen Skala (11 Gemeinden) auseinandergesetzt. Dazu wurden die zukünftigen Auswirkungen der klimatischen und sozioökonomischen Veränderungen einbezogen. Das Forschungsteam analysierte die aktuelle Situation anhand von quantitativen, qualitativen sowie kartografischen Methoden und kombinierte diese mit Modellberechnungen. Für die Modellierung der Zukunft wurden regionale Klimaszenarien und vier mit lokalen Akteuren entwickelte sozioökonomische Szenarien verwendet.

Dieser Überblick fasst die Resultate des Projektes MontanAqua zusammen. Fünf wesentliche Fragen werden beantwortet und fünf Kernbotschaften erläutert. Zudem sind Empfehlungen für die Verantwortlichen der regionalen und kantonalen Wasserbewirtschaftung formuliert.

**Links:** Tourismus spielt in Crans-Montana-Sierre eine grosse Rolle. (MONTANAQUA)

**Mitte:** Die Mitglieder der Begleitgruppe RegiEau haben vier regionale Entwicklungsszenarien und daraus folgende Visionen für die Zukunft erarbeitet. (Foto Flurina Schneider)

**Rechts:** Die interdisziplinär zusammengesetzte Forschungsgruppe setzte qualitative und quantitative Methoden ein. (MONTANAQUA)



**Links:** Der Tseuzier-Stausee mit einer Kapazität von 50 Millionen Kubikmeter Wasser. (Foto: Bruno Schädler)

**Mitte:** Wasser wird auch für künstliche Beschneigung verwendet. (MONTANAQUA)

**Rechts:** Grand Bisse de Lens – eine der vielen Suonen in der Region. (Foto: Emmanuel Rey)

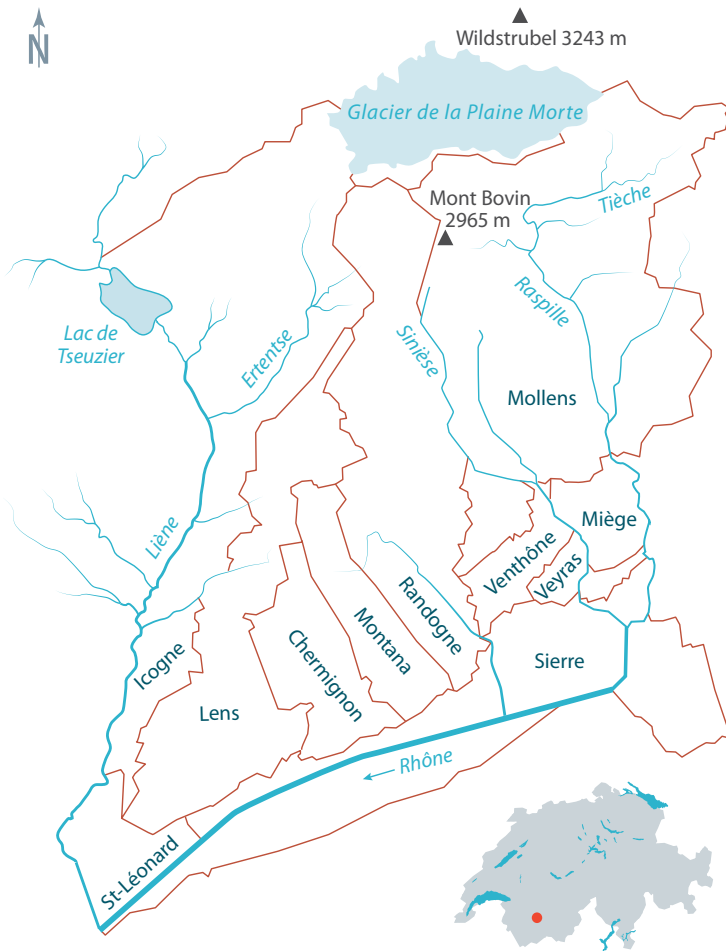


## Die Ziele des Projektes MontanAqua

### Das Nationale Forschungsprogramm NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung»

Ausreichende Wasservorkommen sind von zentraler Bedeutung für den Wohlstand und die Entwicklung der Gesellschaft. Klimaveränderungen wie auch gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklungen beeinflussen die Verfügbarkeit und die Nachfrage nach Wasser stark. In trockenen Regionen der Alpen wie etwa dem Wallis, dem Aostatal, dem Tal der Durance oder im Engadin könnte in Zukunft der Umgang mit Wasser kritisch werden.

Um auf die Herausforderungen der Gesellschaft in Bezug auf die Wasserbewirtschaftung in der Schweiz antworten zu können, hat der Bundesrat den Schweizerischen Nationalfonds (SNF) beauftragt, ein Nationales Forschungsprogramm zum Thema der nachhaltigen Wasserbewirtschaftung zu lancieren. Dieses Nationale Forschungsprogramm wurde als NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung» zwischen 2010 und 2014 durchgeführt und hatte zum Ziel, wissenschaftliche Grundlagen für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wasservorkommen in der Schweiz zu erarbeiten.



**Abb. 1:** Region Crans-Montana-Sierre (VS): das Untersuchungsgebiet von MontanAqua (100 km<sup>2</sup>).  
MONTANAQUA

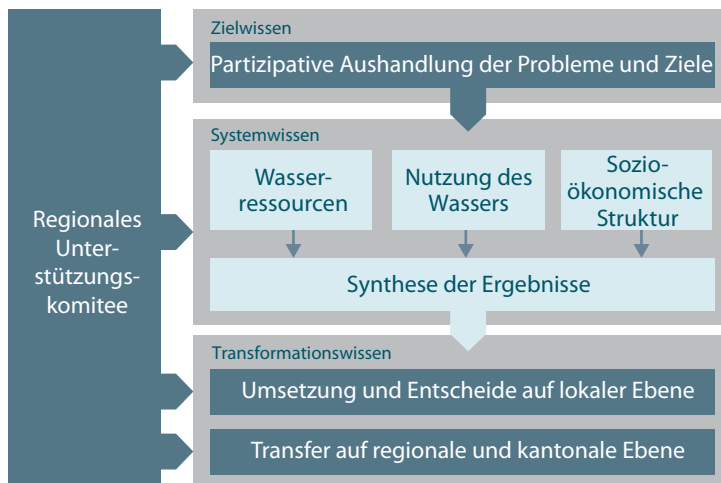
### Das Projekt MontanAqua

Das Projekt MontanAqua ist eines der 16 Projekte, welches im Rahmen des NFP 61 ausgeführt worden ist. Es wurde gemeinsam von den Geographischen Instituten der Universitäten Bern, Fribourg und Lausanne bearbeitet. Das Hauptziel der Studie war, die aktuelle Wasserbewirtschaftung in der Region Crans-Montana-Sierre (Wallis) zu untersuchen und mögliche zukünftige Strategien für eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung zu entwickeln. Diese Arbeiten wurden in enger Zusammenarbeit mit Vertretern aus der Region, die in der Wasserwirtschaft aktiv sind, ausgeführt.

Das Projekt MontanAqua wurde in der Region zwischen dem Talboden der Rhone um Sierre im Süden und dem Plaine-Morte-Gletscher im Norden sowie zwischen der Liène im Westen und der Raspille im Osten auf dem Gebiet von 11 Walliser Gemeinden durchgeführt (Abb. 1). Verschiedene Wassernutzungen finden sich in dieser Region und entsprechend vielfältig sind die wasserwirtschaftlichen Aktivitäten in den Gemeinden. Die notwendigen Infrastrukturen für die Wasserversorgung wurden im Verlauf der Zeit immer wieder angepasst und entsprechend entwickelte sich ein komplexes System für die Wassergewinnung und -verteilung.

Mehrere Arbeitsschritte waren nötig, um die notwendigen Grundlagenkenntnisse zu erarbeiten: mit einer detaillierten Studie wurden die aktuellen wasserwirtschaftlichen Systeme auf regionaler Ebene in den 11 Gemeinden analysiert. Zudem musste der Einfluss der kommenden Umweltveränderung (z.B. Klimaänderung) und der Veränderungen der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen auf die zukünftigen Wasserressourcen untersucht werden. Diese umfangreichen Studien wurden in drei wissenschaftliche Teilprojekte aufgeteilt: Wasserressourcen, Nutzung des Wassers, und Sozio-ökonomische Struktur.

Abb. 2: Der Forschungsansatz und die Struktur des Projektes MontanAqua.



sozioökonomische Struktur (vgl. Abb. 2). Dazu wurden vier Doktorarbeiten durchgeführt und zusätzlich wurde das Projekt durch eine Postdoc-Forscherin koordiniert, welche auch die gesamten Synthesarbeiten leitete. Jedes Teilprojekt analysierte die heutige Situation und schätzte die zukünftige Situation um das Jahr 2050 ab.

Die Forschenden haben neben quantitativen Analysemethoden auch qualitative und kartographische Methoden angewandt. Modellberechnungen standen zusätzlich im Zentrum. Sie dienten vor allem auch dazu, die zukünftige Situation abschätzen zu können. Für die Modellierung der Zukunft wurden bestehende regionale Klimaszenarien verwendet und zusätzlich zusammen mit den regionalen Akteuren vier sozioökonomische Szenarien erarbeitet. Diese Akteure – die Begleitgruppe RegiEau – setzten sich aus politischen Vertretungen der Gemeinden und Vertretungen der Wassernutzer zusammen.

Dieser Bericht umfasst die wichtigsten Schlussfolgerungen des Forschungsprojektes. Sie werden hier um fünf Forschungsfragen und fünf Botschaften gruppiert und umfassen Empfehlungen für die Verantwortlichen der regionalen und kantonalen Wasserwirtschaft. Im Literaturverzeichnis sind wichtige Publikationen zum Projekt aufgeführt. Zudem gibt die Gesamtsynthese des NFP 61 einen zusammenfassenden Einblick in die Schlussresultate, eingebettet in die Resultate der anderen 15 Projekte.

## Wie viel Wasser steht zur Verfügung?

### Eine quantitative Antwort

Ein dichtes temporäres klimatologisches und hydrologisches Messnetz lieferte die Grundlagendaten, welche in den Dissertationen von Martina Kauzlaric und Emmanuel Rey wissenschaftlich verarbeitet wurden. Zudem umfassten die glaziologischen Untersuchungen durch Matthias Huss und die umfangreichen Tracerversuche auf dem Plaine-Morte-Gletscher Grundlagen zur Wasserverfügbarkeit und zu ihrer Variabilität aus dieser hoch gelegenen Region heute und in Zukunft (Abb. 3, 4 und 5). In der gesamten Region Crans-Montana-Sierre stehen im Durchschnitt etwa 140 Millionen Kubikmeter Wasser pro Jahr zur Verfügung (Tab. 1).

**Tab. 1:** Wasserverfügbarkeit in der Region Crans-Montana-Sierre (in Mio. m<sup>3</sup>). Zahlen für 2007, 2010 und 2011. In Klammern in Prozent des Mittelwertes 2007–2011.

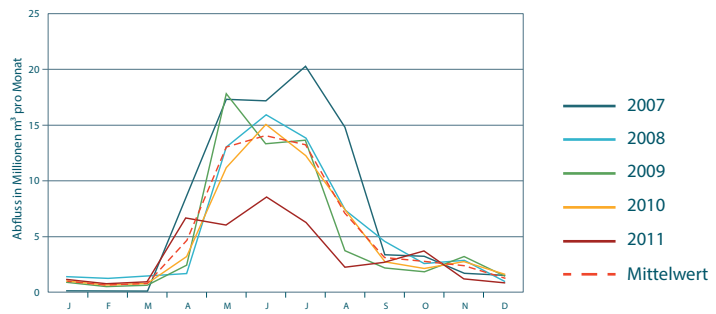
	Winter (Oktober–März)	Sommer (April–September)	Jahr
Mittelwert 2007–2011	17	123	140
2007 – feuchtes Jahr	16 (94%)	160 (130%)	176 (126%)
2010 – normales Jahr	16 (94%)	121 (102%)	137 (98%)
2011 – trockenes Jahr	19 (112%)	88 (72%)	107 (76%)
Mittelwerte 2037–2041	18	124	142
Veränderung 2037–2041 im Vergleich zu 2007–2011 (in %)	+ 7%	+ 1%	+ 1,5%

### Variable Verfügbarkeit

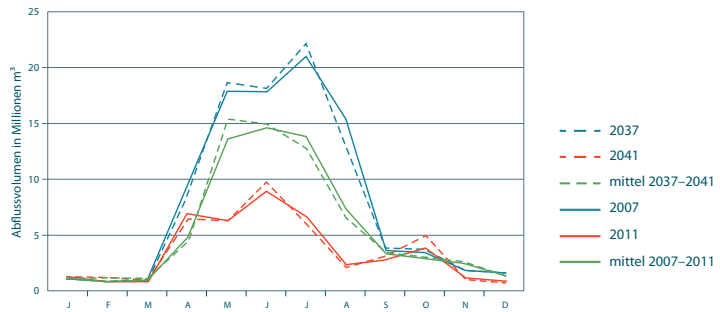
Das Wasser steht nicht immer in gleicher Menge zur Verfügung. Im kalten Winterhalbjahr, von Oktober bis März, fließt nur wenig Wasser aus den Quellen und in den Bächen der Region (Abb. 3). Die Schmelzwassersaison dauert heute vom April bis zum September, wobei von Mai bis Juli maximale Abflüsse zu beobachten sind, die dann in der zweiten Hälfte des Sommers wieder deutlich abnehmen. Die zur Verfügung stehenden Wasservolumen sind demnach im Sommer viel grösser wie im Winterhalbjahr.

Natürlich sind die Abflüsse besonders abhängig vom Regen und von der Mächtigkeit der winterlichen Schneedecke. Bei Trockenheit, kombiniert mit einer dünnen Schneedecke im Frühjahr, muss mit erheblich geringeren Abflüssen gerechnet werden. So haben im Jahre 2011 wegen einer trockenen Periode im Frühjahr die Abflüsse nur 76% des Mittelwertes über die 5 Jahre 2007–2011 erreicht (Tab. 1).

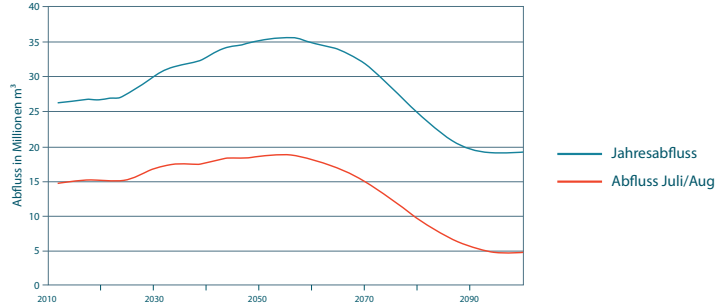
**Abb. 3:** Aktuelle Verfügbarkeit von Wasser in der Untersuchungsregion «Ost» (von der Ertentse bis zur Tièche, vgl. Abb. 1). Dies sind die wichtigsten Gebiete für die Trinkwasserversorgung der Region Crans-Montana-Sierre.



**Abb. 4:** Verfügbarkeit der Wasserressourcen heute und in Zukunft in der Region «Ost» (von der Ertentse bis zur Tièche, vgl. Abb. 1).



**Abb. 5:** Zukünftiger Verlauf der Abflüsse vom Plaine-Morte-Gletscher.





### Genügend Wasser auch in Zukunft

Bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts verändert sich die jahreszeitliche Verteilung der Abflüsse gegenüber heute nur wenig (Abb. 4). Im Winter fliesst gegenüber heute etwas mehr Wasser ab und die saisonale Hochwasserspitze verschiebt sich vom Juni in den Mai. Das mittlere Wasserangebot verändert sich kaum (+1,5%; Tab. 1). Allerdings dürften Trockenperioden, die mit 2003 oder 2011 vergleichbar sind, häufiger vorkommen. Die Abflüsse dürften auch im Spätsommer (August–September) gegenüber heute kleiner werden. Schliesslich muss man sich auch auf grössere Schwankungen von Jahr zu Jahr einstellen.

**Links:** Baltschieder mit Schmelzwasser vom Bietschhorngletscher. (MONTANAQUA)

**Mitte:** Färbversuche auf dem Plaine-Morte-Gletscher im Sommer 2011. (Foto: Emmanuel Rey)

**Rechts:** Karstquelle Lourantse. (Foto: Emmanuel Rey)

### Schlussfolgerung

Zurzeit verfügt das Gebiet über reichliche Wasserressourcen. In Zukunft werden sie durchschnittlich nur geringfügig abnehmen. Trockenperioden werden jedoch häufiger auftreten und das Wasser könnte zeitweise knapp werden, insbesondere in der zweiten Sommerhälfte (August–September).

## Welche Rolle spielt der Plaine–Morte–Gletscher?

### Eine wichtige Wasserressource

Mit einer Fläche von 8,4 km<sup>2</sup> und einem Volumen von 0,8 km<sup>3</sup> stellt der Plaine-Morte-Gletscher eine bedeutende Wasserreserve in Form von Eis dar. Die mittlere Dicke des Gletschers liegt zurzeit bei 96 m, mit einem Maximum bei rund 235 m. Zurzeit verliert der Gletscher jedes Jahr rund einen Meter Eisschicht, wobei die Verluste in trockenen und warmen Jahren wie 2011 durchaus auch zwei Meter sein können. Glaziologische Modellrechnungen durch Matthias Huss zeigen, dass der Plaine-Morte-Gletscher bis 2080 vollständig abgeschmolzen sein dürfte.

Jedes Jahr fliessen vom Einzugsgebiet des Gletschers rund 28 Mio. m<sup>3</sup> Wasser ab, davon alleine im Juli/August etwa 60% (Abb. 5). Mit der Temperaturerhöhung schmilzt der Gletscher immer stärker ab, besonders nach 2025. Dann stabilisieren sich die Abflüsse zwischen 2040 und 2060 bei etwa 37 Mio. m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr, bevor sie wegen der rasch kleiner werdenden Fläche schnell abnehmen und nach 2090 weniger als 18 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr erreichen.

Der Plaine-Morte-Gletscher liegt in einer Karstregion, die von Kalkgesteinen geprägt ist. Deshalb fliesst hier ein grosser Teil des Was-

sers unterirdisch ab. Allerdings wusste man bisher wenig über die Mengen und die Wege des unterirdisch abfliessenden Wassers. In den Jahren 2011 und 2012 wurden deshalb grosse Färbversuche mit fluoreszierenden Tracern und auch Messungen der isotopischen und chemischen Zusammensetzung sowie Modellrechnungen der Abflusswege im Karst durchgeführt. Es zeigte sich, dass während der intensiven Schmelzsaison der Wasserstand innerhalb des Gletschers stark anstieg, sich an der Basis des Gletschers subglaziale Kanäle ausbildeten und durch diese das Schmelzwasser in Richtung Norden zum Trübbach (Simmental) abgeleitet wurde. Bei geringerer Wasserzufuhr auf dem Gletscher war der Wasserstand innerhalb des Gletschers jedoch niedrig und das Wasser sickerte mehrheitlich in den karstigen Untergrund ein und erreichte schliesslich unterirdisch südwärts die Quellen in der Region des Tseuzier-Stausees im Einzugsgebiet der Liène, insbesondere die grosse Karstquelle Loquesse. Die Messungen der natürlichen Isotope und der chemischen Zusammensetzung der Quellen und Bäche auf dem Hochplateau von Crans-Montana zeigten, dass zu Beginn des Sommers hauptsächlich Schneeschmelzwasser, in der zweiten Hälfte des Sommers jedoch vor allem Schmelzwasser des Gletschers die Quellen und Bäche speisen.

In Zukunft müssen verschiedene Auswirkungen der Klimaänderung erwartet werden. Die kleinen Seen, die sich am Rand des Gletschers bilden, werden zahlreicher und grösser. Plötzliche Ausbrüche mit entsprechenden Hochwässern und Schäden im Simmental sind zu erwarten und wurden in der Zwischenzeit auch schon beobachtet. Nach 2060, wenn der Gletscher deutlich kleiner sein wird, könnte sich die Aufteilung der Abflüsse in Richtung Nord und Süd ändern. Dies hängt aber stark vom Zustand der Felsoberfläche ab, die heute noch unter dem Gletscher verborgen ist. Die Aufteilung zwischen den Abflüssen an der Oberfläche und denjenigen, die in den kalkigen Untergrund infiltrieren, wird – neben der Topografie – vom Vorkommen von feinem Material der Grundmoräne beeinflusst, welches den Karst abdichten könnte. Die Verminderung der Schmelzwasserabflüsse vom Gletscher dürfte dazu führen, dass im Spätsommer die Karstquellen weniger Wasser führen werden.

### Schlussfolgerung

Mit einem Volumen von 0,8 km<sup>3</sup> stellt der Plaine-Morte-Gletscher einen bedeutsamen Wasserspeicher dar. Im Sommer fliesst heute der grössere Teil des Schmelzwassers Richtung Norden, in der übrigen Zeit gelangt das Wasser eher auf die Walliser Seite (namentlich über die Quellen der Loquesse ins Einzugsgebiet der Liène). Wegen des Gletscherschwundes werden die Abflüsse aus dem Gletscher bis ca. zum Jahr 2060 zunehmen (und v.a. Richtung Norden erfolgen), bevor sie dann stark zurückgehen. Nach dem Verschwinden des Gletschers um 2080 dürfte der unterirdische Teil des Abflusses zunehmen. Die Beiträge des Einzugsgebietes der Plaine Morte bleiben weiterhin bedeutend (ca. 18 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr). Die Abflüsse im Hochsommer – v.a. aus der Schneeschmelze – werden allerdings stark abnehmen.



## Wie hoch ist der Wasserverbrauch?

### Unterschiedliche Nutzungen

Die wichtigsten Nutzungen sind die Trinkwasserversorgung, die Bewässerung, die Wasserkraftnutzung und die Nutzungen für touristische Zwecke, insbesondere die künstliche Beschneigung und die Bewässerung der Golfplätze. Neben diesen quantifizierbaren Nutzungen müssen noch die vom Gewässerschutzgesetz verlangten Restwassermengen in den Fließgewässern sowie eher immaterielle oder qualitative Nutzungen wie das Wasser als Landschaftselement oder als Lebensraum gezählt werden, welche allerdings im Projekt MontanAqua nicht speziell untersucht wurden.

Die Wasserkraftnutzung ist nicht eine Nutzung, welche das Wasser im eigentlichen Sinne verbraucht, die es jedoch – hier 60 bis 80 Millionen Kubikmeter pro Jahr – aus dem Gewässersystem vorübergehend abzweigt. Die genaue Quantifizierung der übrigen Nutzungen war recht schwierig: Homogene Daten über mehrere Jahre zu sammeln, war fast unmöglich, gewisse Daten waren nicht zugänglich und für einzelne Nutzungen wie z. B. die Bewässerung gab es keine Messdaten. Schliesslich wurden die aktuellen Nutzungen für ein durchschnittliches Jahr (2010) und ein trockenes Jahr (2011) aufbereitet (Abb. 6).

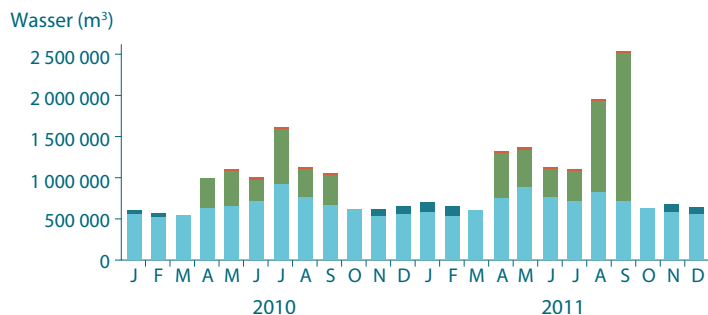
### 10 Millionen Kubikmeter Wasser pro Jahr

Im Jahr 2010 wurden 7,7 Mio. m<sup>3</sup>, im Jahr 2011 8,2 Mio. m<sup>3</sup> Trinkwasser verbraucht (Tab. 2). Der Pro-Kopf-Verbrauch ist in den 11 Gemeinden sehr unterschiedlich, in einigen Gemeinden liegt er im schweizerischen Durchschnittsverbrauch (115 m<sup>3</sup> pro Einwohner und Jahr), in anderen ist er deutlich höher. Der Wasserbedarf schwankte von

**Links:** Die Wasserkraft zweigt in Crans-Montana 60 bis 80 Millionen Kubikmeter Wasser pro Jahr vorübergehend ab. (MONTANAQUA)

**Mitte:** Die Trinkwassernutzung ist eine der wichtigsten Wassernutzungen. (MONTANAQUA)

**Rechts:** Für die Bewässerung wird viel mehr Wasser gebraucht als für die künstliche Beschneigung und die Golfanlagen. (MONTANAQUA)



**Abb. 6:** Wassernutzungen (ohne Wasserkraftnutzung) in der Region Crans-Montana-Sierre. 2010 war ein vergleichsweise normales, 2011 ein trockenes Jahr.

- Trinkwasser
- Bewässerung
- Beschneigungsanlagen
- Golfplatz-Bewässerung

Monat zu Monat ganz unterschiedlich, und zwar abhängig von der sozioökonomischen Struktur und der geografischen Lage der Gemeinde. Etwa ein Achtel der Trinkwassermenge wurde für die Bewässerung von Gärten und Rasenplätzen verwendet. Für die Bewässerung des landwirtschaftlichen Graslandes und der Rebberge konnte mit Modellrechnungen, welche das Klima und die landwirtschaftlichen Parameter (Art der Böden und Kulturen) berücksichtigen, der Verbrauch abgeschätzt werden: 2,4 Mio. m<sup>3</sup> für das Jahr 2010 und 4,8 Mio. m<sup>3</sup> für 2011, was weniger ist, als das durch die Suonen (Wasserkanäle) in der Region zugeführt wird (ca. 5–6 Mio. m<sup>3</sup>/a). Für das Dürrejahr 2003 wurde der Bewässerungsbedarf auf 7,3 Mio. m<sup>3</sup> abgeschätzt. Die Bewässerung der Golfanlagen benötigte im Jahr 2010 85 000 m<sup>3</sup>, im Jahr 2011 jedoch 92 000 m<sup>3</sup> Wasser. Für die künstliche Beschneigung wurden in der Wintersaison 2009/2010 300 000 m<sup>3</sup> und in der Saison 2010/2011 450 000 m<sup>3</sup> Wasser verwendet. Insgesamt wurden (ohne Wasserkraftnutzung) im Jahr 2010 10,5 Mio. m<sup>3</sup> Wasser, im Jahr 2011 13,6 Mio. m<sup>3</sup> verbraucht. Je nach Saison schwanken die Nutzungen sehr stark (Abb. 6). Obwohl die Verbrauchszahlen im Winter kleiner sind, bedeutet die Nachfrage nach Wasser während der Wintersaison einen grossen Druck auf die Wasserressourcen (vor allem im Februar). Dies gilt insbesondere für die Tourismusorte, weil dann die Quellen und Fließgewässer Niedrigwasser führen.

### Zukünftiger Wasserbedarf

Basis für die Modellierung des zukünftigen Wasserbedarfs waren einerseits die Schweizerischen Klimaszenarien CH2011 gültig für die Zeitperiode 2021–2050 in Montana und andererseits die vier Visionen über die sozioökonomischen und landschaftlichen Entwicklungen, welche zusammen mit der regionalen Begleitgruppe RegiEau erarbeitet wurden. Diese Entwicklungsszenarien ermöglichten – abhängig von der Wahl der zukünftigen Entwicklungen in den kommenden Jahren –, verschiedene mögliche zukünftige Zustände zu beschreiben.

**Tab. 2:** Wasserbedarf in der Region Crans-Montana-Sierre (gerundete Zahlen, in Mio. m<sup>3</sup>). Aktuelle Werte und Veränderungen in der Zukunft für verschiedene Visionen.

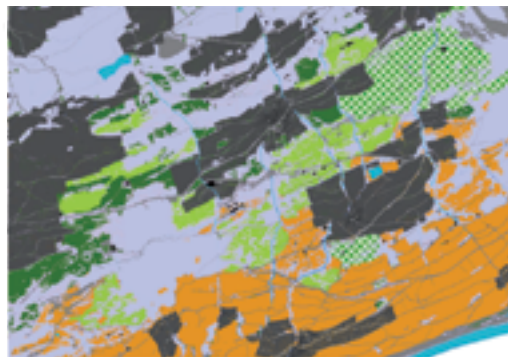
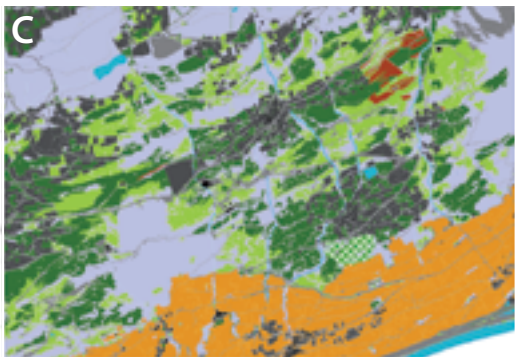
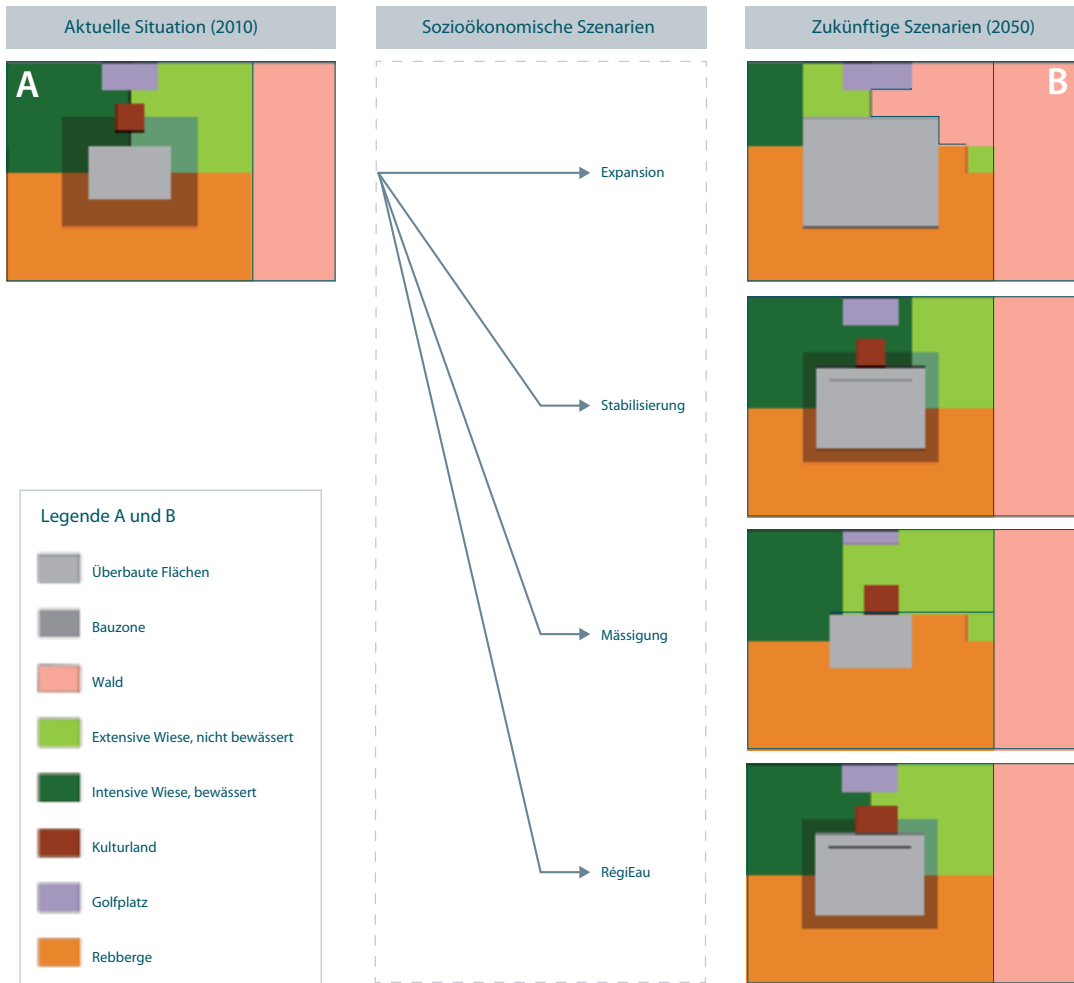
	Trinkwasser	Landwirtschaftliche Bewässerung	Bewässerung Golfplätze	Beschneigung der Skipisten	Total (in Klammern maximaler Bedarf)	Wasserkraft
2010 – normales Jahr	7,7	2,4	0,08	0,3	10,5	67,5
2011 – trockenes Jahr	8,2	4,8	0,09	0,45	13,6	61,2
künftiger Bedarf Vision 1a	+33,5%	-18,7%	+7,8%	+77%	+24 (+59)	?
künftiger Bedarf Vision 1b	+23,1%	-24,8%	+7,8%	+77%	+24 (+48)	?
künftiger Bedarf Vision 2	+7,6%	+32,6%	+14,5%	-19%	+19 (+60)	?
künftiger Bedarf Vision 3	-9,6/-16,8%	-34%	+6,8%	-100%	-13(+18)	?
künftiger Bedarf Vision 4 (RegiEau)	+7,6%	-0,2%	+5,8%	-19%	-3 (+49)	?



Das Entwicklungsszenario «Wachstum» (Vision 1) sieht eine Verstärkung des Tourismus auf der Basis des Wintersporttourismus vor sowie eine Konzentration der Landwirtschaft auf diejenigen Flächen, welche eine intensive Landwirtschaft ermöglichen. Dieses Szenario beinhaltet auch ein stetiges (Vision 1a) bzw. zunehmendes Wachstum (Vision 1b) der Bevölkerung. Die Vision 2 «Stabilisierung» umfasst ein mässiges Wachstum der Bevölkerung, einen Tourismus, der sich ausgeglichener auf Winter- und Sommeraktivitäten verteilt, und eine Stabilisierung der heute vorhandenen Landwirtschaft. Die Vision 3 «Mässigung» bedeutet eine Verkleinerung der heutigen Bevölkerung in der Region, eine qualitative Neuorientierung des Tourismus (keine künstliche Beschneidung, Schrumpfung des Wintertourismus, Entwicklung eines sanften Tourismus), eine Verdopplung der minimalen Restwassermengen in den Fliessgewässern sowie die Entwicklung einer extensiven Landwirtschaft. Zudem sollen Wassersparmassnahmen wie Tröpfchenbewässerung, Regenwasserrückhalt für Einzelhäuser etc. gefördert werden. Die durch die Mitglieder der Begleitgruppe entwickelte Vision 4 «RegiEau» umfasst schliesslich einen Mittelweg zwischen den Visionen «Stabilisierung» und «Mässigung». Sie umfasst entsprechend wichtige Veränderungen gegenüber der heutigen Situation. Diese Visionen wurden nun im Detail rechnerisch umgesetzt auf entsprechend andere Bodennutzungen (Abb. 7). Anschliessend konnte für jede Vision der veränderte Wasserbedarf berechnet werden. Für die Visionen 1 und 2 würde der mittlere Wasserbedarf (ohne Wasserkraftnutzung) um etwa 20 bis 25% steigen, für die Visionen 3 und 4 jedoch leicht sinken (Tabelle 2). Der maximale Bedarf jedoch könnte ziemlich stark steigen (+60% für die Vision 2), insbesondere in der Sommersaison wegen der Nachfrage nach Bewässerungswasser. Betrachtet man die einzelnen Monate (Abb. 8), so wird insbesondere im Spätsommer (August/September) der Druck auf die Wasserressourcen deutlich grösser werden.

### Schlussfolgerung

Der aktuelle Wasserverbrauch (ohne Wasserkraft) beträgt 10,5 bis 13,5 Millionen Kubikmeter Wasser pro Jahr, was weniger als 10% der verfügbaren Wasserressourcen entspricht (140 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr). Für die Wasserkraft werden jährlich 60 bis 80 Mio. m<sup>3</sup> Wasser abgeleitet. Je nach sozioökonomischem Szenario dürften die zukünftigen mittleren Nutzungen zunehmen oder leicht abnehmen. Der maximale Bedarf hingegen (zum grossen Teil für die Bewässerung) könnte während trockener Jahre stark zunehmen (um rund 60% im Szenario 2). Der allgemeine Druck auf die Wasserressourcen in der zweiten Sommerhälfte (August/September) wird steigen.



**Abb. 7:** Methodik zur Bestimmung des zukünftigen Wasserbedarfs. Ausgehend von der aktuellen Bodennutzung (A) wurden die Veränderungen der Flächen für jede Vision berechnet (B). Eine fiktive Verteilung der Bodennutzungen wurde dann kartografisch festgehalten (C: links heute, rechts die Zukunft). So konnte der potenzielle Wasserbedarf für jede Bodennutzung bzw. jede Vision berechnet werden.

## Wie sieht die Wasserbewirtschaftung heute aus?

### Eine komplexe Materie

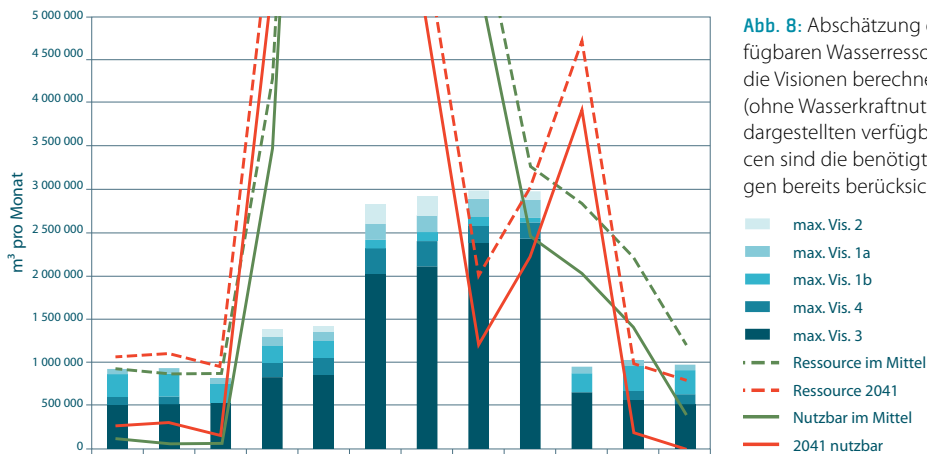
Die Untersuchungen zum heutigen Wassermanagement wurden hauptsächlich durch Christine Homewood während ihrer Doktorarbeit durchgeführt und haben zu unterschiedlichen Erkenntnissen geführt.

Drei verschiedene Modelle zur Trinkwasserbewirtschaftung konnten identifiziert werden, welche zur Komplexität des heutigen Systems geführt haben: (1) Ein Modell, welches auf die Gemeindebehörden ausgerichtet ist; (2) ein gemischtes Modell mit einer interkommunalen und kommunalen Verwaltung des Wassers; und (3) eine an die Industriellen Betriebe delegierte Verwaltung in Sierre. Diese Modelle widerspiegeln sich in drei völlig unabhängigen Leitungsnetzen für die Verteilung des Trinkwassers: eines für die 6 Gemeinden der Hochebene, das Verteilnetz für Sierre und Umgebung sowie eines für die Gemeinde St-Léonard (Abb. 9).

Die Verteilung der Wasserressourcen geschieht nicht aufgrund der wirklichen Bedürfnisse, sondern in Funktion der bestehenden Wasserrechte. So entstehen verschiedene Ungleichheiten, wenn man die zur Verfügung stehenden Wasserressourcen der Gemeinden und der Nutzergruppen berücksichtigt, z.B. in Bezug auf die verfügbaren Mengen, die Speicherkapazitäten oder auch die zeitliche Beschränkung des Bedarfs. Diese Situation war der Grund für das Entstehen eines eigentlichen Trinkwassermarktes auf regionaler Ebene.

Offenbar hat niemand einen vollständigen Überblick über die Wasserrechte der Region, sodass eine fortwährende rechtliche Unklarheit zu beobachten ist.

In Bezug auf die wasserwirtschaftliche Steuerung scheint die Technik die Politik zu dominieren. Das heisst, die wasserwirtschaftliche Steuerung basiert auf den täglichen Erfahrungen der Techniker im Feld und auf verschiedenen in der Praxis bewährten Vorgehensweisen sowie auch auf formellen oder informellen Vereinbarungen, welche















**Abb. 8:** Abschätzung der in Zukunft verfügbaren Wasserressourcen und des für die Visionen berechneten Wasserbedarfs (ohne Wasserkraftnutzung). In den hier dargestellten verfügbaren Wasserressourcen sind die benötigten Restwassermengen bereits berücksichtigt.

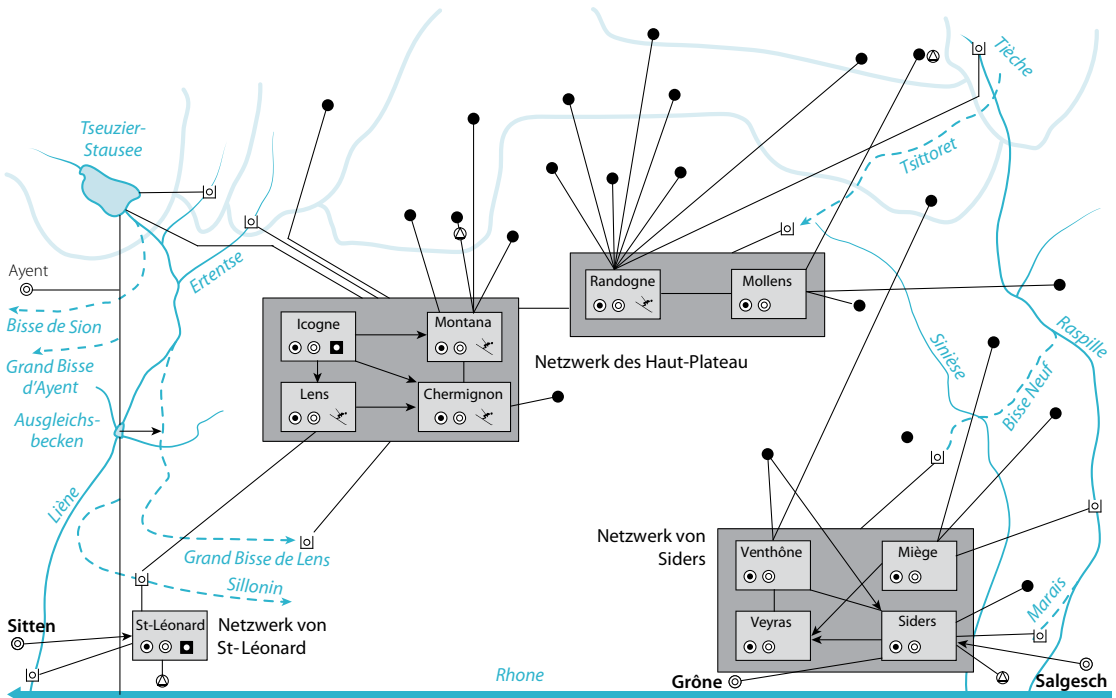
letztlich eine sehr anpassungsfähige Steuerung der Verteilsysteme ermöglichen. Das bedeutet gleichzeitig, dass sich das Wassermanagement auf die Veränderungen im Wasserbedarf ausrichtet und sich damit in einer ständigen Anpassung befindet. Dadurch werden auch parallele Strukturen im Wasserbereich betrieben, nicht zuletzt eine Folge von einer nicht existierenden langfristigen Strategie der Politik. Im Verlauf der letzten Jahre haben die meisten Gemeinden ein Fernsteuerungssystem für das Wasserverteilnetz eingerichtet, welches eine tägliche genaue Steuerung des Verteilsystems ermöglicht. Andererseits wurden aber wenig Investitionen und Anstrengungen unternommen, um die Wirksamkeit des heutigen Wassermanagements zu überprüfen. Auch konnten wir keine Anstrengungen zur mittelfristigen (10–15 Jahre) proaktiven Planung erkennen.

Die sogenannte Angebotssteuerung, welche die Verfügbarkeit von Wasser mit Hilfe von Investitionen in die Infrastruktur garantiert, dominiert ganz klar eine wünschbare Nachfragesteuerung, welche durch Praxisänderungen versucht, den Wasserbedarf zu reduzieren und die verschiedenen Nutzungen besser untereinander zu koordinieren.

Wir konnten im Rahmen dieser Arbeit die ökonomische Wirksamkeit des wasserwirtschaftlichen Systems und ihre Leistung nicht untersuchen. Hingegen konnten wir zwischen den Gemeinden grosse Unterschiede in den Kosten des Wassers pro Einwohner und in generell tiefen Wasserpreisen feststellen. Die Wasserverteiler sollten im Prinzip durch die Wasserlieferung weder Gewinne noch Verluste realisieren: Der Wasserpreis sollte also die Kosten für die Wasserproduk-

Abb. 9: Wasserversorgungssysteme in der Region Crans-Montana-Sierre.

-  See
-  Fluss/Bach
-  Bisse/Wasserleitung
-  Teilinzugsgebiet
-  Weiterleitung von Wasser
-  Quellen
-  Bohrlöcher
-  Wasserfassung
-  Wasserkraft
-  Verteilnetzwerk
-  Bewässerungsnetzwerk
-  Beschneigungsanlagen





tion decken. In der Schweiz liegen die Kosten für das Trinkwasser im Haushalt gemäss dem Schweizerischen Verein des Gas- und Wasserfach-SVGW bei 30 Rappen pro Person und Tag. Aufgrund der Gemeindeabrechnungen der Region betragen die Wasserkosten in der Region zwischen 0,3 und 2 Franken pro Einwohner und Tag, wobei es sich hier nicht nur um die Kosten für das Wasser im Haushalt handelt. Obwohl die genaue Berechnung der Kosten für Trinkwasser in den Gemeinden schwierig ist, wurde klar, dass in einem Grossteil der Gemeinden Quersubventionen fließen. Einige Gemeinden verfügen sogar über einen speziellen Fonds «Trinkwasser», welcher ihnen erlaubt, die Abrechnungen auszugleichen (Abb. 10), und damit oft ein System mit strukturellen Defiziten stützt.

### Schlussfolgerung

Die aktuelle Wasserbewirtschaftung zeichnet sich durch eine starke Fragmentierung aus. Dabei nimmt die Wasserangebotssteuerung eine wichtigere Stellung ein als die Nachfragesteuerung. Auch ist eine Vorherrschaft der Technik über die Politik zu beobachten wie auch eine grosse Komplexität in der Gesetzgebung, die sich durch zahlreiche Vereinbarungen und informelle Rechte ausdrückt. Der Preis des Wassers ist im nationalen und internationalen Vergleich generell eher tief.

## Ist die Wasserbewirtschaftung nachhaltig?

Die Wasserbewirtschaftung ist dann nachhaltig, (1) wenn die verfügbaren Ressourcen die nachhaltige Regionalentwicklung unterstützen, (2) wenn die ökologische Integrität der Gewässer gewährleistet ist, (3) wenn die Gerechtigkeit unter den verschiedenen Nutzern gesichert ist und (4) wenn das Gesamtsystem eine genügend grosse Anpassungsfähigkeit hat. Jedes dieser vier Kriterien wurde für die Nachhaltigkeitsbeurteilung in Teilkriterien unterteilt, welche dann jeweils einzeln beurteilt wurden. Diese Analyse wurde durch Flurina Schneider entwickelt und koordiniert (Abb. 11 und 12).

Das heutige Wassermanagement (Abb. 11) kann aus sozioökonomischer Sicht (Unterstützung der Regionalentwicklung) als nachhaltig beurteilt werden. Es befriedigt die Nachfrage nach Trinkwasser, es hat die Entwicklung von hervorragenden Angeboten für Freizeit und Erholung ermöglicht und es führte dazu, dass die Wasserkraftnutzung eine bedeutende Rolle für die Ökonomie der Region spielt. Die Nach-

**Links:** Wasserverteilungskanal (Suone) für die traditionelle Wiesenbewässerung. (Foto Bruno Schädler)

**Mitte:** Die von der Begleitgruppe RegiEau entwickelten regionalen Entwicklungsszenarien wurden durch die Forschenden auf ihre Nachhaltigkeit geprüft. (Foto Hanspeter Liniger)

**Rechts:** Mit dem Nachhaltigkeitsrad werden vier Dimensionen der Nachhaltigkeit bewertet und kommuniziert. (MONTANAQUA)



**Links:** Golfplatz. (MONTANAQUA)  
**Mitte:** Rebbau. (MONTANAQUA)  
**Rechts:** Wasserkraftnutzung.  
 (MONTANAQUA)

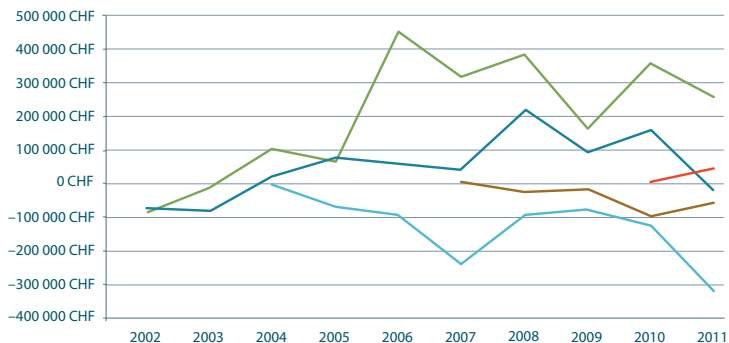
haltigkeit der Landwirtschaft wurde nur als mittel beurteilt, weil ein nicht vernachlässigbarer Teil der Bewässerung mit Trinkwasser erfolgt. Die Gewässerbewirtschaftung ist im Hinblick auf die ökologische Integrität und die Anpassungsfähigkeit als mässig nachhaltig beurteilt worden, mit Ausnahme des quantitativen Gewässerschutzes (Beachtung des minimalen Restwassers im Sinne des eidgenössischen Gesetzes über den Gewässerschutz), der die Beurteilung «sehr schlecht» erhielt. Für die Belange der Gerechtigkeit wurde eine geringe Nachhaltigkeit festgestellt, hauptsächlich weil nicht alle Bürgerinnen und Bürger einen gleichwertigen Zugang zum Wasser haben und sie zudem je nach Wohnort ganz unterschiedliche Preise für das Wasser bezahlen müssen.

In der Zukunft (Abb. 12) dürfte die Vision 1 (Wachstumsszenario mit Weiterführung der bisherigen Entwicklungen) zu einer deutlich verminderten Nachhaltigkeit der Wasserbewirtschaftung führen. Die Visionen 2 und 4 (RegiEau, mit bester Übereinstimmung unter den lokalen Akteuren) würden die Nachhaltigkeit der Wasserbewirtschaftung gegenüber heute verbessern. Mit zusätzlichen Massnahmen zur Verbesserung der Gerechtigkeit und der Anpassungsfähigkeit (Vision 3 mit dem Szenario «Mässigung») würde die Nachhaltigkeit zusätzlich verbessert.

**Abb. 10:** Verlauf der den Wasserfonds der Gemeinden zugewiesenen Geldmengen.

- Chermignon
- Icogne
- Lens
- Mollens
- Sierre

Entwicklung der dem Trinkwasserfonds hinzugefügten oder entnommenen Mittel





### Schlussfolgerung

Die momentane Wasserbewirtschaftung kann als teilweise nachhaltig bezeichnet werden. Aus wirtschaftlicher Perspektive ist deren Nachhaltigkeit gut, aus der Sicht der Ökologie und der Anpassungsfähigkeit mittelmässig, aber sie erfüllt die Kriterien der Gerechtigkeit nicht. Die verschiedenen entwickelten Szenarien zeigen unterschiedliche Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit. Das Expansionsszenario würde deutlich eine Abnahme, die drei anderen Szenarien eine Verbesserung der Nachhaltigkeit bewirken.

**Links:** Wenn die Region stark wächst, würde dies zu einer Abnahme der Nachhaltigkeit führen. (MONTANAQUA)

**Mitte:** Flurina Schneider hat das Projekt koordiniert und die Synthese geleitet. (MONTANAQUA)

**Rechts:** Mit Begleitgruppen arbeiten ist aufwendig, aber lohnenswert. (MONTANAQUA)

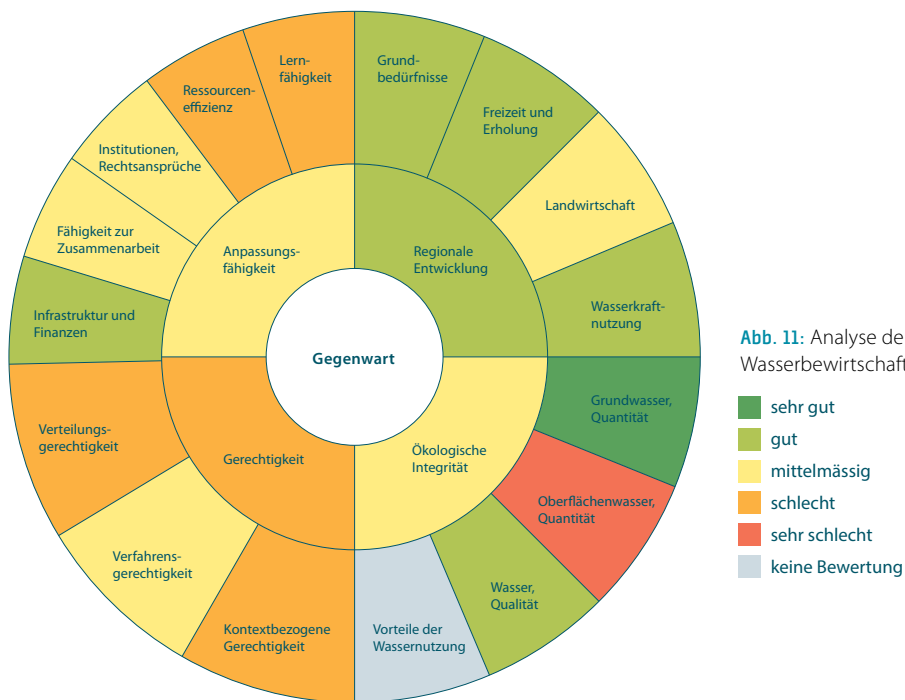


Abb. 11: Analyse der Nachhaltigkeit in der Wasserbewirtschaftung – Zustand heute.

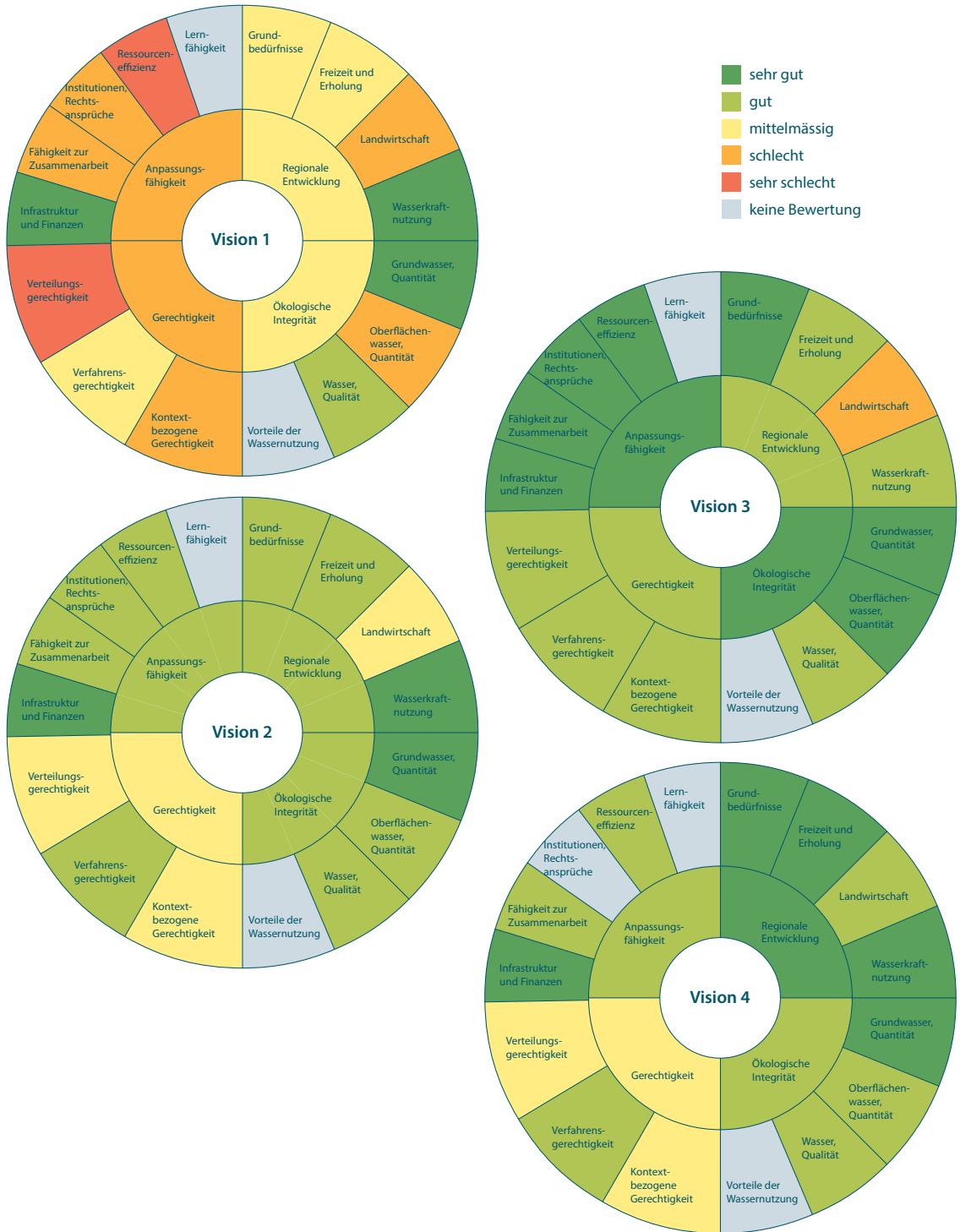


Abb. 12: Analyse der Nachhaltigkeit in der Wasserbewirtschaftung – Zustand in Zukunft für die 4 Visionen.





## Fünf Kernbotschaften und Empfehlungen

### Botschaft 1

#### **Die Auswirkungen des sozioökonomischen Wandels werden für die Wassersituation um 2050 entscheidender sein als der Klimawandel.**

Die Klimaänderung dürfte bis 2050 einen mässigen Einfluss auf die Verfügbarkeit der Wasserressourcen haben. Die wichtigsten Änderungen sind:

- ▶ Eine leichte Erhöhung der Abflüsse in den Wintermonaten und eine Verschiebung des saisonalen Maximums vom Juni in den Mai in den Einzugsgebieten der Region.
- ▶ Eine Erhöhung der von der Gletscherschmelze verursachten Abflüsse bis gegen 2060, gefolgt von einer markanten Verminderung. Von dieser Erhöhung dürfte vor allem das Einzugsgebiet der Simme im Norden des Plaine-Morte-Gletschers profitieren, in einem geringeren Masse auch das Einzugsgebiet der Liène im Süden. Nach 2080 (Verschwinden des Plaine-Morte-Gletschers) werden die Abflüsse in den südlichen Einzugsgebieten der Tièche, Ertentse und Liène erhalten bleiben, denn diese profitieren bereits heute mehr von der Schneeschmelze als von der Gletscherschmelze. Weil aber wegen der steigenden Schneefallgrenze die Schneevorräte geringer werden, muss mit einer kürzeren Schneeschmelzseason und einer Reduktion der Abflüsse im Spätsommer gerechnet werden. Aus den gleichen Gründen dürften sich auch die Abflüsse aus den Karstquellen im Spätsommer (August/September) stark vermindern.
- ▶ Ganz allgemein dürften sich die monatlichen Schwankungen und die Schwankungen von Jahr zu Jahr verstärken und andererseits die Verfügbarkeit von Wasser im Spätsommer sich vermindern.

Die sozioökonomischen Veränderungen dürften zu einem Anstieg der maximalen Nutzung um mehr als 50% im Vergleich zu heute führen. Trockenjahre, ähnlich wie 2003 oder 2011, dürften häufiger auftreten, hauptsächlich gegen Ende des 21. Jahrhunderts, und damit die Häufigkeit von maximalem Wasserbedarf erhöhen. Die Visionen 1 (Wachstum) und 2 (Stabilisierung) bewirken ganz klar eine starke Erhöhung des Wasserbedarfs, während bei Vision 3 (Mässigung) der Bedarf sogar zurückgehen könnte. Die Vision 4 (RegiEau) zeigt ein mittleres Verhalten. Um diese umzusetzen, bräuchte es jedoch starke Anpassungen in der heute gängigen Praxis.

### Empfehlung 1

Wir empfehlen die Wahl eines Entwicklungspfades mit einer Regionalentwicklung, welche die Wasserbedürfnisse begrenzt (Vision 3 oder 4). In beiden Fällen würde dies eine wesentliche Anpassung der heutigen Praxis in Bezug auf Wasser- und Raumnutzung bedeuten.

#### **Bildlegenden:**

**Links:** Die Präsentation der Schlussresultate findet eine aufmerksame Zuhörerschaft. (Foto: Hanspeter Liniger)

**Mitte:** Das Schweizer Fernsehen berichtet über die Färbversuche auf dem Plaine-Morte-Gletscher. Projektleiter Rolf Weingartner und Glaziologe Matthias Huss. (Foto: Flurina Schneider)

**Rechts:** Im Projekt MontanAqua wurden die Werte einer nachhaltigen Entwicklung im Rahmen partizipativer Entscheidungsprozesse gemeinsam festgelegt. (MONTANAQUA)

### **IWAQA:**

#### **Der Mensch bestimmt auch in Zukunft den Gewässerzustand**

Auch das NFP 61-Projekt «**IWAQA: Integriertes Management der Wasserqualität von Fliessgewässern**» hat unter der Leitung von Christian Stamm die Auswirkungen von sozioökonomischen Randbedingungen, Handlungsalternativen und Klimawandel auf Wasserqualität und den ökologischen Gewässerzustand untersucht. Obwohl die beiden untersuchten Einzugsgebiete im Mittelland liegen und die thematische Ausrichtung etwas anders war, ist das Projekt zu ähnlichen wichtigen und ergänzenden Resultaten gekommen.

Die Ergebnisse zeigen trotz Modellunsicherheiten klar auf, dass der zukünftige Gewässerzustand hauptsächlich durch die menschlichen Aktivitäten in den Einzugsgebieten bestimmt wird. Der Einfluss des Klimawandels zeigt sich nur begrenzt, wobei die Veränderungen vor allem auf erhöhte Temperaturen zurückzuführen sind. Die Vorhersageunsicherheiten sind hauptsächlich auf klimatische und ökologische Unsicherheiten beim Niederschlag, beim Einsatz von Chemikalien und auf mangelndes Wissen zur Ökologie zahlreicher Arten zurückzuführen.

Aus Managementsicht bedeuten diese Ergebnisse, dass Massnahmen zur Verbesserung des heutigen ökologischen Zustandes auch die meisten zu erwartenden zukünftigen Probleme vermindern. Gegen die chemische Gewässerbelastung sind Massnahmen in den Siedlungen und in der Landwirtschaft wirksam, Maximaltemperaturen in den Gewässern können durch Uferbestockung reduziert werden. Kaum zu vermeiden ist jedoch die Zunahme der mittleren Wassertemperaturen.

#### **Quelle:**

Website des NFP 61 – [www.nfp61.ch](http://www.nfp61.ch) > Projekte

### **WATERCHANNELS:**

#### **Neue integrierte Nutzungsmodelle sind den bisherigen Genossenschaften überlegen**

Als weiteres Projekt im Rahmen des NFP 61 hat sich das Projekt «**WATERCHANNELS: Wasserkanäle – ein Modell für nachhaltige Wassernutzung**» unter der Leitung von Raimund Rodewald im Wallis mit Fragen der Wassergouvernanz beschäftigt und ist zu ähnlichen und ergänzenden interessanten Schlussfolgerungen gekommen:

Anhand von fünf Fallstudien im Wallis wurde untersucht, welche Eigenschaften der hier betrachteten hergebrachten genossenschaftlichen Steuerungsmodelle zu einer mehr oder weniger nachhaltigen Bewirtschaftung der Bewässerungssysteme beitragen.

Das Ergebnis war, dass eine nachhaltige Wassernutzung alleine durch das Vorhandensein von Genossenschaften nicht gewährleistet ist. Diese müssen sich öffnen und die tatsächlichen Nutzer einbinden, gemeinsame Aktivitäten ermöglichen und die Wasserverfügbarkeit und den Wasserverbrauch steuern. Integrierte Nutzungsmodelle eignen sich am besten, da sie Aspekte der gemeinschaftlichen Nutzung und die Ökosystemleistungen der Landschaft (Ökologie, Erholung, Identifikation) einbeziehen. Gouvernanzstrukturen müssen betroffene Akteure besser als bisher einbeziehen, sich an die steigende Konkurrenz um Wasser anpassen und die Landschaftsqualitäten erhalten.

Sechs konkrete Handlungsempfehlungen wurden formuliert zu den Bereichen Wassernutzungseffizienz, Bewirtschaftungsverträge, ökosystemische und soziokulturelle Leistungen der Suonen, Ausdehnung der Gemeinwerke auf weitere Akteure, Mischung von Wiesenbewässerungsformen und Agrarpolitik sowie «Patrimonialisation» der Suonensysteme.

#### **Quellen:**

Website des NFP 61 – [www.nfp61.ch](http://www.nfp61.ch) > Projekte  
Schweizer R, Rodewald R, Liechi K, Knoepfel P. 2014. Des systèmes d'irrigation alpins entre gouvernances communautaire et étatique. Alpine Bewässerungssysteme zwischen Genossenschaft und Staat. Serie Ecologie & Société. Zürich: Verlag Rüegger. ISBN 978-3-7253-1021-0

## Botschaft 2

---

### **Die jährlich verfügbaren Wassermengen sind heute und um 2050 insgesamt genügend, trotzdem kann in einzelnen Gebieten eine saisonale Wasserknappheit auftreten**

Die Wasserressourcen werden auch in Zukunft den mittleren Bedarf decken können. Allerdings dürfte lokal und zeitlich begrenzter Wassermangel (wie ihn die Untersuchungsregion in den letzten Jahren, so auch 2011, mehrmals erlebt hat) vor allem im Spätsommer während Trockenjahren häufiger auftreten. Während dieser Trockenzeiten, verschärft mit einem Anstieg des Wasserbedarfs (vor allem für die Bewässerung), sollten zusätzliche Wasserspeicher zur Verfügung stehen, um die verschiedenen Arten des Wasserbedarfs abdecken zu können.

## Botschaft 3

---

### **Wasserprobleme sind vor allem Managementprobleme auf regionaler Ebene**

Da die Wasserressourcen generell genügend gross sind, um alle Ansprüche decken zu können, müssen die zurzeit zu beobachtenden Probleme von punktueller oder auch relativer Wasserknappheit auf regionale Probleme der Wasserbewirtschaftung zurückgeführt werden. Es wurden grosse Unterschiede zwischen den Gemeinden festgestellt: wasserreiche oder wasserarme Gemeinden, Wasserbedarf in der einen Gemeinde doppelt so hoch wie in einer anderen, sehr unterschiedliche Wasserpreise. Dies zeigt einen erheblichen Mangel an Gerechtigkeit auf regionaler Ebene, unter den Gemeinden und unter den Bürgerinnen und Bürgern auf. Zudem fehlt es an Transparenz bei den Kosten der Wasserbewirtschaftung, was zusätzlich die Nachhaltigkeit des heutigen Systems vermindert. Der ungleiche Zugang zum Wasser wird noch gefördert durch das Beharren auf alten Wasserrechten und durch eine gewisse rechtliche Unklarheit, welche die Entwicklung von visionären Zusammenarbeitsprojekten behindern. Die jeweils kurzfristig entwickelten technischen Lösungen verhindern einen echten politischen Ehrgeiz zur Lösung der wasserwirtschaftlichen Probleme.

## Empfehlung 2

---

Zusätzlich zur Wahl einer wassersparsamen Regionalentwicklung empfehlen wir, die Entwicklung einer regionalen, suprakommunalen Vision der Wasserbewirtschaftung zu fördern. Über die technische Entwicklung der Infrastrukturen wie Mehrzweckspeicher oder Verknüpfung der Versorgungssysteme hinaus sollten die rechtlichen Grundlagen vereinfacht und eine Neuverhandlung der regionalen Wasserrechte angestrebt werden. Der Ablauf der Konzession der Talsperre der Liène im Jahre 2037 sollte von den betroffenen Gemeinden als Chance für die Entwicklung einer multifunktionalen Bewirtschaftung dieses Grossspeichers angeschaut werden.

## Empfehlung 3

---

Wir empfehlen eine bessere Zusammenarbeit unter den Gemeinden und eine Wende hin zur Nachfragesteuerung, um den Wasserbedarf zu senken und die Nutzung besser koordinieren zu können. Eine solche Veränderung erfordert die Gründung eines echten regionalen, suprakommunalen Verbundes mit angemessenen rechtlichen und finanziellen Mitteln. Auch der Kanton wird aufgefordert, sich stärker in die regionale Wasserbewirtschaftung einzubringen und den Aufbau solcher regionaler Organisationen zur Wasserbewirtschaftung zu unterstützen.

#### Empfehlung 4

---

Eine gerechtere Wasserverteilung erfordert die Neuausrichtung des Wassermanagements auf das Gemeinwohl aller Einwohner. Dazu ist eine neue Aushandlung der Grundsätze und der Rechte um den Zugang zu den Wasserressourcen nötig.

#### Empfehlung 5

---

Wir empfehlen dem Kanton Wallis, eine Strategie zum Monitoring der Wasserressourcen zu entwerfen. Die Beobachtung des Wassers auf regionaler Ebene soll vergleichbare statistische Daten liefern. Ebenso empfehlen wir dem Kanton, die Nachhaltigkeit der aktuellen Praxis der Wasserbewirtschaftung auf regionaler Ebene zu begutachten. Ausserdem raten wir zu einer gross angelegten Studie über die Wasserrechte im ganzen Kanton wie auch in der untersuchten Region.

#### Botschaft 4

---

**Gemeindeübergreifende Infrastrukturmassnahmen können zur nachhaltigen Sicherung der Wasserversorgung beitragen, aber nur wenn sie in umfassende sozioinstitutionelle Reformen eingebettet sind**

Gemeindeübergreifende technische Projekte wie z.B. die Projekte «Cordonier-Rey» oder «Wassernutzung in der Raspille» sollten gefördert werden, denn sie können temporären Wassermangel sowohl im Sommer wie auch im Winter mildern. Eine wahrhaftige nachhaltige Wasserbewirtschaftung müsste allerdings heute und in Zukunft zu den ökonomischen und sozialen Zielsetzungen der Gesellschaft beitragen und dabei die ökologische Integrität der Gewässersysteme sicherstellen. Die Bewertung des heutigen Wasserbewirtschaftungssystems hat gezeigt, dass vor allem beim Thema Gerechtigkeit das System nicht nachhaltig ist. Die gemeinschaftlichen technischen Projekte sind nur dann wirkungsvoll, wenn sie durch institutionelle Reformen, hauptsächlich beim Wasserrecht, begleitet sind.

#### Botschaft 5

---

**Für die effiziente Planung einer nachhaltigeren, regionalen Wasserversorgung sind die Datengrundlagen und die Transparenz unbedingt zu verbessern**

Die Forschenden des Projektes MontanAqua sind bei der Datenbeschaffung auf einige Schwierigkeiten gestossen. Oft waren die Daten lückenhaft wie beispielsweise für die Hydrologie, die Funktion der Wassernutzungssysteme, für Statistiken oder für ökonomische Daten zum Wasser aus den Gemeinderechnungen, gelegentlich waren sie auch gar nicht zugänglich. Ganz generell gesehen war es unmöglich, homogene Daten über die wichtigsten Wassersektoren und über den Zeitraum von einigen Jahren zu beschaffen. Dadurch war es sehr schwierig, zeitliche Trends aus den Daten abzuleiten. In der Region gibt es auch keine quantitative Einschätzung zur Nachhaltigkeit der Wasserbewirtschaftung.



## Weiterführende Literatur

- Bonriposi, Mariano. 2013. Les usages de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre: description, quantification et prévisions. PhD diss., University of Lausanne.
- Huss, Matthias; Alice Voinesco; Martin Hoelzle. 2013. Implications of Climate Change on Glacier de la Plaine Morte. *Geographica Helvetica* 68: 227–237.
- Reynard, Emmanuel; Bonriposi, Mariano; Graefe, Olivier; Homewood, Christine; Huss, Matthias; Kauzlaric, Martina; Liniger, Hanspeter; Rey, Emmanuel; Rist, Stephan; Schädler, Bruno; Schneider, Flurina; Weingartner, Rolf. 2014. Interdisciplinary assessment of complex regional water systems and their future evolution: how socioeconomic drivers can matter more than climate. *WIREs Water* 2014. (doi: 10.1002/wat2.1032)
- Reynard, Emmanuel; Bonriposi, Mariano; Graefe, Olivier; Herweg, Karl; Homewood, Christine; Huss, Matthias; Kauzlaric, Martina; Liniger, Hanspeter; Rey, Emmanuel; Rist, Stephan; Schädler, Bruno; Schneider, Flurina; Weingartner, Rolf. 2013. MontanAqua. Anticiper le stress hydrique dans les Alpes – Scénarios de gestion de l'eau dans la région de Crans-Montana-Sierre (Valais). Résultats finaux et recommandations. (ISBN 978-2-940368-20-4). [Download: <http://www.hydrologie.unibe.ch/projekte/montanaqua.html>]
- Schneider, F., and C. Homewood. 2013. Exploring Water Governance Arrangements in the Swiss Alps from the Perspective of Adaptive Capacity. *Mountain Research and Development* 33 (3): 225–233.
- Schneider, Flurina; Bonriposi, Mariano; Graefe, Olivier; Herweg, Karl; Homewood, Christine; Huss, Matthias; Kauzlaric, Martina; Liniger, Hanspeter; Rey, Emmanuel; Reynard, Emmanuel; Rist, Stephan; Schädler, Bruno; Weingartner, Rolf. 2014. Assessing the sustainability of water governance systems: the sustainability wheel. *Journal of Environmental Planning and Management*. (doi: 10.1080/09640568.2014.938804)
- Finger, David; Hugentobler, Andreas; Huss, Matthias; Voinesco, Alice; Wernli, Hans Rudolf; Fischer, Daniela; Weber, Eric; Jeannin, Pierre-Yves; Kauzlaric, Martina; Wirz, Andrea; Vennemann, Torsten; Hüsler, Fabia; Schädler, Bruno; Weingartner, Rolf. 2013. Identification of glacial meltwater runoff in a karstic environment and its implication for present and future water availability. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17:3261–3277. (doi:10.5194/hess-17-3261-2013)

Alle Ergebnisse des Projektes sind unter folgendem Link verfügbar: <http://p3.snf.ch/project-125964>

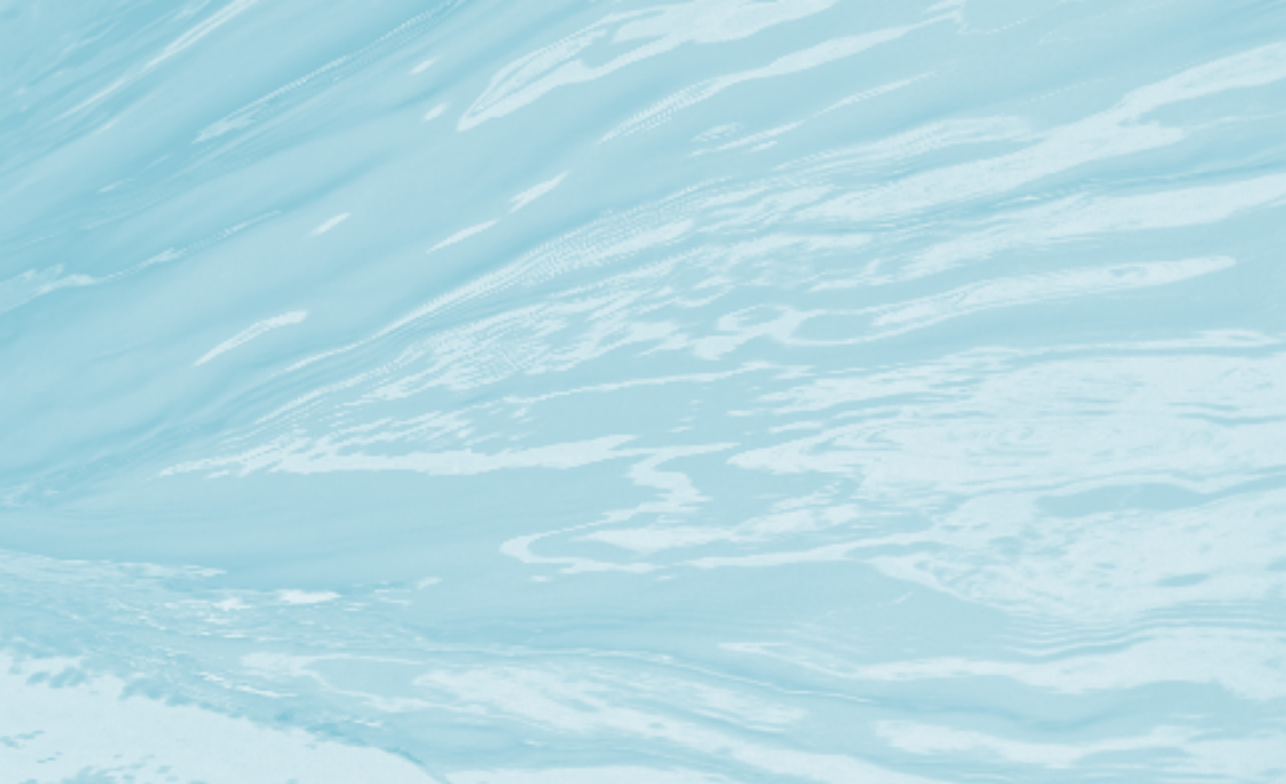
**Links:** Die Identifizierung eines gemeinsam akzeptierten Entwicklungsszenarios erfordert vertiefte Diskussionen in der Begleitgruppe. (MONTANAQUA)

**Mitte:** Der Projektleiter Rolf Weingartner plädiert für eine stärkere regionale Zusammenarbeit. (MONTANAQUA)

**Rechts:** Hier wird das Wasser der Tièche in zwei Bewässerungskanäle (Suonen) und in das Trinkwassersystem verteilt. (Foto: Bruno Schädler)







## MontanAqua: Wasserbewirtschaftung in Zeiten von Knappheit, Klimawandel und sozioökonomischen Veränderungen — Lösungsvorschläge für die Region Crans-Montana-Sierre im Wallis

Ausreichende Wasservorkommen sind von zentraler Bedeutung für den Wohlstand und die Entwicklung der Gesellschaft. Die Tourismusregion Crans-Montana-Sierre liegt im von Trockenheiten geprägten Wallis und es ist zu befürchten, dass durch den Klimawandel und durch die weitere sozioökonomische Entwicklung der Region in Zukunft das Wasser öfter knapp werden könnte. Das Projekt MontanAqua hat in enger Zusammenarbeit mit Vertretern aus der Region, die in der lokalen Wasserwirtschaft aktiv sind, untersucht, welche Entwicklungsszenarien und welche Handlungsoptionen für eine angepasste Wasserwirtschaft möglich sind. Der vorliegende Bericht präsentiert die wichtigsten Schlussfolgerungen des Forschungsprojektes. Sie werden um fünf Forschungsfragen und fünf Botschaften gruppiert und umfassen Empfehlungen für die Verantwortlichen der regionalen und kantonalen Wasserwirtschaft.



Diese Publikation wird unterstützt durch den Schweizerischen Nationalfonds im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung».  
Cette publication est disponible en français sous:  
[www.hydrologie.unibe.ch/projekte/20131107\\_Synthesis\\_F.pdf](http://www.hydrologie.unibe.ch/projekte/20131107_Synthesis_F.pdf)

ISBN 978-3-9524412-0-6



9 783952 441206 >