



## MARTIN FUNK: «KRAFTWERKE WERDEN NOCH GUT 20 JAHRE VOM WASSERÜBERSCHUSS PROFITIEREN KÖNNEN»

Das Nationale Forschungsprogramm NFP 61 will wissenschaftlich fundierte Grundlagen zum künftigen Umgang mit Wasser bereitstellen. Es verfügt über einen Finanzrahmen von zwölf Millionen Franken und dauert seit Januar 2010 vier Jahre. Die Praxisrelevanz wird im Programm stark gewichtet. Aqua & Gas stellt in dieser Ausgabe das Projekt «Die zukünftige Gletscherentwicklung und ihre Konsequenzen für die Hydrologie (FUGE)» vor. Im Rahmen eines Interviews geben Projektleiter Martin Funk und sein Team von der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich Einblick ins Projekt. Die Fragen hat Florian Widmer von der Alpiq Holding AG formuliert.

**Herr Funk, der Rückgang der alpinen Gletscher wird in der Öffentlichkeit breit diskutiert. Welche Hauptziele verfolgen Sie in Ihrem Projekt?**

- Die Veränderungen der Eisvolumen der grössten Schweizer Gletscher in den vergangenen rund 100 Jahren zu rekonstruieren. Dazu verwenden wir langjährige Messreihen der Gletscher-Massenbilanzen sowie Messungen von Temperatur und Niederschlag. Diese Datengrundlage dient zur Überprüfung unserer Modelle.
- Die zukünftigen Gletscheränderungen bis zum Ende dieses Jahrhunderts anhand der neusten Ergebnisse von Klimamodellen zu berechnen.
- Die Auswirkungen der zukünftigen Gletscheränderungen auf das Abflussregime der Gebirgsbäche zu bestimmen.
- Grundlagen für eine optimale Bewirtschaftung von Wasserkraftanlagen in vergletscherten Einzugsgebieten unter Berücksichtigung der bevorstehenden Änderungen im Abflussregime zu erarbeiten.

**Welche Techniken wenden Sie an, um das aktuelle Eisvolumen zu bestimmen?**

Das aktuelle Gletschervolumen wird durch eine Kombination von helikopter-gestützten Eisdickenmessungen und Modellrechnungen ermittelt.

**Welche Methode ziehen Sie hinzu, um die Schwankungen in der Massenbilanz und das Verhalten der Gletscher über die Zeit abzuschätzen?**

Wir haben dafür zwei existierende Modelle miteinander gekoppelt: ein Oberflächenmassenbilanz- (das den Einfluss des

Klimas auf den Gletscher beschreibt) und ein Eisdynamikmodell (das die Fliess- und Gleitbewegung des Gletschers berechnet). Beide Modelle werden im Rahmen unseres Projektes weiterentwickelt.

**Wie gross sind die Unsicherheiten in den verwendeten Klimaszenarien und wie werden diese Unsicherheiten bei den Ergebnissen des Projekts berücksichtigt?**

Wir haben uns im Rahmen dieses Projektes auf das Treibhausgas-Emissionsszenario A1B gestützt. Darauf basierend hat das *Center for Climate Systems Modeling (C2SM)* der ETH Zürich für die Zukunft zehn unterschiedliche Modellergebnisse für Temperatur- und Niederschlagsänderungen bereitgestellt. Damit konnten wir die Variabilität der Resultate aus den verschiedenen Klimamodellen berücksichtigen und unsere Ergebnisse mit einem entsprechenden Vertrauensintervall darstellen. Unsicherheiten, die aufgrund des angenommenen Treibhausgas-Emissionsszenarios oder durch die Annahmen unseres Massenbilanzmodelles zustandekommen, wurden nicht berücksichtigt.

**Werden Staudämme in Zukunft weiterhin ihre Rolle im Brechen von Hochwasserspitzen spielen können, oder werden höhere Spitzenabflüsse die Sicherheit unterhalb der Dämme bedrohen?**

In Zukunft werden die Stauanlagen im Hochgebirge vermehrt Hochwasserspitzen auffangen müssen. Dies weil Starkniederschläge vermehrt als Regen fallen werden und weil die temporäre Wasserspeicherfunktion der immer kleiner werdenden Gletscher allmählich wegfallen wird.

**Beim Rückzug der Gletscher erhöht sich die Menge der Geschiebefracht wie auch des freigesetzten feinen Materials. Mit welchen Techniken kann dem Versanden der Stauseen entgegengewirkt werden?**

Das ist ein ernsthaftes Problem, das viele Kraftwerksanlagen in vergletscherten Einzugsgebieten in Zukunft vermehrt beschäftigen wird. Als Vorsorgemassnahme gegen den Sedimenttransport kommt der Bau von Sperrstellen und Auffangbecken an geeigneten Stellen in Frage. Auf jeden Fall werden wiederholte Wasserspülungen notwendig sein, um die Sedimente aus den Speicheranlagen abzuführen, wodurch Verluste in der Energieproduktion entstehen werden. Bei kleinen Speicheranlagen können die Sedimente eventuell auch ausgepumpt werden.

**Im Jahr 2100 werden die meisten der alpinen Gletscher verschwunden sein. Das wird die Energieerzeugung aus Wasserkraft im alpinen Raum stark beeinflussen. Wie wird die Situation für Wasserkraftwerke im Schweizer Mittelland aussehen?**

Diese werden den Einfluss der schwindenden Gletscher deutlich weniger spüren als Kraftwerke im Hochgebirge. Je kleiner der Anteil der Gletscherfläche am gesamten Einzugsgebiet eines Kraftwerkes ist, umso weniger wird das Abflussregime von Gletscheränderungen beeinflusst. Der Klimawandel wird sich aber auch auf die räumliche und zeitliche Schneedeckenverteilung auswirken. Dies wird das Abflussregime im Mittelland beeinflussen und dadurch werden auch die dort liegenden Wasserkraftanlagen davon betroffen sein.



Aletsch glacier



**Was sind die wichtigsten Lehren, die Sie derzeit aus dem Projekt ziehen können? Ist es zum jetzigen Zeitpunkt trotz Unsicherheiten möglich, Empfehlungen zu formulieren für geeignete Anpassungsstrategien der Stromwirtschaft?**

Bei einigen Kraftwerksanlagen wird der jährliche Wasserzufluss infolge des Gletscherrückganges bis Mitte dieses Jahrhunderts bis zu 20% zunehmen, und dann allmählich abnehmen. Diese Anlagen werden also noch rund zwei Jahrzehnte von einem Wasserüberschuss aus der Gletscherschmelze profitieren. Ob sich deswegen Investitionen für eine optimale Stromproduktion aufdrängen, müssen die einzelnen Kraftwerke entscheiden. Als Entscheidungskriterium gilt vor allem die Rentabilität, vor allem unter der Berücksichtigung des baldigen Heimfalls der Wasserkraftanlagen. Die Ergebnisse aus unserem Projekt können dafür als Entscheidungsgrundlage dienen.

**Wurden ähnliche Projekte schon im Ausland durchgeführt?**

Es gibt schon einzelne ähnliche Studien. Jedoch sind Gletscherveränderungen für eine andere Gebirgsregion noch nie räumlich so hoch aufgelöst erarbeitet und analysiert worden wie für die Schweizer Alpen.

**Der Gletscherrückgang wird grosse Flächen freilegen, die bisher nicht genutzt wurden. Gibt es hier langfristig gesehen Potenzial für neue Wasserkraftprojekte?**

Mit dem zukünftigen Gletscherrückgang wird sich mittelfristig ein nicht vernachlässigbares Potenzial für neue Wasserkraftanlagen eröffnen. Mit den Ergebnissen unseres Projektes steht eine einmalige, zuverlässige und umfangreiche Datengrundlage der subglazialen Topographie von zurzeit noch vergletscherten Gebieten zur Verfügung. Diese Grundlage ist aus unzähligen Eisdickenmessungen, kombiniert mit Modellrechnungen, zusammengestellt worden. Sie

ist für Machbarkeitsstudien von neuen Kraftwerksanlagen im Hochgebirge von Bedeutung.

**Wie gross ist heute der Beitrag der Gletscherschmelze zum Wasserabfluss verglichen mit dem Anteil der Schneeschmelze und der Niederschläge?**

Das hängt vom betrachteten Einzugsgebiet und von seiner momentanen Vergletscherung ab. Für das Einzugsgebiet Aletsch oberhalb der Stauanlage Gebidem stammen 20% aus flüssigem Niederschlag, 40% aus der Schnee- und 40% aus der Gletscherschmelze.

**Stellen Wassertaschen unter dem Gletscher eine Bedrohung für Wasserkraftanlagen und die Talbevölkerung dar?**

Der Ausbruch einer Wassertasche ist ein seltenes Phänomen. Ein solches Ereignis kann jedoch verheerende Folgen für ein Tal haben, wie aus historischen Aufzeichnungen hervorgeht. Bei Wasserkraftwerken sind vor allem Wasserfassungen davon bedroht, die in Gewässern mit Gletscherursprung liegen. Vorhersagen kann man aber solche Ereignisse nicht.

**Bräuchte es nicht neue Staudämme in der Höhe, um das Risiko durch Hochwasser in Gewitterperioden wie auch die mit sommerlichen Hitzeperioden verbundenen Gefahren zu reduzieren? Könnte so nicht gleichzeitig die Sicherheit und die Energieproduktion erhöht werden?**

Solche Überlegungen sind wichtig. Für eine Gebirgsregion wie das Wallis ist in Zukunft eine nachhaltige und umfassende Planung zur Deckung aller Bedürfnisse (vor allem Trinkwasser, Bewässerung, Wasserkraft und Hochwasserschutz) zentral. Dies weil die Ressource Wasser bedingt durch den Gletscherschwund im Jahresmittel bis Ende dieses Jahrhunderts ab- und der Nutzungsbedarf zunehmen wird. Ohne einer breit abgestützten Planung für die zukünftige Wassernutzung sind in den Gebirgsregionen Engpässe und Konflikte unvermeidbar.

## GLETSCHERRÜCKGANG – REICHT DAS WASSER ZUR STROMPRODUKTION?

Gletscher sind wichtige Bezugsquellen für Wasser in weiten Gebieten des Alpenraums und ihre Variabilität gehört zu den klarsten natürlichen Indikatoren für Klimaveränderungen. Der erwartete jährliche Wasserabfluss der Gletscher wird in einer ersten Phase als Folge der Abnahme des Eisvolumens zunehmen. Später geht er abhängig von der vergletscherten Fläche wieder zurück. Diese Veränderungen beeinflussen auch das Abflussregime. Der Gletscherschwund wirkt sich in vielen Bereichen, die von Gletscherschmelzwasser abhängen, aus. Beispiele sind Wasserkraft, Frischwasserzufuhr, Bewässerung und der Tourismus.

### ZIEL

Ziel des Projektes ist ein vertieftes Verständnis der Gletscherentwicklung unter Bedingungen des Klimawandels und deren Folgen für die Wasserwirtschaft. Vergangene und gegenwärtige Veränderungen des Eisvolumens der wichtigsten Gletscher werden berechnet. Realistische Simulationen von Niederschlag und Temperatur im Massstab eines Gletschers und basierend auf regionalen Klimaszenarien werden verwendet. Auf dieser Grundlage werden Modelle für die zukünftige Entwicklung der Gletscher im Alpenraum erstellt, die auch Faktoren wie Gletscherschmelze und Wasserspeicherung in Gletschern einbeziehen. In Zusammenarbeit mit Wasserkraftfirmen werden Anpassungsstrategien für den Betrieb von Wasserkraftwerken entwickelt.

### BEDEUTUNG

Der erwartete Einfluss des Klimawandels auf Gletscher und die Hydrologie im Hochgebirge stellt eine neue Herausforderung an die Bewirtschaftung von Wasserressourcen dar, insbesondere die Energiegewinnung aus Wasserkraft.

### IN DER NÄCHSTEN AUSGABE

Welche Chancen und Risiken bestehen für die Seen angesichts der schmelzenden Gletscher? *Wilfried Haeblerli* kennt die Antwort.