

# Abflussszenarien im Einzugsgebiet der Öztaler Ache unter Berücksichtigung von zukünftigen Veränderungen der Kryosphäre

K. Helfricht<sup>1,2</sup>, K. Schneeberger<sup>1,3</sup>, I. Welebil<sup>1</sup>, H. Formayer<sup>4</sup>, M. Huttenlau<sup>1</sup>, K. Schneider<sup>1</sup>

<sup>1</sup> alpS – Centre for Climate Change Adaptation, Grabenweg 68, Innsbruck, [helfricht@alps-gmbh.com](mailto:helfricht@alps-gmbh.com)

<sup>2</sup> Institute für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck

<sup>3</sup> Institute für Geographie, Universität Innsbruck

<sup>4</sup> Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Wien



## Die Motivation

Die jahreszeitliche Verteilung des Abflusses in alpinen Einzugsgebieten wird von der saisonalen Schneedecke und den Eisressourcen stark beeinflusst. Mit einer Veränderung des Klimas verändern sich diese saisonalen und langfristigen Wasserspeicher und damit der Wasserhaushalt in Gebirgsregionen. Vergletscherte Einzugsgebiete wie das Öztal reagieren hierbei besonders sensitiv auf Änderungen der Kryosphäre und den damit verbundenen hydrologischen Auswirkungen.

In der vorliegenden Studie werden sowohl die direkten Auswirkungen (Änderungen in Temperatur und Niederschlag) als auch die indirekten Auswirkungen (Änderungen der Gletscher) des Klimawandels auf das Abflussregime und insbesondere auf das zeitliche Auftreten von Abflussspitzen untersucht.

## Das Öztal

Das Öztal stellt eine alpine, vergletscherte Talschaft dar, die aufgrund der sozio-ökonomischen Nutzung (z.B. Tourismus und Wasserwirtschaft) äußerst sensitiv auf Änderungen des Naturraums reagiert. Darüber hinaus hat das Öztal eine überaus bedeutende Stellung in der Österreichischen und internationalen Gletscherforschung und verfügt deswegen über eine umfassende Datengrundlage bezüglich der Gletscherentwicklung in den letzten Jahrzehnten (z. B. Gletscherinventar 1997 - 2006, Abermann 2012).

Tab. 1: Mittlere Seehöhe, Fläche (A) und der relative Anteil der Gletscherfläche ( $A_{GL2006}$ ) für die hydrologischen Einzugsgebiete (Stand 2006).

Pegel	Höhe (m NN)	A (km <sup>2</sup> )	$A_{GL2006}$ (%)
Brunau	706	890,0	11
Obergurgl	1879	72,5	28
Vent	1878	165,4	31

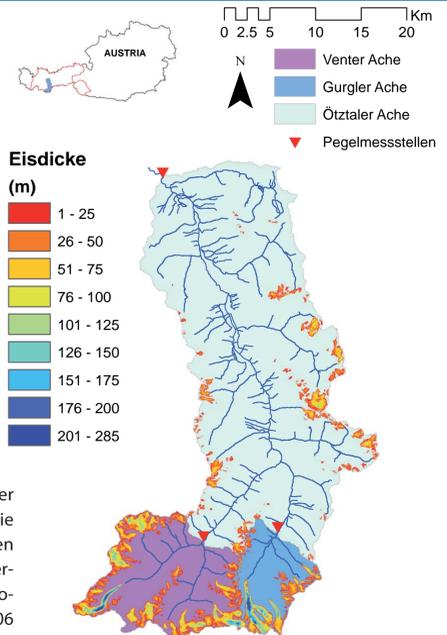


Fig. 1: Einzugsgebiet der Ötztaler Ache am Pegel Brunau sowie die zwei Teileinzugsgebiete an den Pegelmessstellen in Vent und Obergurgl. Farblich hinterlegt sind die modellierten Eisdicken 2006

## Die Gletscher

Eisdicken für alle Gletscher des Ötztals wurden nach der Huss & Farinotti (2012) modelliert (Fig. 1). Szenarien der Gletscherflächen wurden durch mehrfachen Abzug der geodätischen Änderungen der Oberflächenhöhen aus dem Gletscherinventar 1997 - 2006 von der modellierten Eisdickenverteilung 2006 erstellt (Fig. 2).

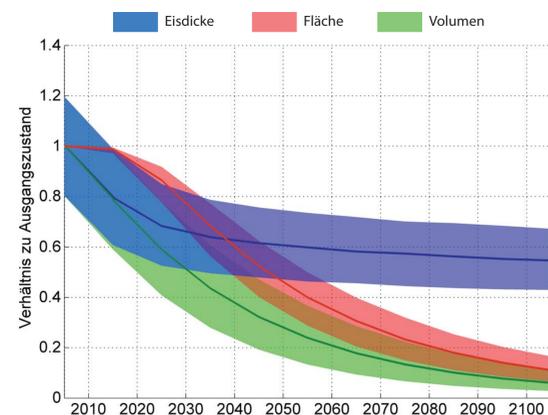


Fig. 2: Mittlere Eisdicke (blau), gesamte Gletscherfläche (rot) und Gletschervolumen (grün) aller Gletscher im Ötztal im Verhältnis zum Ausgangszustand 2006. Die Linien zeigen ein mittleres Szenario. Farblich hinterlegt sind die Ergebnisse mit einer Variation der initialen Eisdicke von  $\pm 20\%$ .

## Das Klima

Das Mittel der Änderungen der Temperatur und des Niederschlags gegenüber einer Referenzperiode (1986 - 2012) wurde für drei Zeiträume aus 3 verschiedenen Klimaszenarien ermittelt und auf die ursprüngliche meteorologische Zeitreihe aufgeprägt (Delta-Change-Methode).

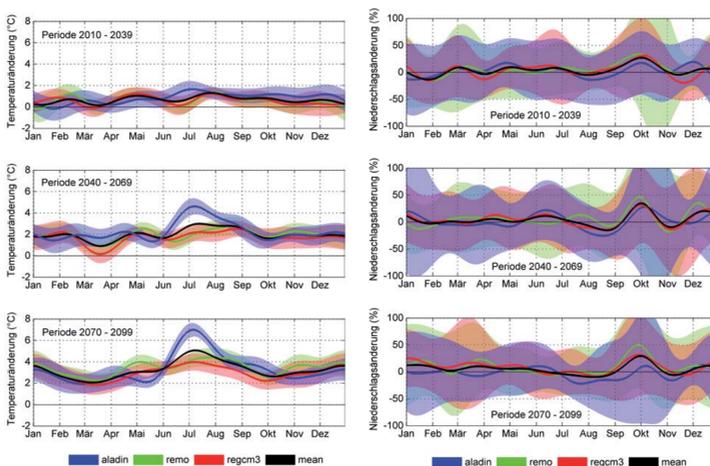


Fig. 3: Tiefpass-gefiltertes Signal der täglichen Temperaturänderung (links) und Niederschlagsänderungen (rechts) mit der zeitlichen Variabilität ( $\pm 1\sigma$  des hochfrequenten Signales über ein Zeitfenster von 31 Tagen). Die schwarze Linie zeigt das für die Simulation verwendete Mittel aus den drei Klimaszenarien.

## Das Modell

Das halbverteilte hydrologische Modell HQsim wurde auf die Abflusszeitreihen der Pegelmessstellen Brunau, Obergurgl und Vent kalibriert. Mögliche zukünftige Abflüsse wurden mit verändertem Klimainput und veränderter Gletscherflächenverteilung simuliert und hinsichtlich mittleren Abflussverhalten und jährlichen Abflussmaxima analysiert.

Tab. 2: Variationen der Eingangszustände für die den Ergebnissen zugrunde liegenden Simulationen.

Gletscher Klima	Referenz 2006	Gletscher 2025	Gletscher 2055	Gletscher 2085
Referenz 1986-2012	REF	A1	A2	A3
Periode 2010-2039		B1	C1	
Periode 2040-2069		B2	C2	
Periode 2070-2099		B3		C3

## Das Ergebnis

- relative und absolute Reduktion des Abflusses im Sommer aufgrund geringerer Gletscherfläche
- relative Zunahme des Abflusses in Frühjahr aufgrund früherer Schneeschmelze
- relative Zunahme des Abflusses aufgrund mehr Flüssigniederschlag Winter sowie Frühjahr und Herbst
- zeitlich früheres Auftreten der jährlichen Abflussmaxima

### Schlussfolgerung

In einer vergletscherten Talschaft wie dem Ötztal müssen die Rückkopplungen zwischen Klimaänderung und Änderungen der Kryosphäre auch in Bezug auf Hochwasserszenarien berücksichtigt werden.

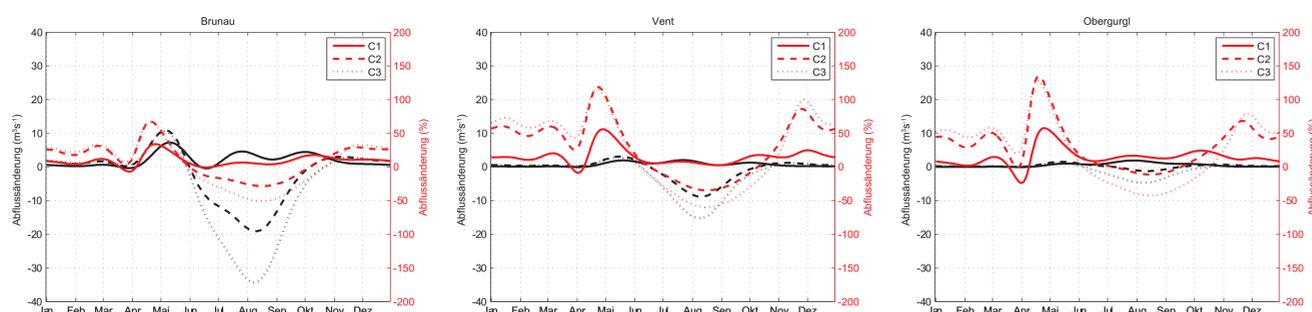


Fig. 4: Absolute (schwarz) und relative (rot) Änderungen im Abfluss für die kombinierten Szenarien aus veränderten Gletscherflächen und veränderten Klimabedingungen C1, C2 und C3 (Tab. 2) an den Pegelmessstellen in Brunau, Obergurgl und Vent.

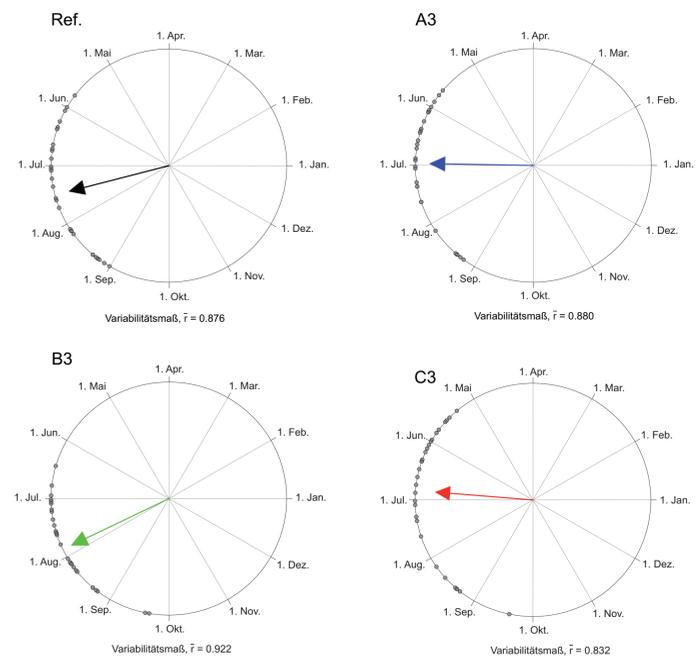


Fig. 5: Direktionale Statistik der jährlichen Abflussmaxima am Pegel Brunau für die Referenzperiode sowie die drei Szenarien A3, B3 und C3 (Tab. 2). Der Pfeil zeigt den mittleren julianischen Tag der Jahresmaxima (Punkte). Die Länge des Pfeils gibt das Variabilitätsmaß  $r$  wieder.