

# „Auswirkungen des Klimawandels auf Gletscher und Wasserverfügbarkeit“ – erläutert anhand von Beispielen aus dem Himalaja und den Alpen

Ein Vortrag von: Prof. Dr. Tobias Bolch, School of Geography and Sustainable Development, University of St Andrews, Schottland, Vereinigtes Königreich & Geographisches Institut, Universität Hamburg, Deutschland

Ort: Online Vortrag

Termin: 2. Februar 2021 (18 Uhr)

In seinem Vortrag hat uns Herr Bolch anhand von vielen Bildern und Grafiken die Auswirkungen des Klimawandels auf unsere Gletscher und die Wasserverfügbarkeit vorgestellt. Die wichtigsten Themenpunkte seines Vortrages waren:

1. Gletscher: Grundlagen und Reaktion auf Klimaänderungen
2. Klima und Charakteristika Hochasiens und der Alpen
3. Gletscheränderungen: Weltweit, Alpen und Hochasien
4. Auswirkungen der Gletscheränderungen auf den Abfluss
  - Grundlagen und weltweite hydrologische Bedeutung der Gletscher
  - Auswirkungen in den Alpen und Hochasien

## 1. Gletscher: Grundlagen und Reaktion auf Klimaänderungen:

Anhand eines Bildes des Tschiervagletschers in den Schweizer Alpen wird der grundlegende Aufbau eines Gletschers erklärt. Oben liegt das Akkumulationsgebiet, in dem die Masse des Gletschers gewonnen wird. Durch den Massenüberschuss fließt das Eis langsam nach unten in das sogenannte Ablationsgebiet. An den Seiten bilden sich Ufermoränen. Der Aufbau wird auch mit einem Beispielbild aus der Seitenansicht und weiteren Grafiken verdeutlicht. Gletscher versuchen immer, das Akkumulations- und das Ablationsgebiet im Gleichgewicht zu halten. Der Bereich, in dem die Akkumulation gleich Ablation ist, wird Gleichgewichtslinie des Gletschers genannt. Die Flächen- und Längenänderung eines Gletschers geben das Klimasignal verzögert wieder, während die Massenbilanz ein unmittelbares Klimasignal zeigt. Das erste weltweite Gletscherinventar wurde erst 2014 veröffentlicht. Demnach beträgt die gesamte Gletscherfläche unserer Erde ungefähr 700.000 km<sup>2</sup> (ca. 5% der gesamten Eisbedeckung), wovon etwa 100.000 km<sup>2</sup> in Hochasien, und 2050 km<sup>2</sup> in den Alpen sind. Das Gletschervolumen beträgt circa 160.000 km<sup>3</sup>, davon sind 7.000 km<sup>3</sup> in Hochasien, und 130 km<sup>3</sup> in den Alpen zu finden.

### 1. Gletscher: Grundlagen und Reaktion auf Klimaänderungen



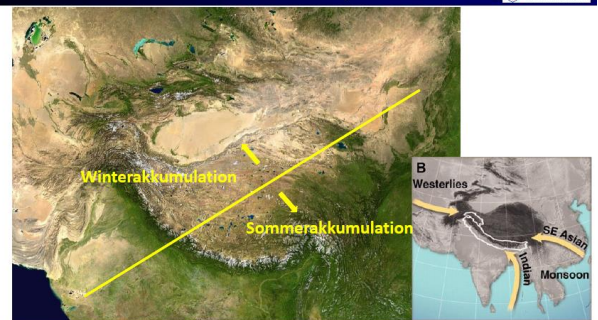
Hegau-Bodensee-Seminar 02.02.2021 Klima-/Gletscheränderungen und Wasserverfügbarkeit T. Bolch 3/50

## 2. Klima und Charakteristika Hochasiens und der Alpen:

Durch verschiedene Grafiken wird gezeigt, wann und wie viel Niederschlag in Hochasien und in den Alpen fällt. Dabei ist zu sehen, dass es in den Alpen und im Himalaya tendenziell mehr

regnet als in den umgebenden Tiefländern. In Hochasien fällt der Niederschlag in verschiedenen Gebieten zu unterschiedlichen Jahreszeiten. Während im Westen des Himalayas vorwiegend im Winter Niederschlag fällt, gibt es im südöstlichen Bereich des Gebirges im Sommer den meisten Niederschlag. Das spiegelt sich auch in der Akkumulation wider. Im südöstlichen Hochasien kommt es zur Sommerakkumulation, da zu dieser Jahreszeit der größte Massenzuwachs kommt. Auf der anderen Seite im Nordwesten ist es mit der Winterakkumulation genauso.

### 2. Klima und Charakteristika Hochasiens und der Alpen



Hegau-Bodensee-Seminar 02.02.2021 Klima-/Gletscheränderungen und Wasserverfügbarkeit T. Bolch 11/50

## 3. Gletscheränderungen: Weltweit, Alpen und Hochasien:

Mehrere multitemporale Aufnahmen verschiedener Gletscher in den Alpen, zum Beispiel Vergleichsbilder des Tschiervagletschers, der Zugspitze oder des Zmuttgletschers, veranschaulichen einen deutlichen Rückgang der Eismassen an den Gletschern. Besonders deutlich wird das auch anhand von Grafiken, welche die Längenänderungen und die kumulative Massenbilanzen einiger Alpengletscher zeigen. In allen Fällen ist in den letzten hundert Jahren ein starker Rückgang zu beobachten. Die Gletscherdicke der Alpen nimmt seit dem Jahr 2000 jedes Jahr um durchschnittlich 80cm ab. Auch in Hochasien geht die Gletschermasse deutlich zurück. Veranschaulicht wird das auch hier durch mehrere Grafiken und temporale Vergleichsbilder zum Beispiel des Mt. Everest. Insgesamt gehen die Gletschermassen auf der ganzen Welt zurück. Der größte Rückgang ist jedoch nicht etwa in Hochasien oder in den Alpen zu beobachten, sondern in Alaska, den nördlichen Rocky Mountains und in den Anden. Diese weltweiten Massenabnahmen werden sich sehr wahrscheinlich in den nächsten Jahrzehnten so fortsetzen, wie Modellierungen der zukünftigen Gletscheränderungen uns schwer erkennen lassen.



Der Tschiervagletscher im Wandel der Zeit



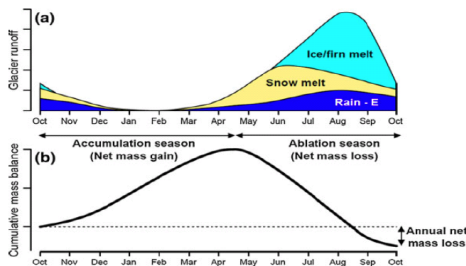
Quelle: Alpenkalender, T. Bolch 2003, T. Bolch 2020

4. Auswirkungen der Gletscheränderungen auf den Abfluss:

Grundlagen und weltweite hydrologische Bedeutung der Gletscher:

Unter Gletscherabfluss versteht man die Eis- und Schneeschmelze sowie der Regen, der vom Gletscher ins Tal fließt. Von Oktober bis Mitte April ist die Akkumulationszeit, das heißt der Gletscher gewinnt an Masse. Die Zeit danach, also von Mitte April bis Oktober, nennt man Ablationszeit. In diesen Monaten verliert der Gletscher durch den Gletscherabfluss an Masse. Bis Juni ist das vor allem die Schneeschmelze, doch mit anhaltender Wärme beginnt ab Juli auch das Eis zu schmelzen und macht dann den größten Teil der Gletscherschmelze aus. Der Regen spielt während der gesamten Zeit nur eine geringe Rolle. Die meiste Masse verliert der Gletscher zwischen August und September. Anhand einer Grafik lässt sich erkennen, dass die kumulative Massenbilanz jedes Jahr abnimmt. Das bedeutet, dass der Gletscherabfluss erst einmal zunimmt. Doch irgendwann kommt es zu einem sogenannten Umkehrpunkt. An diesem Punkt ist der Gletscher so klein geworden, dass es gar nicht mehr so viel Gletscherabfluss geben kann. Ab jetzt wird dieser Gletscherabfluss immer weniger, bis es ihn schließlich nicht mehr gibt, da der Gletscher vollständig abgeschmolzen ist. Die meisten Gletscher in den Alpen und manche Gletscher in Hochasien sind über diesen Punkt leider schon hinaus und bei vielen wird er in den nächsten Jahrzehnten erreicht werden.

Was ist Gletscherabfluss?



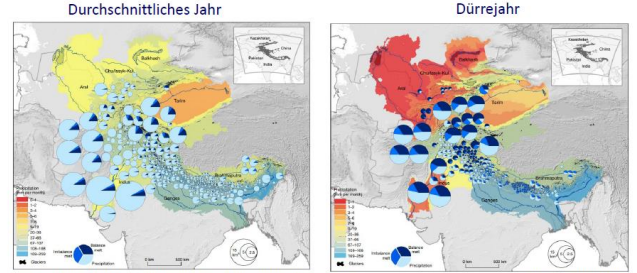
Quelle: T. Bolch 35/50

Auswirkungen in den Alpen und Hochasien:

Für viele Tiefländer, die neben vergletscherten Hochgebirgen liegen, ist der Gletscherabfluss von besonderer Bedeutung. Sie brauchen das Wasser für viele Dinge, zum Beispiel zur Bewässerung von Feldern, in der Industrie oder teilweise sogar als Trinkwasser. Wie man aus mehreren Kreisdiagrammen entnehmen kann, stammt in Hochasien in Dürre Jahren (die leider immer häufiger vorkommen) in vielen Regionen mehr als die Hälfte des verfügbaren Wassers, welches in den Flüssen abfließt, aus dem Gletscherabfluss. Von besonderer Bedeutung ist der Gletscherabfluss zum Beispiel für den Indus und den Tarimfluss, denn beide bestehen zu einem Großteil aus

abgeschmolzenen Gletschern. Doch wie aus einigen multitemporalen Vergleichsbildern hervorgeht, führen sie immer weniger Wasser, da immer weniger Gletscherabfluss kommt. Gleichzeitig ist der Wasserbedarf in den letzten Jahrzehnten in den Regionen um die Flüsse jedoch stark gestiegen. Das könnte in den nächsten Jahren zu Wasserknappheit führen. Doch nicht nur in Hochasien, sondern auch bei uns in den Alpen spielt der Gletscherabfluss eine große Rolle. In einem durchschnittlichen Jahr macht die Gletscherschmelze in der Nähe des Ursprungs des Rheins im September über 13% aus. In extrem trockenen Jahren, wie zum Beispiel 2003, waren es sogar über 26%. Und selbst bei der Mündung in der Nordsee bestand damals ein Teil des Rheins aus der Gletscherschmelze.

Bedeutung des Gletscherabflusses in Hochasien



See also: Bolch, T. (2017): Asian Glaciers are a reliable Water Source, Nature. Pritchard (2019), Nature. T. Bolch 39/50

5. Fazit:

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Gletscher der Alpen und Hochasiens seit 2000 ca. 50-80 cm pro Jahr dünner geworden sind und ca. 90% bzw. 50% des Gletschervolumens der Alpen bzw. Hochasiens bis 2100 voraussichtlich abgeschmolzen sein werden. Der Gletscherabfluss wird in stark vergletscherten Einzugsgebieten zunächst zunehmen, spätestens aber nach wenigen Jahrzehnten deutlich abnehmen. Dies hat insbesondere in den ariden Gebieten der Erde eine deutliche Verringerung der Wasserverfügbarkeit zur Folge.



Protokollantin: Lea-Sofie Frühwald  
(9b, Ellenrieder-Gymnasium)

