GlHima-Sat

High resolution spaceborne studies of mass balance processes on glaciers of the Khumbu Himal, Nepal

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 11. Ausschreibung (2014)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.01.2015	**Projektende**	30.04.2018
Zeitraum	2015 - 2018	**Projektlaufzeit**	40 Monate
Keywords	Digital Surface Models, Glaciers, Avalanches, Pléiades, Glacier Mass Balance		

Projektbeschreibung

Etwa 80% der vergletscherten Fläche in der nepalesischen Khumbu Himal Region ist schuttbedeckt. Aufgrund der schlechten Verfügbarkeit von in-situ Messungen, stellen auf Fernerkundungsdaten basierende digitale Oberflächenmodelle (DOM) die beste Möglichkeit zur Messungen von Oberflächenveränderungen an diesen Gletschern dar. Die Rolle verschiedener Prozesse welche zur Massenbilanz der Gletscher im Himalaya beitragen ist zurzeit noch schlecht untersucht. Insbesondere Lawinen gelten als wichtiger Faktor für die Akkumulation von Schnee auf vielen Gletschern, während rasches schmelzen an exponierten Eisflächen im Schuttkörper vermutlich signifikant zur Ablation beitragen. Bisher sind diese beiden Prozesse allerdings noch nicht gletscherweit quantifizierbar.
Im beantragten Projekt GlHima-Sat, zielen wir darauf ab die Nutzbarkeit von sehr hochaufgelöste, tri-stereo Pléiades Bildern für die Quantifizierung dieser Prozesse zu untersuchen, um so ihren Einfluss auf die Gletschermassenbilanz feststellen zu können. Zunächst werden dafür differenzielle DOM mit der bestmöglichen Genauigkeit und Präzision für das 780km² umfassende Untersuchungsgebiet am Hauptkamm des Himalayas und 5 nach Süden fließende Gletscher verschiedener Größe und Komplexität berechnet. Dazu werden an drei Aufnahmezeitpunkten Pléiades tri-stereo Bilder aufgenommen um Analysen über die Monsun-Zeit sowie die Nicht-Monsun-Zeit durchführen zu können. Zusätzlich Pixel- und objektbasierte Oberflächenklassifikation wird zur Unterstützung der Interpretation angewendet. In nächsten Schritten wird (i) das Volumen aller Lawinenablagerungen im Untersuchungsgebiet ermittelt und das Verhältnis der Ablagerungen zu Topographieeigenschaften untersucht, (ii) die Volumenänderung der Gletscher im Bereich der Lawinenablagerungen und an exponierten Eisflächen in den Schuttbedeckten Bereichen an 5 Gletschern berechnet und (iii) die geodätische Gletschermassenbilanz für diese Gletscher über den Untersuchungszeitraum von einem Jahr berechnet. Diese Analysen testen die Eignung von Pléiades Daten für glaziologische Studien mit hoher Auflösung. Die Volumenabschätzung der Lawinenablagerungen, mit Unterstützung von einer zusätzlichen Analyse zur Lawinenfrequenz basierend auf zusätzlichen, frei verfügbaren optischen Satellitendaten der letzten Dekade, wird eine erste Abschätzung des Einflusses von Lawinen und ihrer räumlichen Muster in der Region auf die Akkumulation ermöglichen. Die Analyse der Gletschermassenbilanzen und gletscherspezifischer Eigenschaften wie Schuttbedeckung wird zudem eine Einschätzung des Einflusses von Akkumulation durch Lawinen wie auch Ablation von Eisflächen auf die Gesamtmassenbilanz von Gletschern ermöglichen. Durch die Untersucheng von 5 verschiedenen Gletschern wird zudem untersucht wie dieser Einfluss mit Gletschergröße und spezifischen Akkumulationscharakteristiken wie der Größe des Einzugsgebietes, variiert.

Mit dem beantragten Projekt werden also nicht nur die Grenzen der glaziologischen Anwendung der hochaufgelösten Pléiades Daten ausgelotet, es werden auch wichtige, offene Forschungsfragen angegangen, welche momentan noch Hindernisse für das Verständnis der Gletscher im Himalaya und deren mögliche Entwicklung in der Zukunft darstellen.

Abstract

Debris-covered glaciers make up about 80% of the glacierized area in the Khumbu Himal region of the Nepalese Himalaya, and, in the absence of in situ measurements, remotely sensed geodetic mass balances based on digital surface model (DSM) differencing offers the best means of measuring current change in these glaciers. The role of different processes contributing to the mass change of debris-covered Himalayan glaciers is currently poorly understood. In particular, avalanched snow is known to contribute significantly to accumulation, and rapid melting at exposed ice faces within the debris covered zone are thought to significantly influence the total glacier ablation, but both of these processes remain unquantified at the glacier scale.

In the proposed project GlHima-Sat, we aim at exploring the utility of very high resolution tri-stereo Pléiades imagery in quantifying these processes and determining their contribution to annual glacier mass balance. DSMs of the highest possible accuracy and precision will be produced for the study area, which encompasses 780km² of the main Himalayan divide and 5 southward flowing glaciers of varying size and complexity. Three sets of Pléiades tri-stereo data will be acquired for the study area, to enable analyses based on differencing DSMs over both the monsoon and non-monsoon seasons. Pixel and object based surface classification will be used to assist with the interpretation of the data. We will (i) estimate the volume of snow in the avalanche cones within the regions, and relate these volumes to topographic properties, (ii) compute the volume change over avalanche cones and at exposed ice faces within the debris cover on the five study glaciers and (iii) compute the geodetic annual mass balance for these five glaciers. These analyses will test the capabilities of the Pléiades data for studying high resolution glaciological processes, while the volume estimation of avalanche cones, supplemented by analysis of avalanche frequency from freely available satellite data over the last decade will provide the first estimates of the regional pattern of avalanche accumulation. The analysis of mass balance and glaciological processes will allow to assess the imporctance of both avalanche accumulation and ice face ablation to total glacier mass balance, and by comparing across 5 different glaciers, how the role of these processes may vary depending on the glacier size and accumulation characteristics.

Completion of this work will not only test the limits of the glaciological applications of the high quality Pléiades data, but will address important open questions that are currently presenting obstacles to our complete understanding of Himalayan glaciers and how they will change in the coming years.

Projektkoordinator

- Universität Innsbruck