



© Farouk Kadded

Zeugen der großen Gletscherschmelze

von Farouk Kadded und Luc Moreau

Etwa 80 Prozent der wilden, rauen Insel Grönland sind von einer dicken Eisdecke überzogen. Gletscher brechen von diesem Eisschild ab und verwandeln sich in träge fließende Eisflüsse, die durch ihr eigenes enormes Gewicht langsam aber sicher auf das Meer zutreiben. Es gibt verschiedene Gründe, aus denen sich Forscher aus aller Welt in den vergangenen Jahren für die Geheimnisse interessiert haben, die das Grönlandeis in sich birgt. Einer dieser Gründe ist, dass sich der Klimawandel in Grönland besonders stark bemerkbar macht. Der grönländische Eisschild schmilzt schneller als jede andere Eisformation weltweit, und die Gletscher wandern heute zehnmal schneller Richtung Meer als noch vor fünf Jahren. Ein weiterer Grund ist der Umstand, dass das Inlandeis Grönlands etwa acht Prozent der gesamten Trinkwasservorräte der Erde speichert. Zudem hätte eine Gletscherschmelze einen Anstieg des Meeresspiegels um mehr als sieben Meter zur Folge – eine unmittelbare Bedrohung der Heimat von Millionen von Men-

schen weltweit! Die Konsequenzen für uns und unsere Umwelt sind enorm, sodass eine genaue Überwachung der laufenden Veränderungen enorm wichtig ist.

Luc Moreau, ein Glaziologe aus der französischen Stadt Chamonix, beschäftigt sich schon seit über drei Jahren mit dem eindrucksvollen, vier Kilometer breiten Gletscher Eqip Sermia in Westgrönland. Zusammen mit der Forschergruppe SPELE'ICE und der Fernsehproduktionsfirma MONALISA hat Moreau vor kurzem eine Expedition unternommen, um Daten über die Schmelzgeschwindigkeit des Gletschers zu sammeln und zu untersuchen, wie sich die Gletschermühlen dieses Gletschers (tiefe Hohlformen im Gletschereis, durch die Schmelzwasser abfließt) auf die Schmelzgeschwindigkeit auswirken. Begleitet wurde er dabei von Farouk Kadded, Produktmanager im Bereich Geomatik bei Leica Geosystems Frankreich, und einer Leica Nova M550 MultiStation mit einem Leica GS14 Empfänger sowie einem Leica GS10 Empfänger zur GNSS-Positionierung in Echtzeit. Die MultiStation war das Instrument der Wahl, da sie präzise, reflektorlose 3D-Scans aus Entfernungen von ein bis





■ **Der kalbende Gletscher Eqip Sermia in Grönland wandert beängstigend schnell.**

zwei Kilometern erlaubt, durch geringes Gewicht und kompakte Abmessungen leicht in einem Rucksack zu transportieren ist und sich schon bei früheren Gelegenheiten als zuverlässig und robust erwiesen hatte. Abgesehen davon bot einzig die MultiStation alle vier erforderlichen Technologien: Totalstation, Scanner, GNSS und Imaging.

Messung der Bewegung des Eqip Sermia

Im Rahmen seiner letzten Expedition stellte Moreau eine Kamera auf, die in den vergangenen Jahren täglich Bilder machte. Aus diesen Bildern stellte er eine Art Zeitraffer-Film zusammen, der die Größenveränderung des Gletschers zeigte. Anhand dieses Films konnten unter Zuhilfenahme der mit den Messsystemen von Leica Geosystems erfassten topografischen Daten die Länge und die Fließgeschwindigkeit des Eqip Sermia berechnet werden.

Sobald Moreau und Kadded festen Boden zur Einrichtung des GS10 Empfängers als Referenz ausfindig gemacht hatten, begannen sie sich nach günstigen Messpositionen auf dem Gletscher umzusehen – auf der rasch wandernden Gletscheroberfläche mit ihren tiefen, tödlichen Spalten eine gefährliche Aufgabe! Zuerst wurden MultiStation, Stativ, Reflektorziel, der robuste Leica GS14 Empfänger und ein Lotstock an der stabilen linken Gletscherseite aufgebaut. Mit der Leica GS14 auf der Nova MS50 wurden die exakten Koordinaten bestimmt, um die ausgewählten Punkte auf eine Entfernung von 1,3 Kilometern zu messen. Anschließend wurde die gefährliche Querung des Gletschers zur Anbringung eines Reflektorziels

unternommen. An vier aufeinanderfolgenden Tagen wurden täglich zur selben Uhrzeit Positionsdaten erfasst, um den Schmelzfluss des Gletschers innerhalb eines Zeitraums von 24 Stunden zu ermitteln.

Der Gletscher bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von bis zu 30 Zentimetern pro Stunde, sodass das Team sehr zügig arbeiten musste. Zuerst wurden mit der MultiStation Bilder einiger Gletschereis-Türme, sogenannter Séracs, gemacht, um das Wiederfinden derselben Punkte am nächsten Tag zu ermöglichen.

Die Ergebnisse zeigten, dass sich der Gletscher täglich bis zu sieben Meter weit fortbewegte. Bei den letzten Messungen im Jahr 2012 hatte die Bewegungsgeschwindigkeit des Eqip Sermia noch bei drei Metern pro Tag gelegen. Verglichen mit anderen Gletschern weltweit, die eine Geschwindigkeit von rund 30 Zentimetern pro Tag aufweisen, ist das beängstigend schnell. Das Team stellte außerdem fest, dass der Gletscher allein gegenüber dem Vormonat um rund 500 Meter geschrumpft war. Auch ein weiteres Ziel konnten die beiden erreichen, nämlich die Nutzung der Leica MultiStation zur Erstellung eines 3D-Scans der historischen Hütte des französischen Polarforschers Paul-Émile Victor, die dieser als Stützpunkt für seine Expeditionen verwendete. Darüber hinaus wurde mehrere Kilometer landeinwärts auf dem Eqip Sermia ein großer See entdeckt. Sollte dieses Wasser auf irgendeinem Weg in eine Gletscherspalte gelangen, könnte dies das vorzeitige Ende des Gletschers bedeuten. Eine weitere überraschende Erkenntnis aus den durchgeführten Messungen war,

dass der Gletscher unter der Meeresoberfläche hundertmal schneller schmilzt als darüber.

Messungen direkt in der Gletschermühle

Nach Vollendung derselben Tagesetappe, die schon Paul-Émile Victor vor 60 Jahren zur Eiskappe des Gletschers geführt hatte, schlug das Team sein Lager auf und machte sich auf die Suche nach einer Gletschermühle für einen 3D-Scan. Mit diesem Scan sollte festgestellt werden, ob das Wasser in einer Gletschermühle tatsächlich die Gesteinsschicht unterhalb des Gletschers erreichte. Warum haben diese Gletschermühlen eine so große Bedeutung für die Gletscherforschung? Da sich die Auswirkungen des Klimawandels in Grönland wesentlich stärker niederschlagen als überall sonst auf der Welt, bilden sich an besonders warmen Tagen Schmelzwasserseen auf den Gletschern. Das überschüssige Wasser dieser Seen sammelt sich in Flüssen, die eine besorgniserregend rasche Gletscherschmelze verursachen. Gelangt dieses Wasser in eine Gletschermühle, versetzt es dort Gesteinstrümmer in kreisförmige Bewegungen, die die Gletschermühle erweitern und vertiefen, bis die Gesteinsschicht am Grund des Gletschers erreicht ist. Das Wasser staut sich dann unter dem Gletscher und wirkt wie ein Schmiermittel, auf dem der Gletscher – den Gesetzen der Schwerkraft folgend – noch schneller in Richtung Ozean gleitet.

Der Weg des Schmelzwassers

Moreau und Kadded gelang es, die MultiStation auf dem Dreifuß in einer Gletschermühle aufzustellen, um diese in allen Einzelheiten zu scannen. Da einige Gletschermühlen eine Tiefe von bis zu 200 Meter erreichen können, war dies ein spannendes Vorhaben. Noch nie wurden die vom Wasser geschaffenen Formen einer Gletschermühle so genau und bis ganz nach unten auf den Gletscherboden erfasst.

Die Arbeit in einer Gletschermühle birgt erhebliche Gefahren. Bei einer Änderung der Oberflächentemperatur um nur ein bis zwei Grad Celsius kann das Gletschereis zu schmelzen beginnen. Das Schmelzwasser kann in die Gletschermühle fließen und sie unter Wasser setzen. Die Erfassung der Scandaten – 500.000 hochdetaillierte Punkte – dauerte einen vollen Tag, doch die Gletschermühle konnte ausgehend von dem Fluss, der sie geschaffen hatte, Stück für Stück bis hinunter zu ihrer tiefsten Stelle zur Gänze vertikal vermessen werden. Auch Tiefe, Umfang und Breite gehen aus dem mit der Leica Nova MultiStation durchgeführten 3D-Scan hervor – mit einem faszinierenden Ergebnis.



© Luc Moreau

■ Aufbau der Nova MultiStation für den Scan der Gletschermühle.

«Es war uns ein Anliegen, einen kompletten Scan der Gletschermühle zu haben, um uns ein Bild von ihrer Entstehung im Laufe der Zeit und der damit einhergehenden Verformung des Eises machen zu können. Der Erfolg gibt uns recht: Das generierte Modell ist hervorragend, und die MultiStation hat sich als ideal für diese Anwendung erwiesen – zumindest bei gutem Wetter!», zeigt sich Luc Moreau zufrieden.

Der erstellte 3D-Scan beweist die Vielseitigkeit und Robustheit der Leica MS50 MultiStation auch unter außergewöhnlichen Umgebungsbedingungen. Die neuen Programme und Funktionen der MultiStation gehen nahtlos ineinander über, integrieren moderne Technologien und ermöglichen noch zuverlässigere, raschere und umfassendere Messungen, die alle Informationen enthalten, die sich Forscher nur wünschen können. Durch die Zusammenarbeit mit Unternehmen, die auf ihrem Gebiet führend sind, können Wissenschaftler, die sich mit der Erforschung des Klimawandels beschäftigen, nur profitieren. ■

Über die Autoren:

Farouk Kadded ist Vermessungsingenieur und als Produktmanager im Bereich Geomatik bei Leica Geosystems Frankreich tätig.

farouk.kadded@leica-geosystems.fr

Luc Moreau ist Glaziologe mit einem Doktorat in Bergwissenschaft und Mitglied des Forschungsteams des Labors für den Lebensraum und die Dynamik von Berggebieten des französischen Nationalen Zentrums für wissenschaftliche Forschung (CNRS).

moreauluc@club-internet.fr