

Zusammenfassung

Gletscher sind in dicht besiedelten Hochgebirgsregionen, wie den Europäischen Alpen, ein fester Bestandteil der alpinen Kultur, Landschaft und Umwelt. Sie sind eine bedeutende Süßwasserressource für die Landwirtschaft und die Industrie, eine wichtige wirtschaftliche Komponente für den Tourismus und die Produktion von Wasserkraftenergie und eine potentielle Ursache für Naturgefahren. Innerhalb der globalen Klimabeobachtungssysteme zählen Gletscher, durch ihre physikalische Nähe zum Schmelzpunkt, zu den besten natürlichen Klimaindikatoren. Gebirgsgletscher wurden zum Leitsymbol der gegenwärtigen Diskussion zum Klimawandel und zur Einzigartigkeit der aktuellen Veränderungen im Vergleich zur Holozänen Variabilität. Zahlreiche Studien haben die Beziehung zwischen Gletscher und Klimaänderung untersucht. Gleichwohl existieren nur wenige Gletscher-Klima Studien, die sich auf eine gesamten Gebirgskette konzentrieren und in einem integrativen Ansatz Feldmessungen, Fernerkundungsdaten und Computermodelle anwenden, wie es in internationalen Monitoring-Strategien vorgeschlagen wird.

Die vorliegende Dissertation untersucht daher Gletscheränderungen nach 1850 in den gesamten Alpen. Gletscherinventare, Feldmessungen und ein numerisches Model (basierend auf einer empirischen Beziehung zwischen Niederschlag und Temperatur auf der Höhe der Gleichgewichtslinie) werden verwendet, in Kombination mit einem digitalen Höhenmodell und GIS-Technologie, für die Analyse der Gletscheränderungen der Gesamtalpen zwischen 1850 und dem Ende des 21. Jahrhunderts.

Der gesamte Flächenverlust seit 1850, berechnet mit verschiedenen Methoden, beläuft sich auf etwa 35% bis in den 1970er Jahren, als ca. 5'150 Alpengletscher eine Fläche von 2'909 km² bedeckten, und auf fast 50% bis im Jahre 2000. Rapide schwindende Gletscherflächen, spektakuläre Rückzüge der Gletscherzungen und zunehmende Massenverluste sind klare Zeichen der atmosphärischen Erwärmung in den Alpen während den vergangenen 150 Jahren und deren Beschleunigung in den letzten zwei Jahrzehnten, die in einem Verlust von weiteren 5–10% des verbleibenden Eisvolumens im ausserordentlich warmen Jahr 2003 gipfelte. Aus dem Modellierungsexperiment wurde ersichtlich, dass es für die Kompensation einer Änderung der 6-Monats-Sommertemperatur um ± 1 °C eine Zu-/Abnahme des jährlichen Niederschlages von etwa 25% benötigt. Ein Anstieg der Sommertemperatur um 3 °C würde die Alpine Gletscherbedeckung der Referenzperiode (1971–1990) um ungefähr 80% reduzieren, oder auf ca. 10% der Gletscherausdehnung um 1850. Im Falle eines Anstieges der Sommertemperatur um 5 °C würden die Alpen praktisch eisfrei werden. Jährliche Niederschlagsänderungen um $\pm 20\%$ modifizieren solche geschätzte Prozentwerte des verbleibenden Eises um weniger als ein Faktor Zwei.

Die vorliegende Studie demonstriert die mögliche Anwendung von modernen Monitoring-Strategien zur Untersuchung von Gletschern einer gesamten Gebirgskette und zeigt, dass die Möglichkeit des Verschwindens der Alpengletscher in den kommenden Jahrzehnten in Betracht gezogen werden muss.