

23. Februar 2012

WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF  
Gruppe Gebirgsökosysteme  
Jonas Schwaab  
Telefon +41-81-417 0267  
schwaab@slf.ch

Bewerbung um die Teilnahme an der Phil.Alp-Tagung 2012 mit dem Diplomarbeits Thema:

**Auswirkungen von Waldveränderungen im Schweizerischen Alpenraum auf das globale Klima**  
(Bearbeitungszeitraum November 2011 – Mai 2012)

Überblick: Der Mensch beeinflusst das Klima der Erde auf sehr unterschiedliche Art und Weise. Neben der Emission von Treibhausgasen, ist vor allem sein Einfluss auf die Oberfläche der Erde von großer Bedeutung. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist die Abholzung von Wäldern. Die Auswirkungen dieses menschlichen Eingriffes auf das Klima werden in der Regel damit erklärt, dass große Mengen an CO<sub>2</sub> freigesetzt werden. Die Freisetzung von CO<sub>2</sub> gehört zu den sogenannten biogeochemischen Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf das Klima. Gleichzeitig gibt es jedoch sogenannte biogeophysikalische Effekte. Diese müssen mit einbezogen werden, wenn der Einfluss von der Landnutzung auf das Klima evaluiert werden soll. Einer der wichtigsten biogeophysikalischen Faktoren ist die Änderung der Albedo. Die Albedo ist ein Maß dafür, welcher Anteil der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche absorbiert wird. Eine niedrige Albedo bedeutet, dass sehr viel Strahlung absorbiert wird und dem System Erde dadurch mehr Energie zugeführt wird als bei einer hohen Albedo. Landoberflächen die von niedriger Vegetation bedeckt sind, haben in der Regel eine höhere Albedo als beispielsweise Wälder. Dies bedeutet, dass der sogenannte Albedo-Effekt bei Wäldern zu einer Erwärmung der Erde beiträgt und den Auswirkungen der CO<sub>2</sub>-Speicherung in Wäldern entgegenwirkt. Die beiden genannten Effekte wurden bisher vor allem auf globaler Ebene untersucht. Auf regionaler und lokaler Ebene gibt es noch wenige Untersuchungen zum Thema. Allerdings zeigen sowohl Albedo-Effekt, als auch CO<sub>2</sub>-Effekt eine hohe räumliche Variabilität. Es ist daher notwendig die Effekte kleinskalig zu untersuchen und möglichst viele lokale Variablen einzubeziehen. Bei einer Untersuchung für die Schweiz spielen die Alpen eine außerordentliche Rolle. So verstärkt insbesondere die langanhaltende Schneebedeckung den Albedo-Effekt. Gleichzeitig bietet die ausgeprägte Topographie eine sehr gute Möglichkeit Faktoren wie Exposition und Hangneigung genauer zu beleuchten.

Methodisches Vorgehen: Unterschiedliche klimatische Variablen wie CO<sub>2</sub> und Albedo können über das Konzept des Radiative Forcings miteinander verglichen werden. Hinter diesem Konzept verbirgt sich die Vorstellung, dass der Strahlungshaushalt der Erde durch eine Störung, ein Radiative Forcing, in ein Ungleichgewicht versetzt werden kann. Ein Ungleichgewicht bedeutet, dass nicht gleich viel Strahlung von der Sonne absorbiert wird, wie von der Erde emittiert. Existiert ein solches Ungleichgewicht, so ändert sich die Temperatur auf der Erde. Über Simulationen mit verschiedenen Klimamodellen konnte festgestellt werden, dass die Temperatur sich in etwa gleichem Ausmaß ändert, gleichgültig ob eine Störung in Form einer CO<sub>2</sub>-Konzentrationsänderung oder in Form von einer Albedoänderung erfolgt.

Um nun konkret Albedo-Effekt und CO<sub>2</sub>-Effekt von Landnutzungswandel und Waldveränderungen vergleichen zu können, müssen zunächst verschiedene Parameter bekannt sein. Grundlage für den Landnutzungswandel in der Schweiz ist die Arealstatistik. Sie bietet hoch aufgelöste und detaillierte Angaben zu Landnutzungs- und Waldveränderungen. Mit Hilfe der Arealstatistik kann ermittelt werden, in welcher Form und an welchen Orten ein bestimmter Landnutzungswandel auftritt. Für den CO<sub>2</sub>-Effekt muss bekannt sein, welche Masse an Kohlenstoff in terrestrischen Ökosystemen

gebunden werden kann und welche atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentrationsänderungen sich aus einem bestimmten Landnutzungswandel ergeben. Solche Untersuchungen wurden für die Schweiz bereits durchgeführt und ich werde daher auf die daraus abgeleiteten Ergebnisse zurückgreifen können. Zur Berechnung des Albedo-Effekts müssen die Albedowerte spezifischer Landnutzungsklassen bekannt sein. Diese spezifischen Albedowerte werde ich mit Hilfe von Daten berechnen, die über den Satellitensensor MODIS gewonnen und aufbereitet wurden. Da der Albedowert einer bestimmten Fläche sehr stark davon abhängt, ob Schnee vorhanden ist oder nicht, sollte außerdem die Dauer der Schneebedeckung bekannt sein. Entsprechende Daten werden von der Universität Bern bereit gestellt, wo die Schneebedeckung für die zurückliegenden Jahre mit Hilfe von AVHRR-Satellitenaufnahmen berechnet wurden. Ein weiterer Parameter, der bekannt sein muss, ist die Globalstrahlung. Diese werde ich mit Hilfe eines Auszugs aus dem meteorologischen Computermodell Alpine3d ermitteln.

Aus den genannten Parametern kann letztlich berechnet werden, welche Strahlungsantriebe (Radiative Forcings) sich für die Schweiz aus einem allgemeinen Landnutzungswandel und insbesondere aus Waldveränderungen ergeben. Mit Blick auf die Arealstatistik kann der Strahlungsantrieb rückwirkend für die Jahre 1985-2009 berechnet werden. Da außerdem Szenarien für die zukünftigen Landnutzungs- und Waldveränderungen in der Schweiz zur Verfügung stehen, kann der Strahlungsantrieb für diese Szenarien auch bis zum Jahre 2050 ermittelt werden. Mit Hilfe der Analyse für die gesamte Schweiz können später einzelne Parameter und deren Einfluss auf den Albedo-Effekt isoliert untersucht werden. Der Fokus dieser Untersuchung wird auf dem Alpenraum liegen, da vor allem topographische und nivale Effekte relevant sein könnten.

Erwartete Resultate/Bedeutung: Die Ausarbeitung der Arbeit könnte einen wichtigen Beitrag zur klimatischen Bewertung von Landnutzung und Wäldern im Schweizerischen Alpenraum leisten. Besonders die Anwendung des Konzeptes der Ökosystemdienstleistungen könnte zukünftig erweitert werden. Bisher wird der klimatische Nutzen von Wäldern fast ausschließlich über die CO<sub>2</sub>-Speicherung bewertet. Allerdings greift diese Methode mit Blick auf die Albedo zu kurz. Ökosystemdienstleistungen sind eine wichtige Grundlage, um landschaftliche Planungen nachhaltig zu gestalten und stellen somit ein bedeutsames politisches Hilfsmittel dar. Da die Schweiz zu den Unterzeichnern des Kyoto Protokolls gehört, liegt es in ihrem Interesse das Klima zu schützen. In Bezug auf Landnutzungswandel und Waldveränderungen kann Klimaschutz jedoch nur effektiv erfolgen, wenn möglichst viele klimatische Auswirkungen dieser Veränderungen, unter Beachtung regionaler Merkmale, mit einbezogen werden. Der Einbezug des schweizerischen und alpinen Albedo-Effektes ist ein erster Schritt in diese Richtung.