

## WebSnow

Integration of Webcam data for deriving Snow cover and snow depth from Sentinel-1, Sentinel-2 and Pléiades data

|                                 |                                                                |                        |               |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | ASAP, ASAP 14. Ausschreibung (2017)                            | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.07.2018                                                     | <b>Projektende</b>     | 31.10.2019    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2018 - 2019                                                    | <b>Projektlaufzeit</b> | 16 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | Sentinel, Webcam, Snow cover, Snow depth, Pléiades, Copernicus |                        |               |

### Projektbeschreibung

Die Variabilität der Schneebedeckung hat einen maßgeblichen Einfluss auf das Klima, auf die Ökosystemvielfalt und auf sozioökonomische Aspekte. Schneefall und die Persistenz der Schneedecke sind stark von der Temperatur in der Atmosphäre und dem Niederschlag abhängig und sind somit eng mit Klimaänderungen verbunden. Im Alpenbogen ist Schnee von hoher sozioökonomischer Bedeutung, nicht nur für den Wasserhaushalt, sondern auch für Naturgefahren und den Tourismus. Um die Auswirkungen des Klimawandels quantifizieren zu können sind Informationen über die Schneebedeckung sowie deren saisonale als auch jährliche Veränderung für die unterschiedlichsten Interessensgruppen von großer Bedeutung. Daher besteht ein großer Bedarf an kontinuierlichen und zuverlässigen Messungen der zeitlichen und räumlichen Variabilität der Schneedecke. Dabei zählen die Schneemenge als Indikator des gespeicherten Wassers als auch die Dauer der Schneebedeckung zu den wichtigsten Parametern.

Die derzeit zur Verfügung stehenden Methoden zur Quantifizierung der Schneebedeckung als auch der Schneemächtigkeit haben alle Stärken und Schwächen. So werden beispielsweise zur Erfassung der Schneebedeckung während der Schneeschmelze vermehrt SAR (Synthetic Aperture Radar) Satellitendaten herangezogen, wohingegen bei trockenen Schneebedingungen vorwiegend optische Satellitendaten verwendet werden. Die limitierenden Faktoren der optischen Fernerkundung sind dabei die Verfügbarkeit räumlich hoch aufgelöster Bilder sowie die Wolkenbedeckung. Für die Abschätzung der Schneemächtigkeit von kleinräumigen Testgebieten werden in erster Linie photogrammetrische Methoden basierend auf Stereo-Luftbildern von UAVs oder Flugzeugen angewandt. Die Möglichkeiten der operationellen Abschätzung der Schneemächtigkeit für große Gebiete anhand von Satellitendaten ist bislang aber noch eine überwiegend ungeklärte Fragestellung. Ebenso ist das Bildmatching von Schneeoberflächen aufgrund der geringen Textur eine große Herausforderung. Alternativen zur Flugzeug- bzw. Satelliten-getragenen Schneehöhenabschätzung stellt die terrestrische Photogrammetrie dar. Erst kürzlich wurden erstmals Webcam Bilder mit hoher zeitlichen und räumlichen Auflösung zur Abschätzung der Schneebedeckung und Mächtigkeit angewandt, jedoch vorwiegend unter bekannten Bedingungen (z.B. Kameramodell) sowie in Kombination mit Wetterstationen. Der zentrale Motivationsgrund des beantragten Projekts WebSnow ist die Verbesserung bestehender Algorithmen zur Ableitung der Schneebedeckung aus Sentinel-1 und Sentinel-2 Daten unter Einbeziehung von Webcam Bildern. Diese werden von der Fa. Bergfex, welche Zugang zu Hunderten Webcams im Alpenbogen Zugriff hat, zur Verfügung gestellt. Zusätzlich soll das Potential für die großflächige Abschätzung der Schneemächtigkeit mittels Bildmatching von Pléiades Daten in Kombination mit Webcam Bildern untersucht werden. Die

Algorithmen werden an Teilen der Schweiz und Österreich angewandt, wobei Archiv- als auch aktuelle Daten verwendet werden. Die Ergebnisse von WebSnow werden somit zu einem tieferen Verständnis über die Assimilation von Webcam Bildern und Sentinel bzw. Pléiades Daten führen und stellen somit die Basis für zukünftige Anwendungen dar.

## **Abstract**

The variability in snow cover have huge impact on climate, on a variety of ecosystems, and on socio-economic aspects of human life. Snowfall and persistence of snow cover are strongly dependent on atmospheric temperature and precipitation, thus likely to change in complex ways in a changing climate. In the Alpine region, snow cover variability is a high socio-economic aspect not only as local water resource and storage, but also as climate-related hazard and winter tourism. To quantify the effect of climate change on snow variation and the annual and inter-annual snow dynamics required by local stakeholders, a continuous reliable measurement of the temporal and spatial variability of snow cover is needed. For monitoring snow cover variability, the most important parameters are the amount and duration of seasonal snow cover and snow depth from where the amount of water stored within the snowpack can be derived.

The available techniques and sampling strategies employed to quantify snow cover and depth have all strengths and limitations. To monitor the extent of wet snow areas during the melting season Synthetic Aperture Radar satellite data are currently used in the Alps. At dry snow conditions, the snow cover extent for complex alpine terrain can be retrieved from high-resolution optical satellite imagery. However, the fundamental challenges of satellite data remain in terms of data availability, spatial resolution and cloud cover. Furthermore, quantifying large scale snow depth from satellite platform remains an open issue. In this respect, snow depth is currently estimated at local and regional scale by mean of photogrammetric techniques from manned and unmanned aerial platforms. However, snow is a challenging surface for photogrammetric techniques due to its relatively uniform surface with limited identifiable features. An alternative to airborne technologies to derive snow cover and depth is terrestrial photography. Currently this technique is used on study areas under control conditions such as camera information are known, and often linked to meteorological stations equipped with snow depth sensors or snow stakes in the field of view of the camera. Only recently, outdoor webcam images are considered as potential data source for deriving snow cover, thanks to their high spatio-temporal resolution and availability.

WebSnow focuses on improving snow cover maps and snow depth estimates using a large network (accessible via Bergfex) of webcam images available at different elevation zone from ski resort and mountain areas. The overall goal of the project is to develop a methodology and study the feasibility of using webcam images for (i) validating and improving snow cover maps from high resolution Sentinel-1 & -2 data and for (ii) deriving snow depth from Pléiades images at higher temporal resolutions and larger areas than what is feasible using UAV and aerial images. The success on those project ambitions holds the potential to increase knowledge about snow variation needed from local stakeholders for evaluating socio-economic aspects and as support to estimate the consequences in real-time of climate change and consequent decision making processes. Finally, demonstrating the feasibility of the proposed approach will promote the exploitation of satellite images in an operational context in a challenging environment.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Wien Department für Geodäsie und Geoinformation

## **Projektpartner**

- Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
- ENVEO-Environmental Earth Observation Information Technology GmbH