

Sensor Nassschnee für IoT Node in der Schneeforschung und Lawinenprävention

Diplomand



Fabian Lieb

Einleitung: Der Flüssigwassergehalt (Liquid Water Content, LWC) in der Schneedecke ist eine zentrale Größe zur Beurteilung der Stabilität von Schneepaketen in der Lawinenprävention. Konventionelle Messsysteme wie das vom SLF entwickelte Denothmeter sind für den autonomen Einsatz in IoT-Systemen ungeeignet.

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Sensorpaketes zur Erfassung des LWC im kritischen Bereich von 2 bis 5 % sowie dessen Integration in das bestehende IoT-System AvaNode. Ergänzend wird die Messung der Temperatur und der solaren Strahlung implementiert, um Ursachen für den Anstieg des LWC besser nachvollziehen zu können. Abschliessend sollten die Test kritisch bewertet werden.

Vorgehen / Technologien: Auf Basis einer Literaturrecherche und anschliessendem Vergleich verschiedener Messprinzipien wird ein TDR-basierter Ansatz mit dem Sensor CS655, für die Messung des LWC's im Schnee, ausgewählt und umgesetzt. Zusätzlich werden mehrere Strahlungssensoren integriert, die über unterschiedliche Schnittstellen (I²C, analog) betrieben werden. Die autonome Datenerfassung erfolgt auf einer SD-Karte und wird mittels einem C++-Codes gesteuert.

Die entwickelte Sensorik wird in Feldtests unter realen Bedingungen, insbesondere auf dem Julierpass, validiert und ausgewertet. Dabei wird der Sensor 60cm unter der Schneedecke vergraben und die Daten über einen Messzeitraum von 48 h gesammelt. Somit können die Verläufe über zwei Tag/Nacht-Zyklen beobachtet werden, da in diesem Zeitraum eine grosse Änderung der Strahlung und des LWC zu erwarten sind. Abschliessend werden diese Daten mit den Wetterdaten und den Messdaten von dem Denothmeter des SLFs abgeglichen und bewertet.

Ergebnis: Die Ergebnisse der Feldtests zeigen, dass der CS655-Sensor bei LWC-Werten über 1 % verlässlich reagiert. Die optischen Sensoren liefern verwertbare Relativeindrücke zur Strahlung, wobei ihre Aussagekraft und die LWC-Werte des CS655-Sensor durch die lokale Positionierung innerhalb der Schneedecke begrenzt bleibt. Mechanische Schwächen und Signalverarbeitungsfehler werden erkannt und durch konstruktive sowie softwareseitige Anpassungen verbessert. Es werden verschiedene Verbesserungen für einen weiteren Prototypen definiert.

Es wird empfohlen, einen weiteren Testaufbau zu erstellen, welcher über das ganze Schneeprofil den LWC, die Temperatur und die Strahlung misst. Die erarbeitete Lösung mit dem IoT-Node misst nur punktuell im Schneeprofil, wodurch kritische

Schneeschichten nicht vollständig erfasst werden. Somit kann mittels einer erweiterten Topp-Gleichung, eine genauere Aussage über den LWC der Schneedecke und damit der Wahrscheinlichkeit eines Nassschneelawinenabgangs getroffen werden.

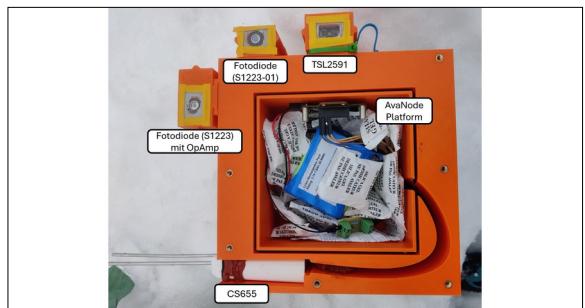
Prototyp 0 auf dem Berninapass
Eigene Darstellung



Arbeitsplatz auf dem Berninapass
Eigene Darstellung



Offener AvaNode mit allen Sensoren beschriftet
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Albert Loichinger

Korreferent
Dr. Fabian Eckermann,
Hombrechtikon, ZH

Themengebiet
Produktentwicklung,
Sensorik,
Maschinenbau-
Informatik