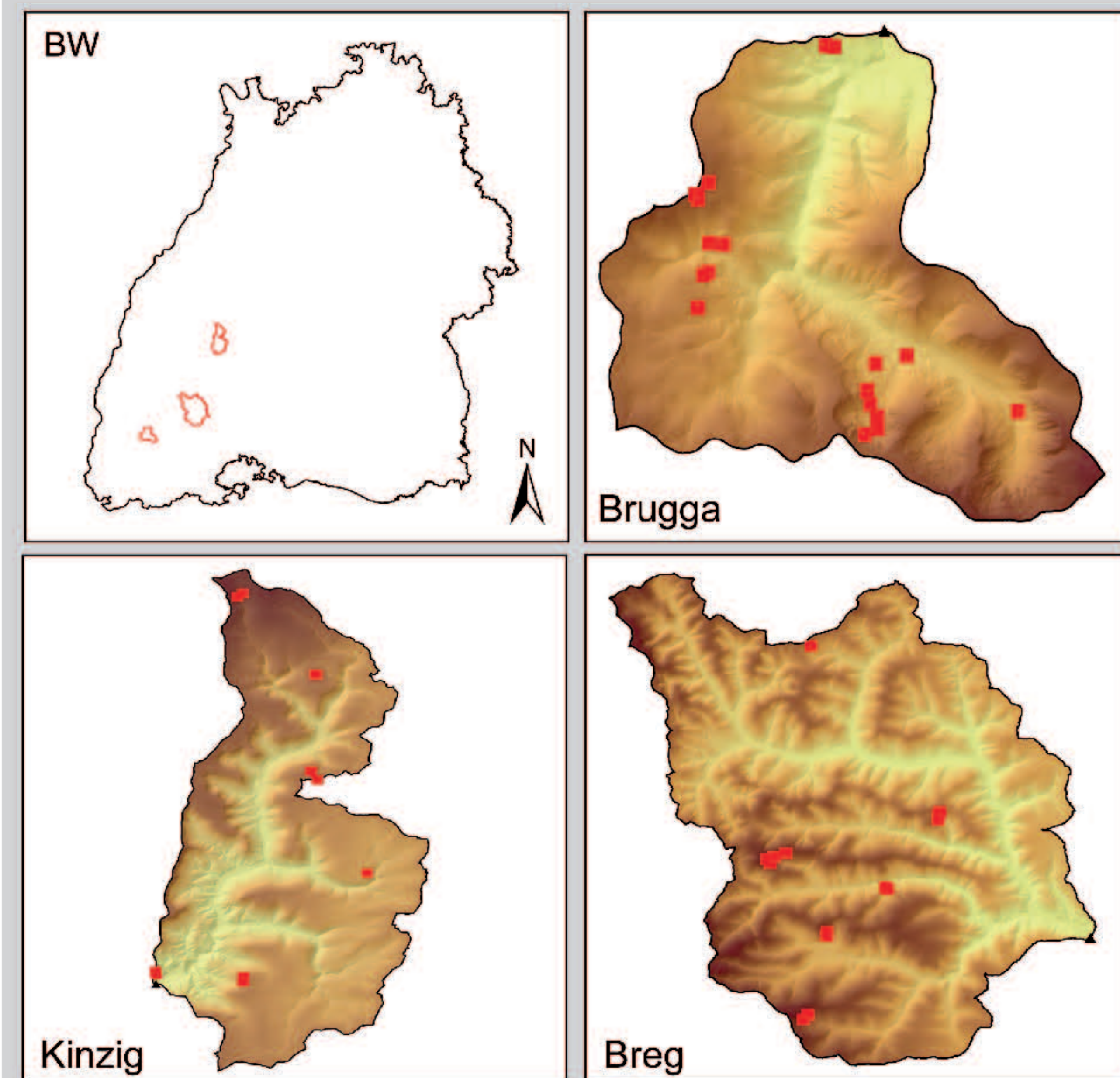


Einleitung

Die Vorhersage von Hochwasser aus so genannten „Regen-auf-Schnee“-Ereignissen ist bisher wenig zufriedenstellend. Eine zuverlässige Prognose dieser Hochwasserereignisse benötigt genaue Informationen über die räumliche Verteilung der Schneedecke im Einzugsgebiet vor einem Ereignis. Eine kontinuierliche Beobachtung der räumlichen Verteilung und zeitlichen Entwicklung der Schneedecke kann wichtige Informationen zu Zustand und Quantität der Schneedecke liefern. Der Einsatz von Zeitraffer-Fotografie wurde bereits erfolgreich von Floyd und Weiler (2008) und Parajka et al. (2012) zur kontinuierlichen Beobachtung der Schneedecke getestet.

Untersuchungsgebiete und Messnetzaufbau

In der vorgestellten Studie wurde mit einem Netz aus Digitalkameras, die in regelmäßigen Intervallen (1 Stunde) Bilder machen, eine kontinuierliche Beobachtung der Schneedecke im Einzugsgebiet realisiert. Dazu wurden 45 Digitalkameras räumlich verteilt in drei unterschiedlichen Mittelgebirgseinzugsgebieten installiert. Es wurde darauf geachtet möglichst viele Höhenlagen und Expositionen abzudecken.



EZG	Größe [km²]	Höhenlage [m.ü.NN]	Waldanteil [%]	Kameras
Brugga	40	433-1493	79	19
Kinzig	76	354-842	70	11
Breg	158	738-1142	63	15

Um die Einflüsse der Vegetation auf die Schneedecke darunter zu untersuchen, wurden außerdem Kameras in Waldflächen mit unterschiedlichen Vegetationstypen (Nadelwald, Laubwald) und Vegetationsdichten sowie auf angrenzenden Freiflächen eingesetzt. Im Blickfeld der Kameras wurden jeweils eine Messlatte sowie eine Schwarz-Weiß Fläche installiert, um eine Abschätzung der Schneehöhe, der Schneeinterzeption in den Baumkronen und der Schneeealbedo zu ermöglichen.



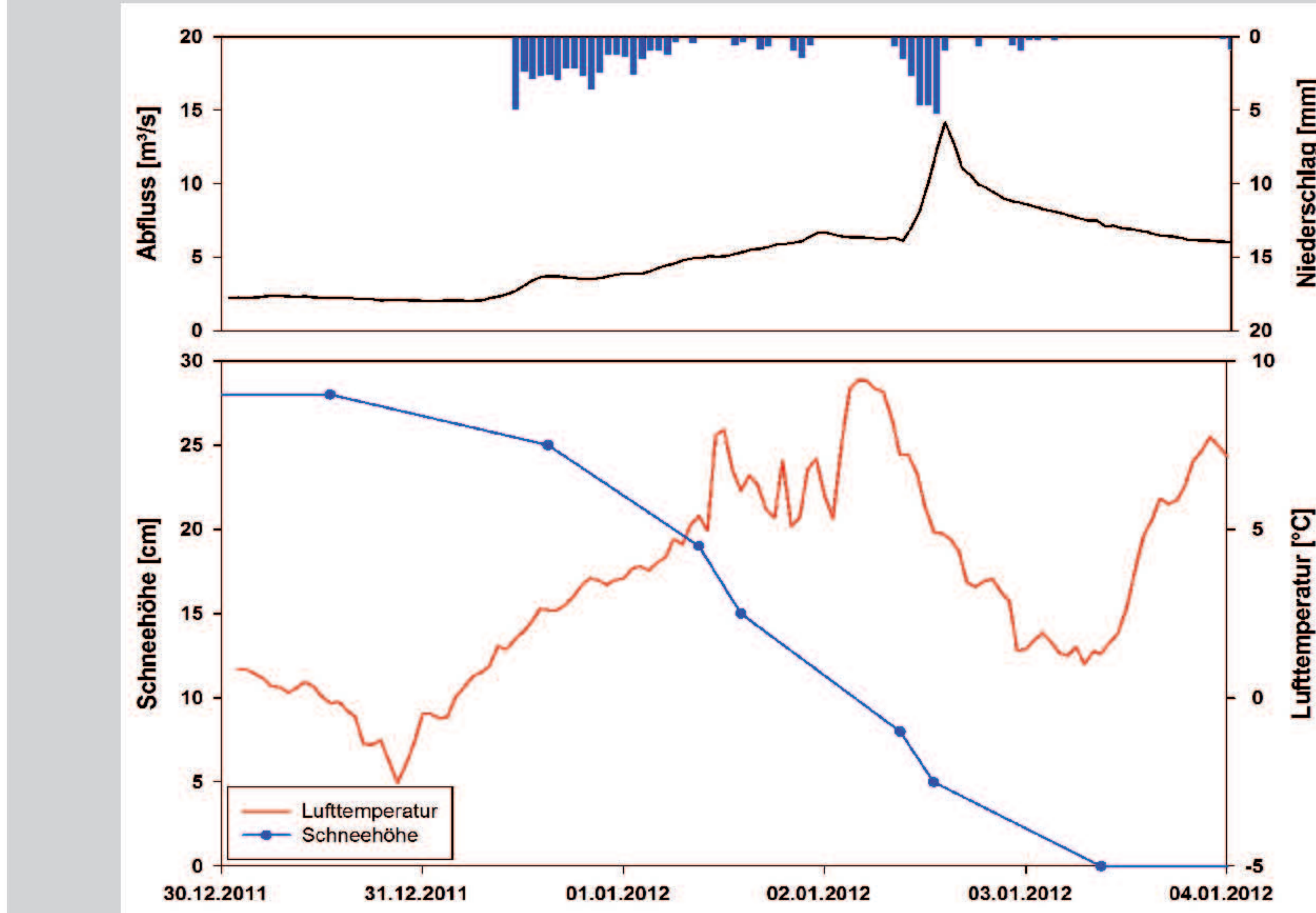
Literatur

Floyd, W. und M. Weiler (2008): Measuring snow accumulation and ablation dynamics during rain-on-snow events: innovative measurement techniques. Hydrological Processes 22, 4805-2097.

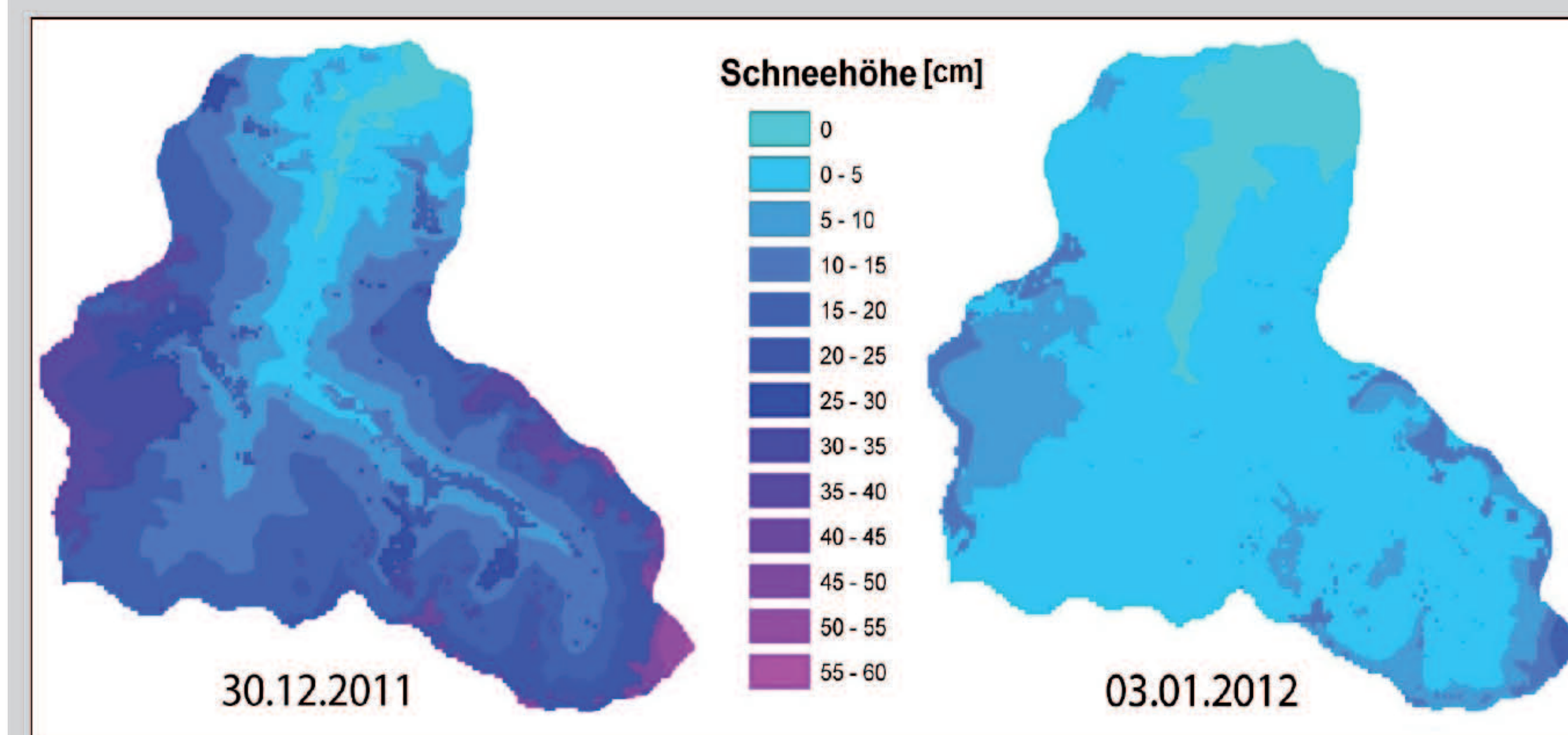
Parajka, J., P. Haas, R. Kirnbauer, J. Jansa und G. Blöschl (2012): Potential of time-lapse photography of snow for hydrological purposes at the small catchment scale. Hydrological Processes, doi: 10.1002/hyp.8389.

Ergebnisse - „Regen-auf-Schnee“-Ereignis

Ein „Regen-auf-Schnee“-Ereignis im Brugga-Einzugsgebiet konnte mit Hilfe der Zeitraffer-Bilder analysiert werden. Dargestellt sind die Abflussganglinie der Brugga, der gefallene Niederschlag sowie die zeitliche Entwicklung der Lufttemperatur und der Schneehöhe an einem Kamerastandort (780 m.ü.NN) im Gebiet. Beobachtet wurde ein komplettes Abschmelzen der Schneedecke an diesem Standort.

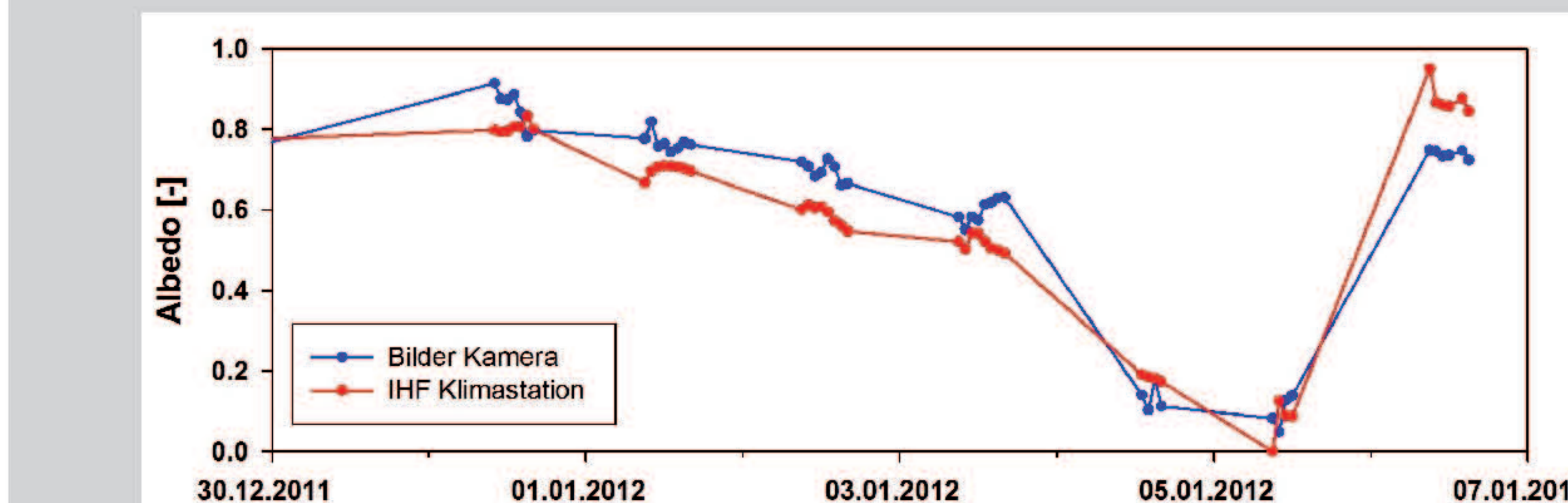


Über eine einfache Höhenregression der Schneehöhen an allen Kamerastandorten (Freiflächen und Wald getrennt) im Einzugsgebiet konnte die räumliche Verteilung der Schneehöhe vor (30. Dezember 2011) und nach (3. Januar 2012) dem Ereignis dargestellt werden. Es ist eine deutliche Abnahme der Schneehöhe in allen Höhenlagen des Brugga-Einzugsgebiets zu erkennen.



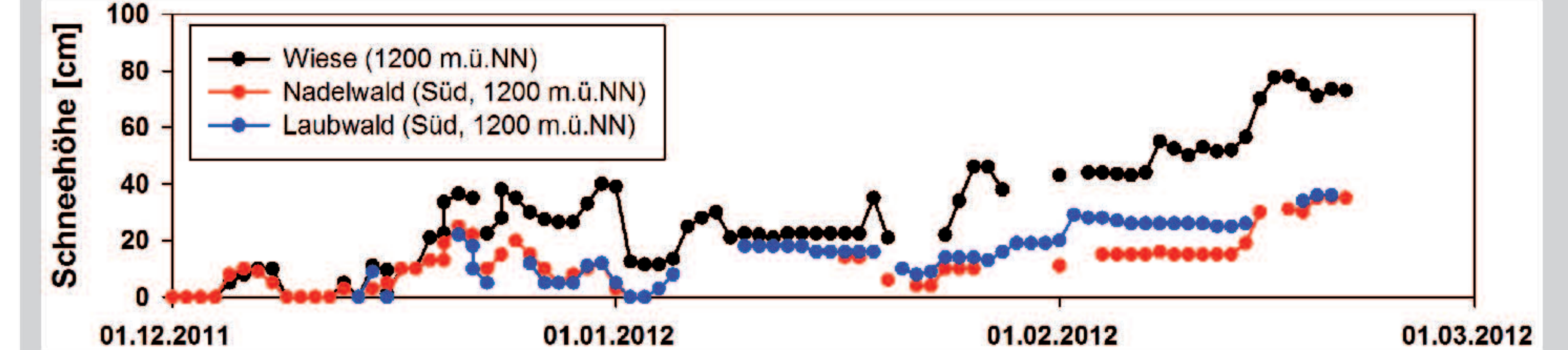
Ergebnisse - Albedo

Über einen Weißabgleich innerhalb einer Bildanalysesoftware konnte außerdem die zeitliche Entwicklung der Albedo der Schneedecke während des „Regen-auf-Schnee“-Ereignisses bestimmt werden. Die Ergebnisse dieser Bildanalyse wurden mit den Albedo-Messdaten einer Klimastation am gleichen Standort verglichen und zeigten eine sehr gute Übereinstimmung ($R^2 = 0,91$ RMSE = 0,08).

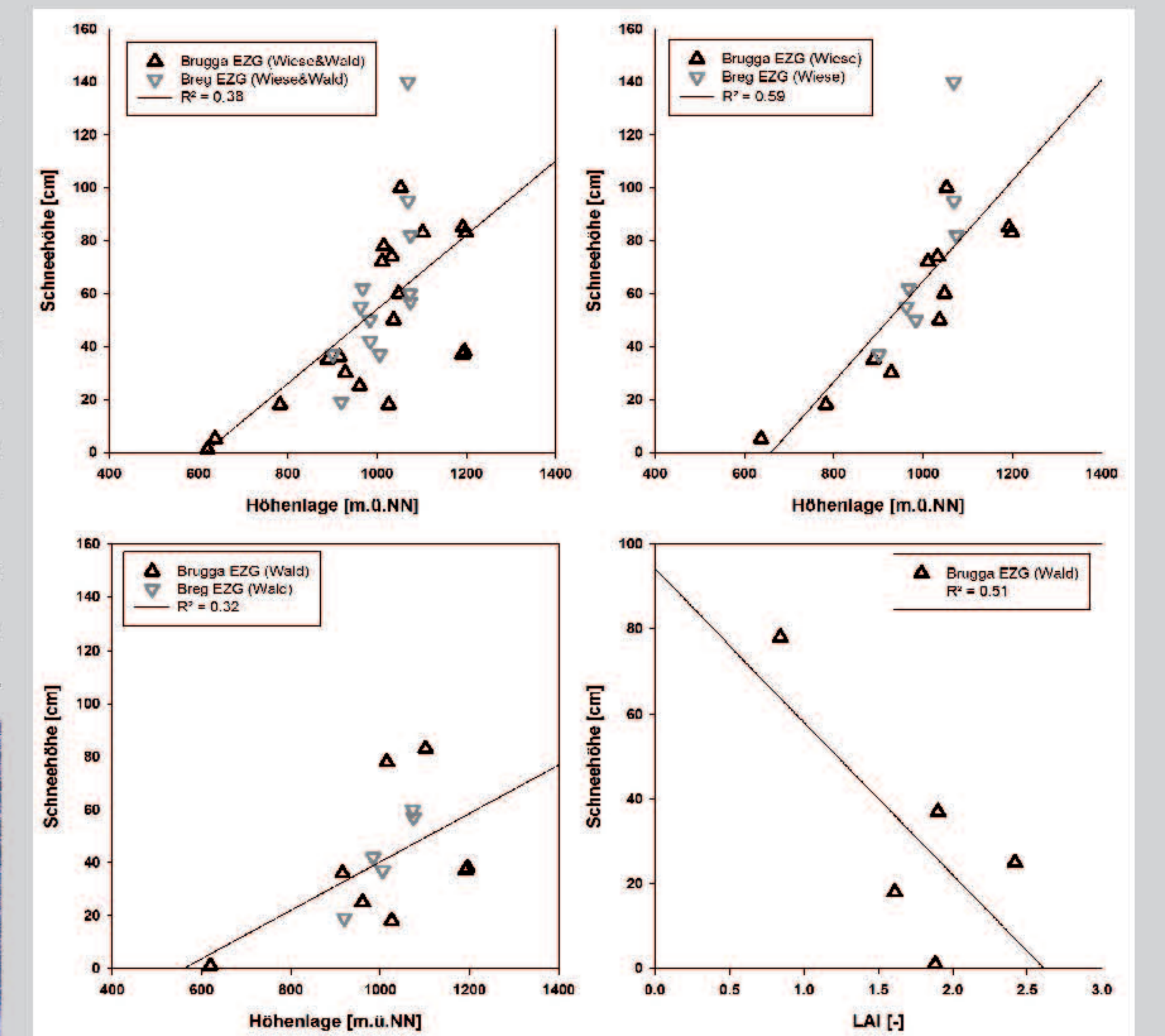


Ergebnisse - Schneehöhen

Durch den Einsatz von Wald-Wiese-Kamera-Paaren konnte mit Hilfe der Messlatte im Blickfeld der Kameras der Einfluss des Kronendaches auf die Schneedecke unterhalb beobachtet werden. Während des beobachteten Zeitraumes war die Schneehöhe an einem Standort auf 1200 m.ü.NN im Nadelwald (LAI = 1,9) im Mittel um 50% und im Laubwald im Mittel um 40% geringer als auf der angrenzenden Wiesenfläche.

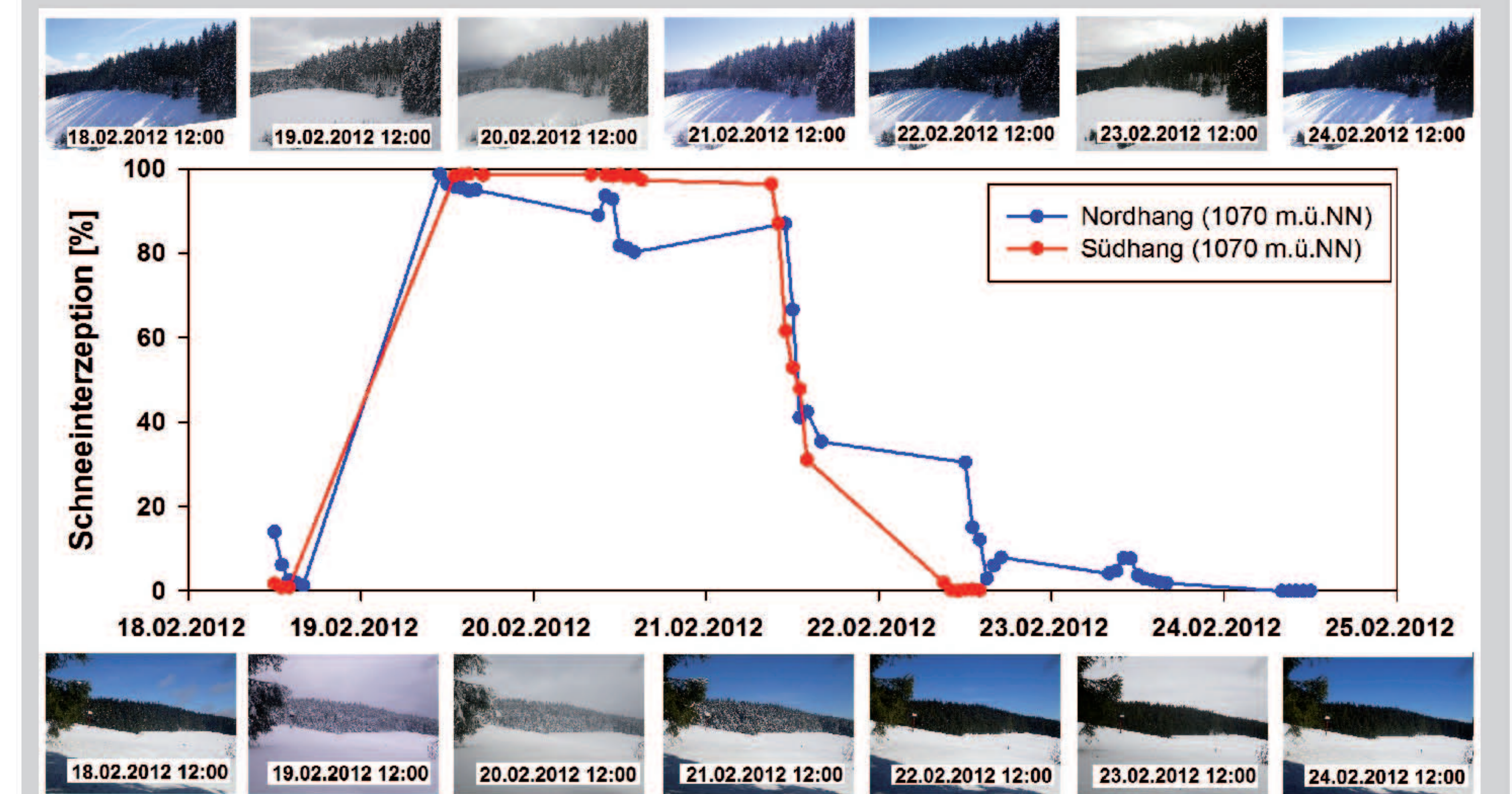


Eine Höhenregression der aus den Bildern abgelesenen Schneedeckenmächtigkeiten an einem Stichtag (20. Februar 2012) in zwei Einzugsgebieten (insgesamt 31 Standorte, 18 davon Kameras auf Freiflächen) zeigt eine positive Korrelation ($R^2 = 0,59$) von Wiesenstandorten mit der Geländehöhe. Der Zusammenhang zwischen Geländehöhe und der Schneehöhe an Waldstandorten ist nicht sehr stark ($R^2 = 0,32$). Es zeigte sich, dass der Vergleich von Schneehöhen zum „Blattflächenindex“ (LAI) eine wesentliche stärkere Korrelation ($R^2 = 0,51$) für Waldstandorte ergibt.



Ergebnisse - Schneeinterzeption

Mit Hilfe von Bildanalysesoftware konnte die zeitliche Entwicklung der Schneeinterzeption von Bäumen analysiert werden. Der Vergleich der Bilder von einem Südhang-Wald und einem Nordhang-Wald zeigt deutlich den Einfluss der Exposition auf die Schneeinterzeption, da die Baumkronen des Südhang-Waldes nach einem Schneefallereignis und darauffolgenden Schönwettertagen mit milden Temperaturen zwei Tage früher schneefrei waren als am Nordhang-Wald.



Diskussion

Die ersten Ergebnisse der Studie in drei Mittelgebirgseinzugsgebieten mit unterschiedlicher topographischer Charakteristik und räumlicher Ausdehnung deuten darauf hin, dass sich der Einsatz von digitaler Zeitraffer-Fotografie zur kontinuierlichen Beobachtung der räumlichen Verteilung von Schneedeckeneigenschaften auf Einzugsgebietskala eignet. Die Methode liefert relativ einfach und kostengünstig Daten über die räumliche Verteilung von Schneehöhe, Schneebedeckungsgrad und Albedo sowie über wichtige Schneeprozesse wie Schneeinterzeption und Niederschlagsart. Vorübergehende Einschränkungen können sich aus schlechten Sichtverhältnissen wie Nebel, starkem Schneefall oder einem Zuschneien der Kameralinse ergeben.