

# Bedeutung von Winterniederschlag, Schneespeicherung und -schmelze auf die Grundwasserneubildung am Almstandort Stoderzinken

Martina Schink<sup>1\*</sup>, Markus Herndl<sup>1</sup>, Matthias Kandolf<sup>1</sup> und Andreas Böhner<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Topografisch ist Österreich hauptsächlich von den Alpen geprägt, wo je nach Höhenlage und Jahreszeit Niederschläge in einer mehr oder weniger langen Zeitspanne in Form von Schnee anfallen. Schnee kann während der Schmelzperiode Wasser zeitlich und räumlich je nach Witterung und Untergrund unterschiedlich frei geben. Ergebnisse aus früheren Untersuchungen zeigen im Untersuchungsgebiet an der Westseite des Stoderzinkens (1830 m) eine doch recht beträchtliche Diskrepanz zwischen Niederschlägen im Herbst und Winter und den anfallenden Sickerwassermengen. Es konnte bisher auf diesem Standort keine Beziehung zwischen Winterniederschlägen, Schneewasseräquivalent und Schmelzwasser bzw. Grundwasserneubildung während der Schmelzperiode hergestellt werden. In der vorliegenden Studie soll durch Messungen auf einem Schneekissen und auf einem Lysimeter ein verbessertes Verständnis von Schneeakkumulation und -schmelzprozessen hergestellt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass das Niederschlagsmesssystem „Pluvio“ vergleichsweise reproduzierbarere Niederschlagsmesswerte als das System „Parsivel“ liefert und daher für die weiteren Analysen über Schneeakkumulation und -schmelze herangezogen wurde. Im Vergleich der Resultate vom Schneekissen mit den gemessenen Werten, weist aber auch das System „Pluvio“ eine Unterschätzung des Niederschlages auf. Ergebnisse hinsichtlich lateraler Umverlagerung von Schnee und Schneeschmelzwasser, stellen Relief und Wind als starke Einflussgrößen dar. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Einflussgrößen auf die Diskrepanz zwischen Niederschlägen im Winter und den anfallenden Sickerwassermengen durch diese Studie bekannt und teilweise quantifiziert wurden. Nichtsdestotrotz, bedarf es weiterer Untersuchungen die diese Ergebnisse erhärten und die Einflussgrößen weiter quantifizieren.

*Schlagwörter:* Schneewasseräquivalent, Schneehöhe, Schneedichte, Lysimeter, Grundwasserneubildung

## Summary

Topographically, Austria is mainly characterized by the Alps where precipitation is occurring depending on altitude and season in form of snow over a more or less long period of time. During the melting period, snow can release water differing in time and space depending on the weather and subsoil. Results from previous investigations, show at the study site at the west side of the Stoderzinken Mountain (1830 m), showed a quite considerable discrepancy between precipitation in autumn and winter and the resulting seepage water quantity. So far, no relationship between winter precipitation, snow water equivalent and melting water respectively ground-water formation could be identified during the snow melting period at this site. In the present study, an improved understanding of snow accumulation and -melting processes by measurements on a snow pillow and on a lysimeter was established. The results indicate that the precipitation measuring system „Pluvio“ supplies comparatively more reproducible precipitation values than the system „Parsivel“ and therefore those results were used for further analyses regarding snow accumulation and -melting. In comparison with results from the snow pillow, the system „Pluvio“ is also underestimating the measured precipitation values. Results regarding lateral shift of snow and snow melting water, are identifying relief and wind as key variables. It can be summarized that the discrepancy between precipitation in winter and the resulting quantities of seepage water was detected and partly measured by this study. Nonetheless, further investigations are required that confirm these results and the measured variables.

*Keywords:* snow water equivalent, snow depth, snow density, lysimeter, groundwater recharge

## Einleitung

Die nördlichen Kalkalpen tragen auf Grund ihrer hohen Niederschlagsmengen, die je nach Höhenlage und Jahreszeit in einer mehr oder weniger langen Zeitspanne in Form von Schnee anfallen, wesentlich zur Trinkwasserversorgung in Österreich bei. In welcher Menge und Zeitspanne Wasser durch eine Schneedecke fließt, hat für viele Prozesse

und Anwendungen Auswirkungen. Die Kenntnis über Schneemächtigkeit bzw. wie viel Wassermenge in einer Schneedecke gebunden ist (Schneewasseräquivalent), kann zusammen mit Auskünften über Relief und Windverfrachtung wichtige Informationen hinsichtlich Einfluss von Schneeakkumulation und -schmelze auf die Grundwasserneubildung liefern. Ergebnisse aus einer Studie von HERNDL et al. 2009, zeigen im Untersuchungsgebiet an

<sup>1</sup> Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

\* Ansprechpartner: Martina Schink, [martina.schink@raumberg-gumpenstein.at](mailto:martina.schink@raumberg-gumpenstein.at)

der Westseite des Stoderzinkens (1830m), eine beträchtliche Diskrepanz zwischen Niederschlägen im Herbst und Winter und den anfallenden Sickerwassermengen. Im Jahresvergleich fallen um bis zu 1/3 höhere Sickerwassermengen an, als Niederschläge pro Jahr im Untersuchungsgebiet anfallen. Die Gründe können vielfältig sein und reichen von einer fehlerhaften Niederschlagsermittlung im Winter bis zu Umverlagerung von Schnee oder Schneeschmelzwasser. Um diese Fragen beantworten zu können, wurde seit dem Winter 2009, ein Schneekissen bzw. ein zusätzliches Niederschlagsmesssystem (Pluvio) installiert. Die zentrale Fragestellung, die in diesem Beitrag behandelt wird, ist zum einen zu klären ob die Niederschlagsermittlung durch das neu installierte System verbessert werden kann und zum anderen, wie viel Schnee (Schneewasseräquivalent) im Untersuchungsgebiet vorhanden ist und welcher Anteil davon zu welchem Zeitpunkt als Schmelzwasser abfließt.

## Material und Methoden

### *Forschungsstation Stoderzinken*

Für das verbesserte Verständnis des Prozesses und der Dynamik der Grundwasserneubildung auf Almstandorten, wurde 2005 an der Westseite des Stoderzinkens (1830 m Seehöhe) eine Forschungsstation mit einem wägbaren monolithischen Lysimeter und einer Wetterstation errichtet. Der Standort der Lysimeterstation weist typisch für die Nördlichen Kalkalpen

hohe Niederschlagsmengen und eher kühle Temperaturen auf. Der Bodentyp im Lysimeter ist ein krumenpseudovergleyter Kalkbraunlehm. Die Böden im Umland sind ein Komplex aus flachgründigen Kalklehm-Rendzinen aus Dachsteinkalk (FLÜGEL und NEUBAUER 1984) und tiefgründigen Kalkbraunlehm. Die Lysimeterstation besteht aus einem wägbaren monolithischen Lysimeter (Oberfläche = 1 m<sup>2</sup>; Tiefe = 1 m), einem monolithischen Bodenwassersammler (Oberfläche = 0,071 m<sup>2</sup>; Tiefe = 0,6 m) sowie einem Freilandmessprofil und einer Wetterstation (BOHNER et al. 2007). Die Wetterstation beinhaltet 4 Niederschlagssammler mit einem Durchmesser von 20 cm und einer Auffangoberfläche von 314 cm<sup>2</sup>. In einer Höhe von 2 m werden Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Globalstrahlung, relative Feuchte und Lufttemperatur gemessen. Die Lufttemperatur wird zusätzlich in 5 cm und 20 cm Höhe über der Bodenoberfläche registriert. Die Niederschlagsmengenmessung erfolgt mit dem System „Parsivel“ und „Pluvio“ (Fa. OTT) in einer Höhe von 3 m bzw. 2 m.

### *Messtechnik zur Quantifizierung von Schneeparametern*

Die Schneehöhe und die Wassermenge die in der Schneedecke gebunden sind (Schneewasseräquivalent), werden mit einem Schneehöhensensor (USH-8 Ultraschall Schneehöhensensor) und einem 1,5 x 1,5 m großen Schneekissen (Fa. Sommer) gemessen. Das Messprinzip des Schneehöhensens-

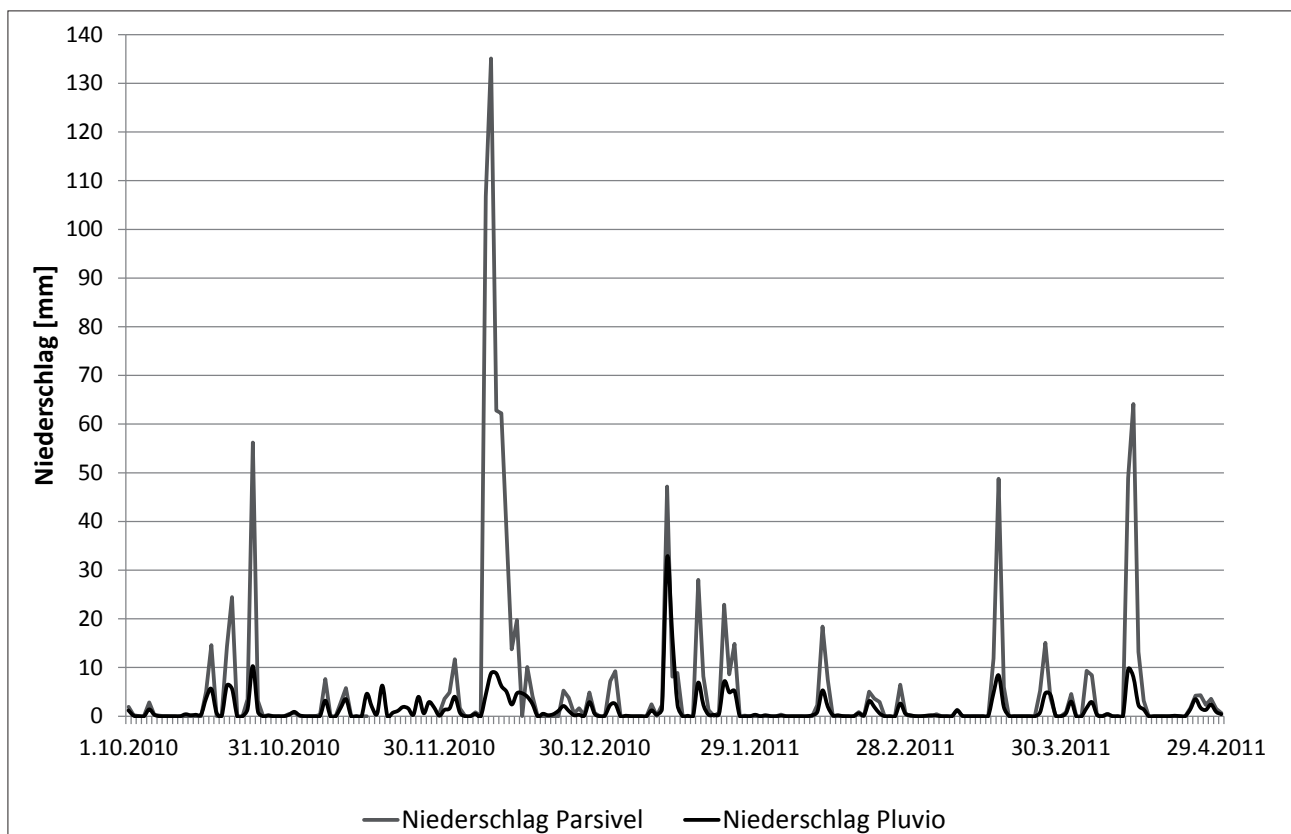


Abbildung 1: Tägliche Niederschlagssummen am Untersuchungsstandort Stoderzinken ermittelt durch das Niederschlagsmesssystem „Parsivel“ und „Pluvio“.

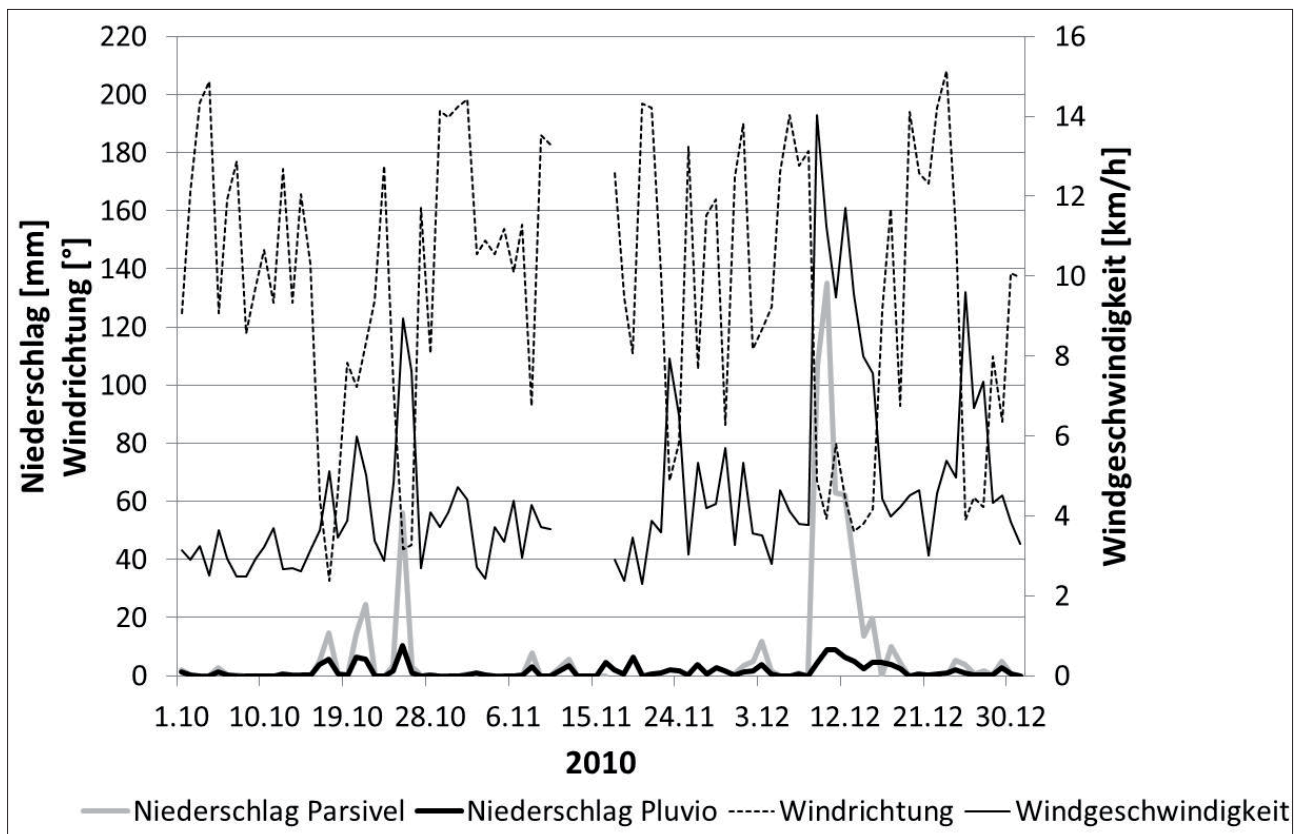


Abbildung 2: Tagesliche Niederschlagssummen, Windrichtung und Windgeschwindigkeit am Untersuchungsstandort Stoderzinken.

sors beruht auf der Laufzeitmessung eines Ultraschallimpulses. Anhand der benötigten Laufzeit der Ultraschallsignale errechnet der Sensor die aktuelle Schneehöhe. Das Messprinzip des Schneekissens beruht auf der Messung des von der Schneedecke verursachten hydrostatischen Drucks. Der mit einem Druckmessumformer erfasste Druck entspricht dem Wasseräquivalent bzw. Schneegewicht der Schneedecke (Fa. Sommer).

## Ergebnisse und Diskussion

### Niederschlag im Winter

Um den Winterniederschlag evaluieren bzw. Fehlmessungen eruieren zu können, wurden die Messungen der beiden am Versuchsstandort vorhandenen Niederschlagsmesssysteme „Parsivel“ und „Pluvio“ gegenübergestellt. Es zeigt sich an einzelnen Tagen eine deutliche Erhöhung der Niederschläge beim System „Parsivel“ im Vergleich zu Messungen mit dem System „Pluvio“ (Abbildung 1). Analysen über den Grund der doch recht deutlichen Abweichungen zeigen, dass die Windgeschwindigkeit und vor allem die Windrichtung als Ursache für die Fehlmessungen eine Rolle spielen. Wie Abbildung 2 zeigt, herrscht zum Zeitpunkt der Abweichungen eine im Vergleich erhöhte Windgeschwindigkeit verbunden mit der Windrichtung 40-60° (NO). Da der Sensor für die Niederschlagsermittlung im System „Parsivel“ in der Hauptwindrichtung WO ausgerichtet ist, kann vermutet werden, dass der Sensor bei gewissen Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten keine korrekten Werte erzeugen kann.

### Vergleich von Niederschlag und Sickerwasser

Die Gegenüberstellung von Niederschlag (ermittelt mit dem System „Pluvio“) und anfallendem Sickerwasser im Lysimeter, zeigt eine in der Summe um etwa 1/3 erhöhte Sickerwassermenge im Vergleich zum Niederschlag in der gleichen Zeit (Abbildung 3). Diese Tatsache bestätigt Ergebnisse von HERNDL et al. 2009, wo in etwa die gleiche Diskrepanz zwischen Niederschlägen und Sickerwassermengen im Lysimeter zu beobachten war. Gründe für diese Abweichung können vielfältig sein. Ein Ansatz zur Klärung dieser Diskrepanz könnte die Verlagerung von Schnee- oder Schneeschmelzwasser sein. Ein weiterer Erklärungsansatz könnte die Unterschätzung der Niederschlagsmenge durch das System „Pluvio“ sein, was in weiterer Folge untersucht wurde.

### Verlagerung von Schnee

Den Einfluss von Relief auf die laterale Verlagerung von Schnee zeigt Abbildung 4. Trotz räumlich eng beieinander gemessener Schneehöhen (im Umkreis von ca. 5 m) zum gleichen Zeitpunkt, zeigt sich der Einfluss von der Lage der Messpunkte. Vor allem die gemessenen Schneehöhen im Umland des Lysimeters weisen eine große Variabilität auf. Auffallend ist die relativ hohe Schneehöhe am Lysimeter bzw. die geringste Schneehöhe am Schneekissen. Da der Lysimeter in einer kleinen Muldenlage liegt und das Schneekissen ungefähr 0,5 m über dem Lysimeter positioniert ist,

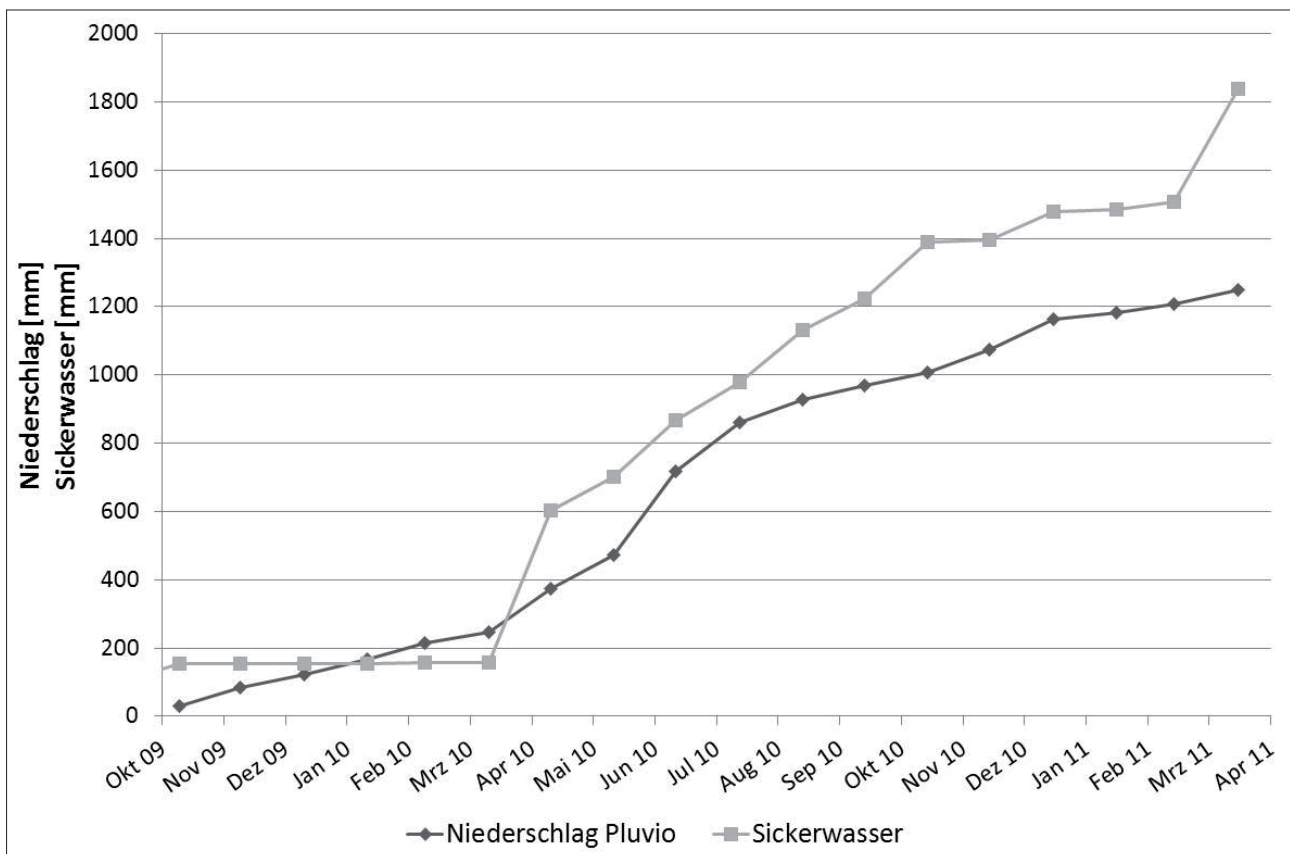


Abbildung 3: Kumulative monatliche Niederschlags- und Sickerwassersummen am Untersuchungsstandort Stoderzinken.

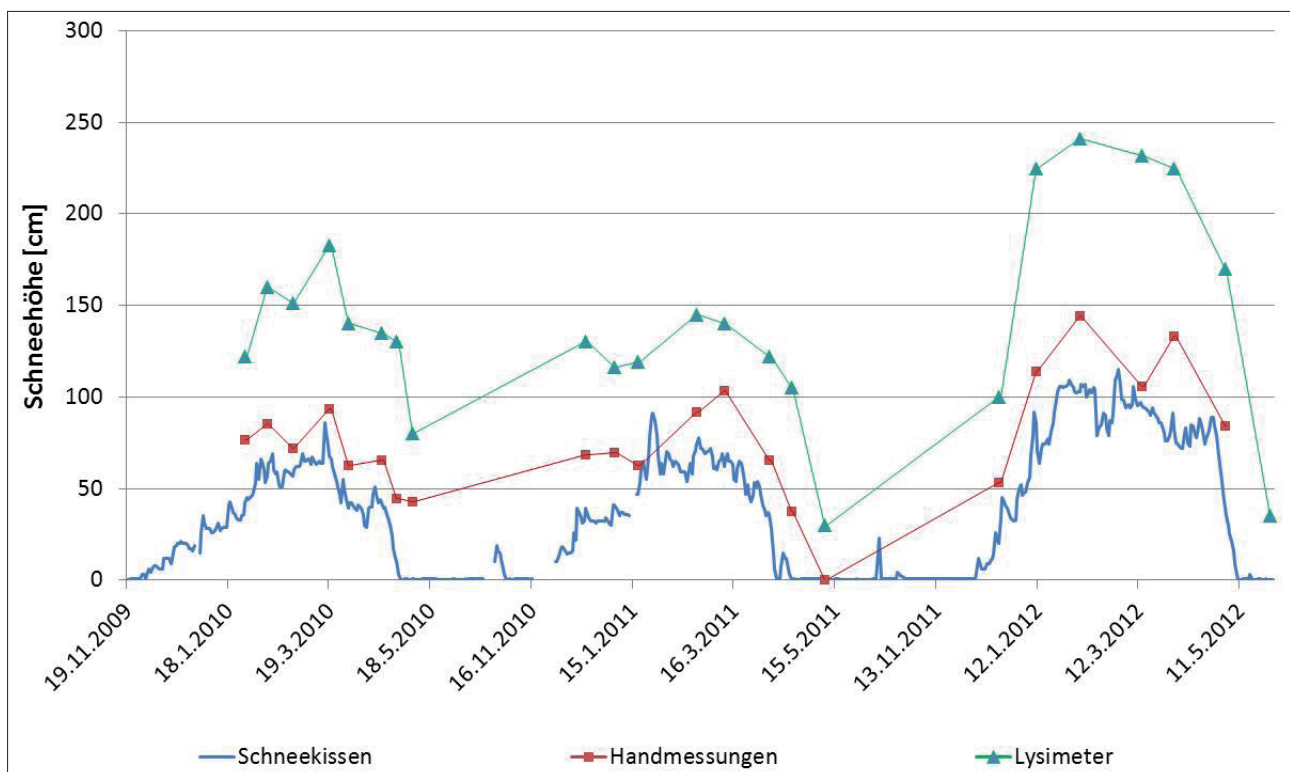


Abbildung 4: Schneehöhe gemessen am Schneekissen, im Umland des Lysimeters (Handmessungen) und am Lysimeter am Untersuchungsstandort Stoderzinken.



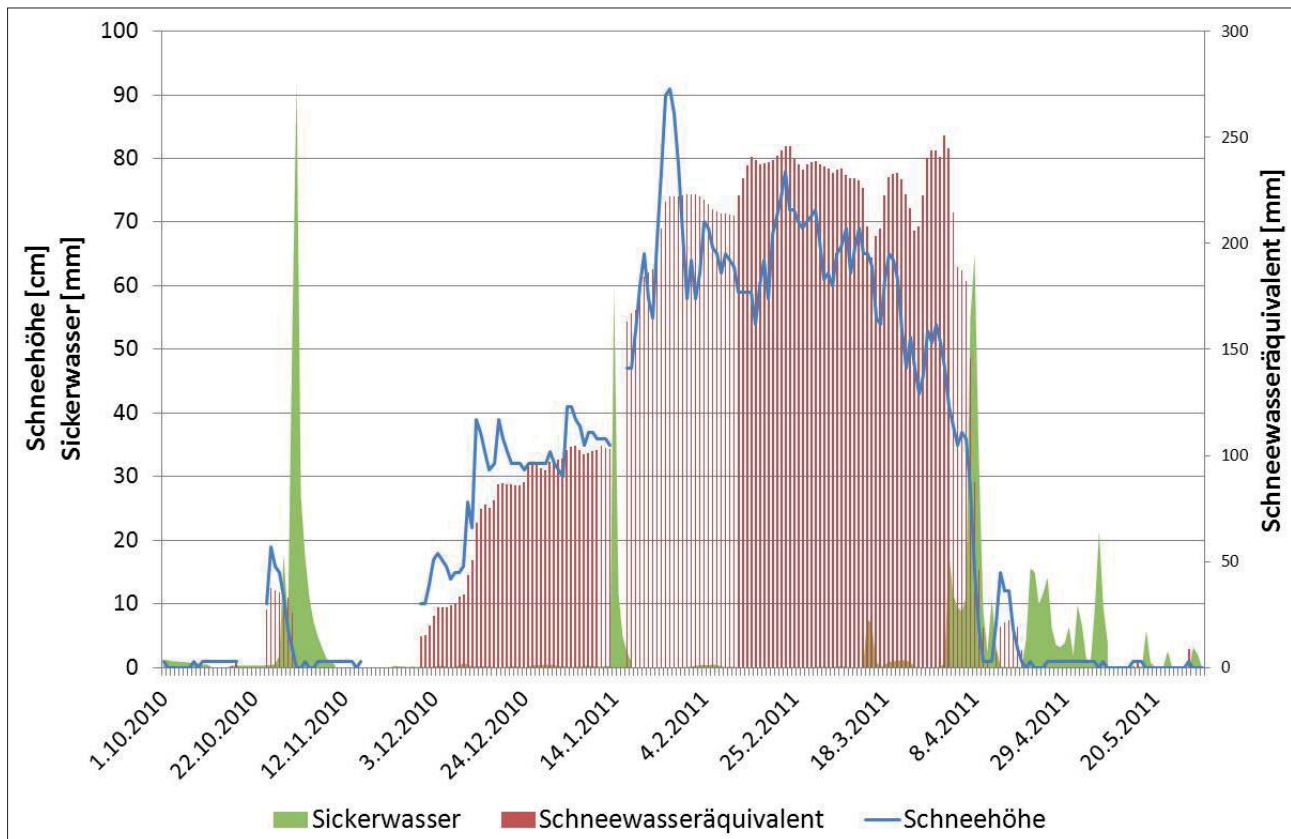


Abbildung 5: Tagesliches Schneewasseräquivalent, Sickerwassersummen und Schneehöhe am Untersuchungsstandort Stoderzinken.

sind die Abweichungen relativ einfach erklärbar. Diese Tatsache macht die Bestimmung der absoluten Schneehöhe für den Standort nahezu unmöglich.

### Zusammenhang Winterniederschlag, Schneewasseräquivalent und Sickerwasser

Um zu klären, wie viel Schnee (Schneewasseräquivalent) im Untersuchungsgebiet vorhanden ist und welcher Anteil davon wann als Schmelzwasser abfließt, wurden die Daten des Schneekissens und des Schneehöhensensors im Vergleich mit dem zeitlichen und mengenmäßigen Anfall von Sickerwasser gegenübergestellt. Wie in *Abbildung 5* ersichtlich, kann das Schneekissen die zeitliche Auflösung der Akkumulations- und Schmelzprozesse sehr gut darstellen. Die kumulierte Menge an Schneewasseräquivalent über den Winter 2010/11 ist 500 mm, das im Zeitraum bis zur Schmelzperiode erfasste Sickerwasser ist 786 mm. Die Diskrepanz von rund 270 mm ist hauptsächlich durch die Lage des Lysimeters zu erklären, bei dem die Schneehöhe in Spitzenzeiten bis zu 1m über der auf dem Schneekissen liegt. Vergleicht man zusätzlich den kumulierten Niederschlag vom System „Pluvio“ über den gleichen Zeitraum (412 mm), zeigt sich eine Unterschätzung der Niederschlagsmenge im Winter bzw. die gleiche Diskrepanz zur Sickerwassermenge. Die Unterschätzung der Niederschlagsmengen im Winter durch das System „Pluvio“ ist aus der Literatur bekannt (STRASSER 2008) und kann auch durch Messwerte am Stoderzinken bestätigt werden.

### Danksagung

Die Forschungsstation am Stoderzinken wurde mit Mitteln der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 19A Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft finanziert. Weiters danken wir der Firma UMS GmbH, München für die Planung, Errichtung, und Wartung der Forschungsstation.

### Literatur

- BOHNER, A., M. SCHINK und G. EDER, 2007: Eine Gebirgs-Lysimeterstation am Stoderzinken (Österreich, Steirisches Ennstal) in 1830 m Seehöhe - Messeinrichtung und Forschungsziele. 12. Gumpensteiner Lysimetertagung. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, 173-175.
- FLÜGEL, H.W. und F. NEUBAUER, 1984: Steiermark. Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefassten Einzeldarstellungen. Geologische Bundesanstalt Wien, 127 S.
- HERNDL, M., A. BOHNER und M. KANDOLF, 2009: Gebirgs-Lysimeterstation am Stoderzinken - Erste Ergebnisse. 13. Gumpensteiner Lysimetertagung 2009, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 111-116.
- STRASSER, U., 2008: Die Modellierung der Gebirgsschneedecke im Nationalpark Berchtesgaden. Modelling of the mountain snow cover in the Berchtesgaden National Park, Berchtesgaden National Park research report, Nr. 55, Berchtesgaden.