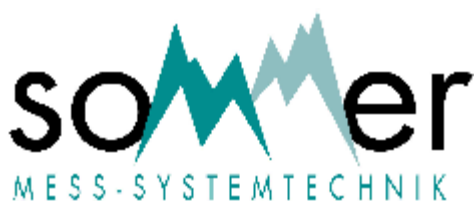


Snow Pack Analyser SPA

Anwendungen

Dokument Version: V1.0.0

Stand: März 2010



Sommer Mess-Systemtechnik

Sommer GmbH & Co. KG
Straßenhäuser 27, A-6842 Koblach, Österreich
Tel +43 5523 55989 Fax +43 5523 55989 19
www.sommer.at office@sommer.at

Snow Pack Analyser SPA

Anwendungen

1. Entwicklung

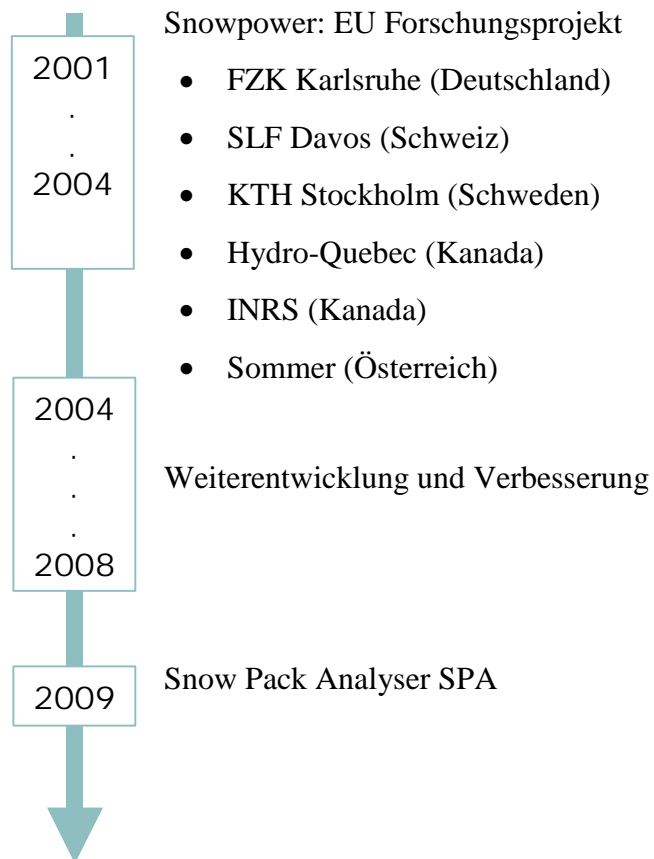


Fig. 1: Versuchsfeld am Weissfluhjoch

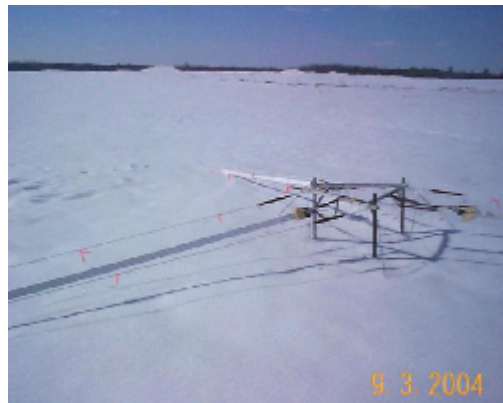


Fig. 2: Versuchsfeld in Quebec (Kanada)

2. Messprinzip

- Drei Schneekomponenten: Eis, Wasser und Luft
- Frequenzabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten
- Messen der komplexen Impedanz von mindestens zwei Frequenzen
- Bestimmung der volumetrischen Anteile der Komponenten
- Berechnung der Schneedichte
- Berechnung des Wasseräquivalents des Schnee in Kombination mit der Schneehöhe

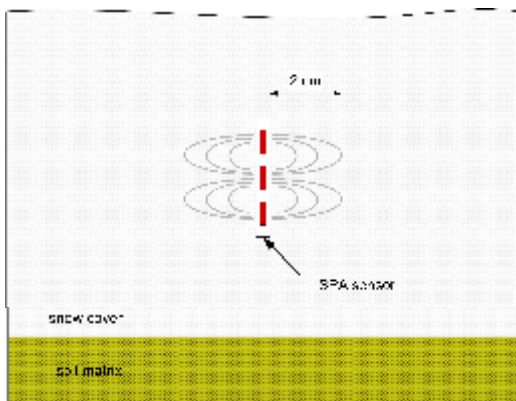


Fig. 3: Messprinzip

3. SPA Schneeparameter

- Schneedichte
- Wasseräquivalent/Wasserwert des Schnee
- Eis- und Flüssigwasseranteil im Schnee
- Schneehöhe
- Schneetemperaturen (optional)

4. SPA System

- Sensor
 - Länge: 5m (optional 3 und 10 m)
 - Breite: 6 cm
- Aufhängung
 - Geneigte oder horizontale Installation
 - Verschiebungssensor
- Schneehöhensensor
 - Ultraschall-Laufzeitmessung
 - Temperaturkompensation
- Mess- und Steuerungseinheit
 - Impedanzanalyser
 - Multiplexer für 1 bis 4 Sensoren
 - Berechnung der Schneeparameter
 - RS-232 Datenausgabe

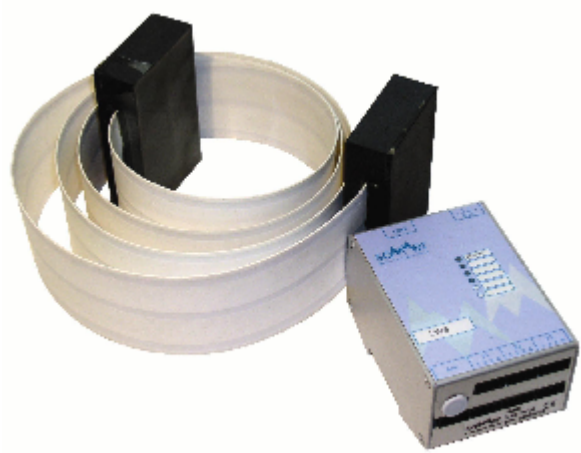


Fig. 4: SPA Sensor mit Mess- und Steuerungseinheit

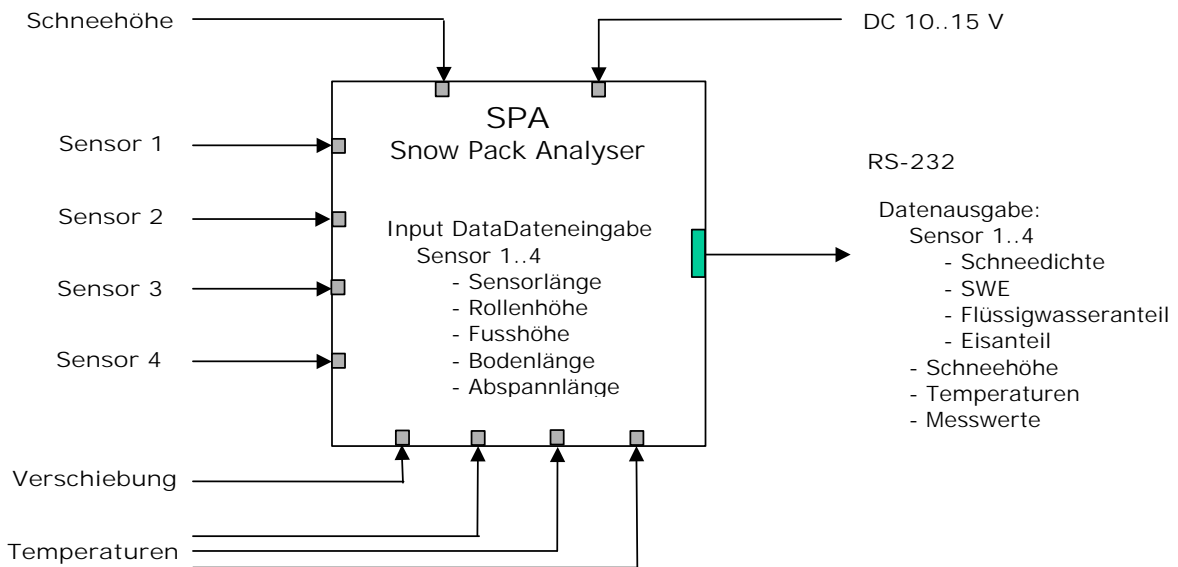


Fig. 5: Schema der SPA Mess- und Steuerungseinheit

5. SPA Installation

Standardaufbau

Kombination von geneigtem und horizontalem Sensor

- Integrale Schneeparameter der Schneedecke
- Zusätzliche Informationen für bestimmte Höhe

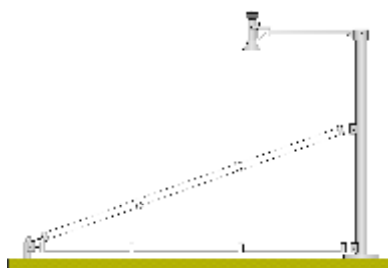


Fig. 6: Standardaufbau

Profilaufbau

Mehrere horizontale Sensoren in verschiedenen Profilhöhen

- Profilinformatio



Fig. 7: Profilaufbau

Flächenaufbau

Sternförmige Installation mehrere Sensoren

- Daten mit großer Flächeninformation
- Pixelgröße von Satellitendaten

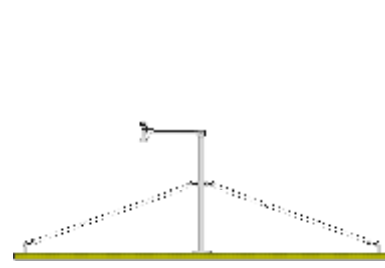


Fig. 8: Flächenaufbau

6. Verschiebung

ΔL von 10 cm \rightarrow 50 cm mehr Sensor im Schnee

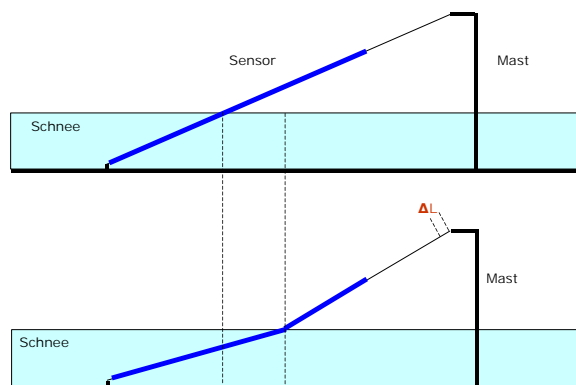


Fig. 9: Einfluss der Verschiebung

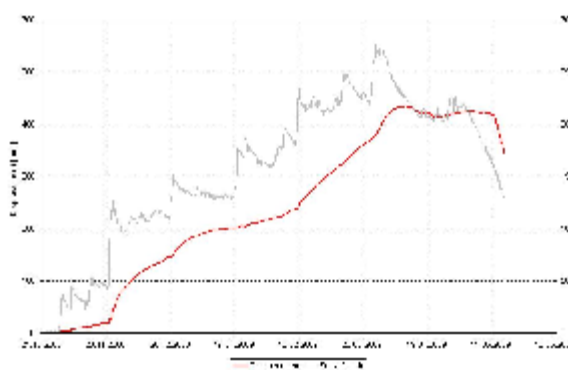


Fig. 10: Verschiebung am Weissfluhjoch 2008/2009

7. Anwendungen

7.1. Weissfluhjoch

Weissfluhjoch in Davos (Schweiz) - 2660 m



Fig. 11: Geneigter SPA Sensor am Weissfluhjoch



Fig. 12: Horizontale Sensoren am Weissfluhjoch

7.1.1. Schneewasseräquivalent SWE

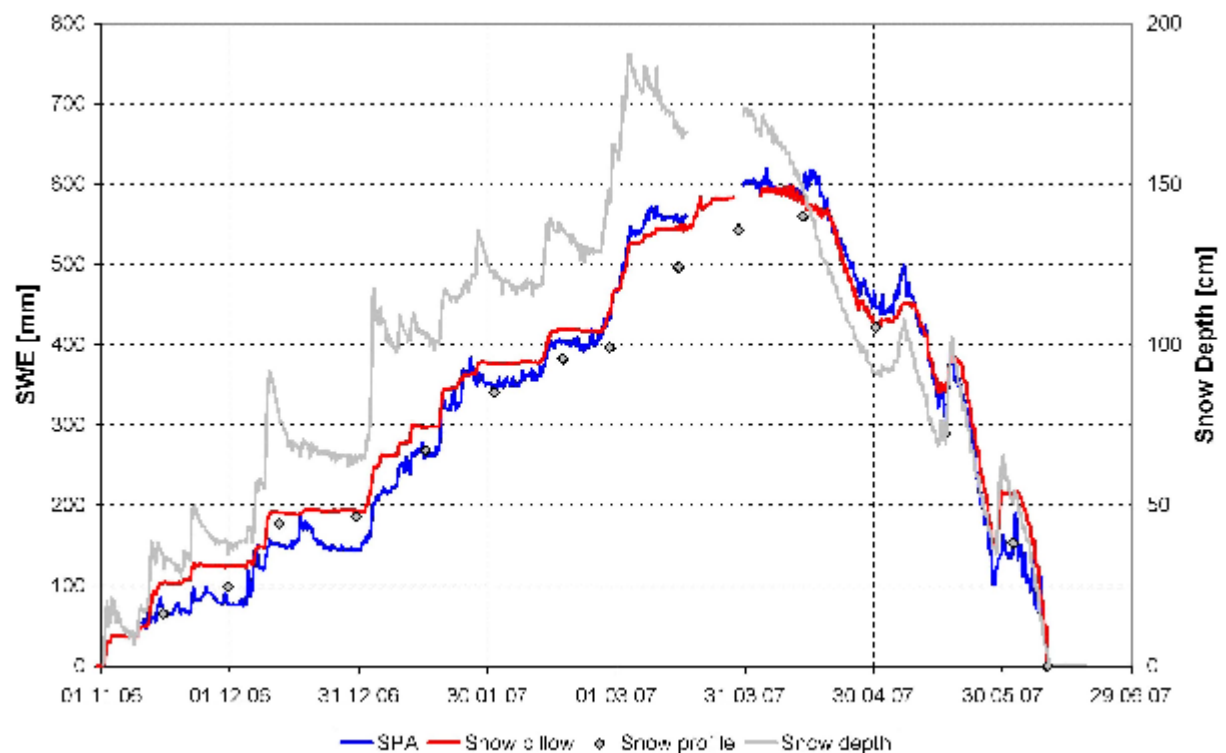


Fig. 13: SWE des 10 m geneigten Sensor am Weissfluhjoch (2660 m) im Winter 2006/2007

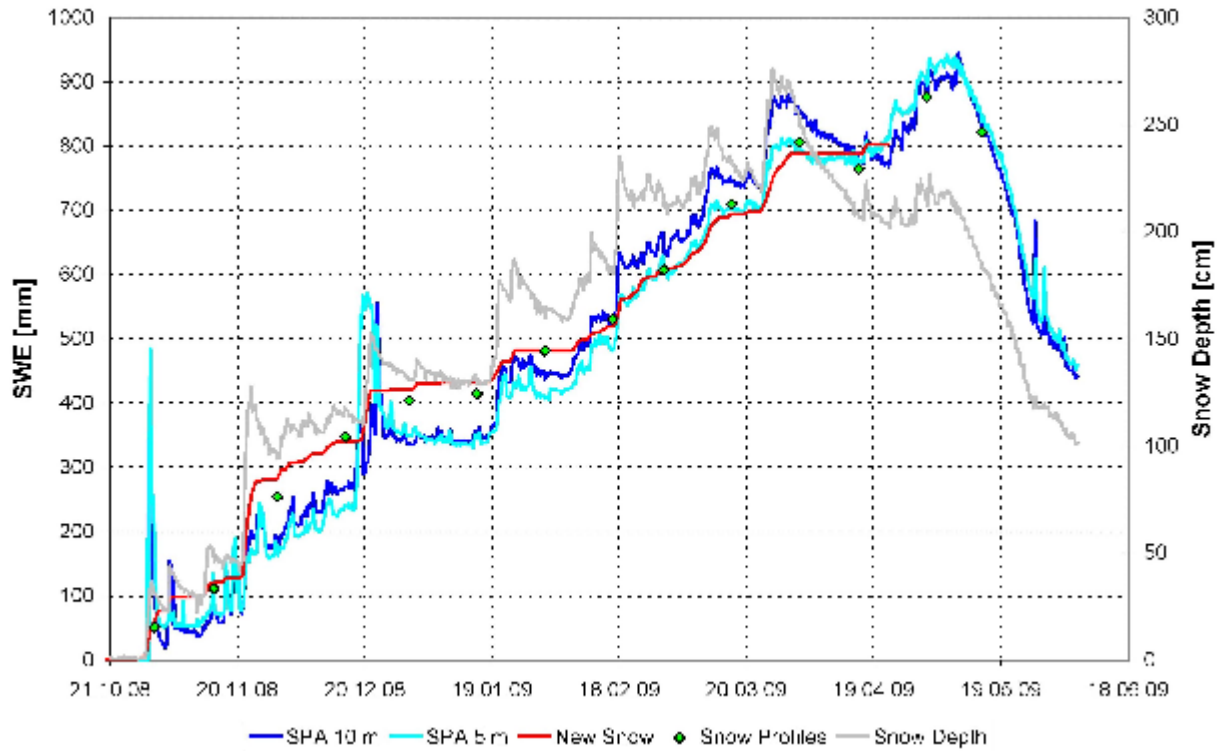


Fig. 14: SWE der 10 und 5 m geneigten Sensoren am Weissfluhjoch (2660 m) im Winter 2008/2009

7.1.2. Schneedichte

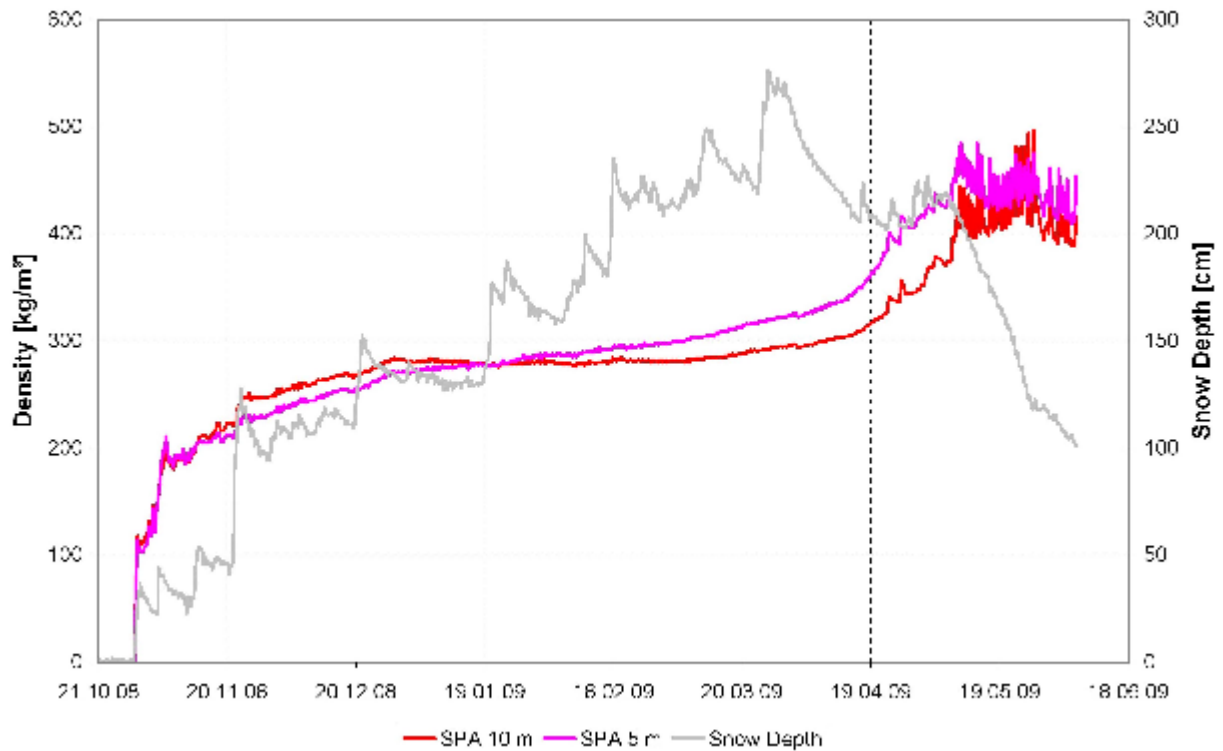


Fig. 15: Dichte der 10 und 5 m horizontalen Sensoren am Weissfluhjoch (2660 m) im Winter 2008/2009

7.1.3. Flüssigwasseranteil

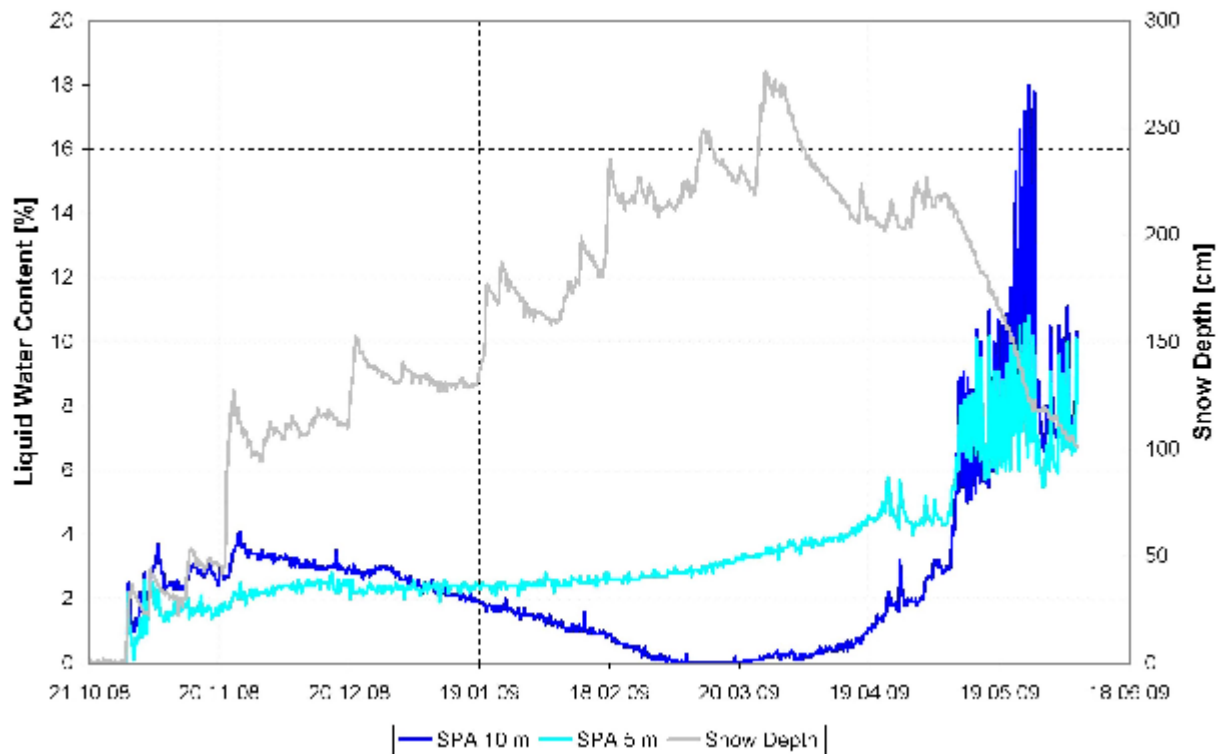


Fig. 16: Flüssigwasseranteil der 10 and 5 m horizontalen Sensoren am Weissfluhjoch (2660 m) 2008/2009

7.1.4. Referenz durch Lysimeter

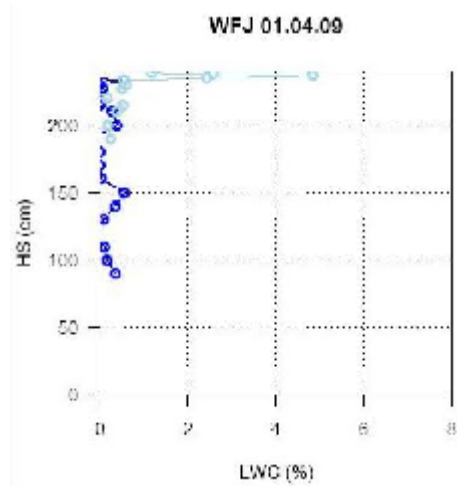


Fig. 17: Lysimeter vom 01.04.2009

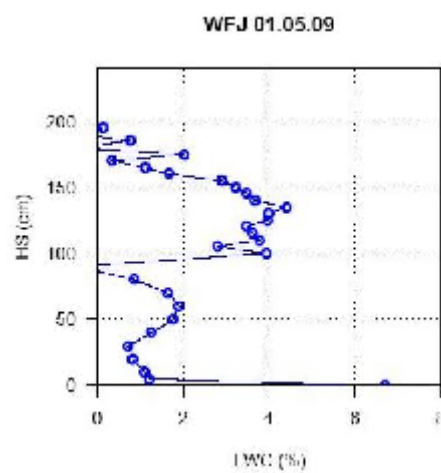


Fig. 18: Lysimeter vom 01.05.2009

7.2. Korsvattnet

Korsvattnet (Schweden) – 700 m



Fig. 19: Versuchsfeld Korsvattnet im Sommer



Fig. 20: Versuchsfeld im Winter

7.2.1. SWE, Schneedichte und Flüssigwasseranteil

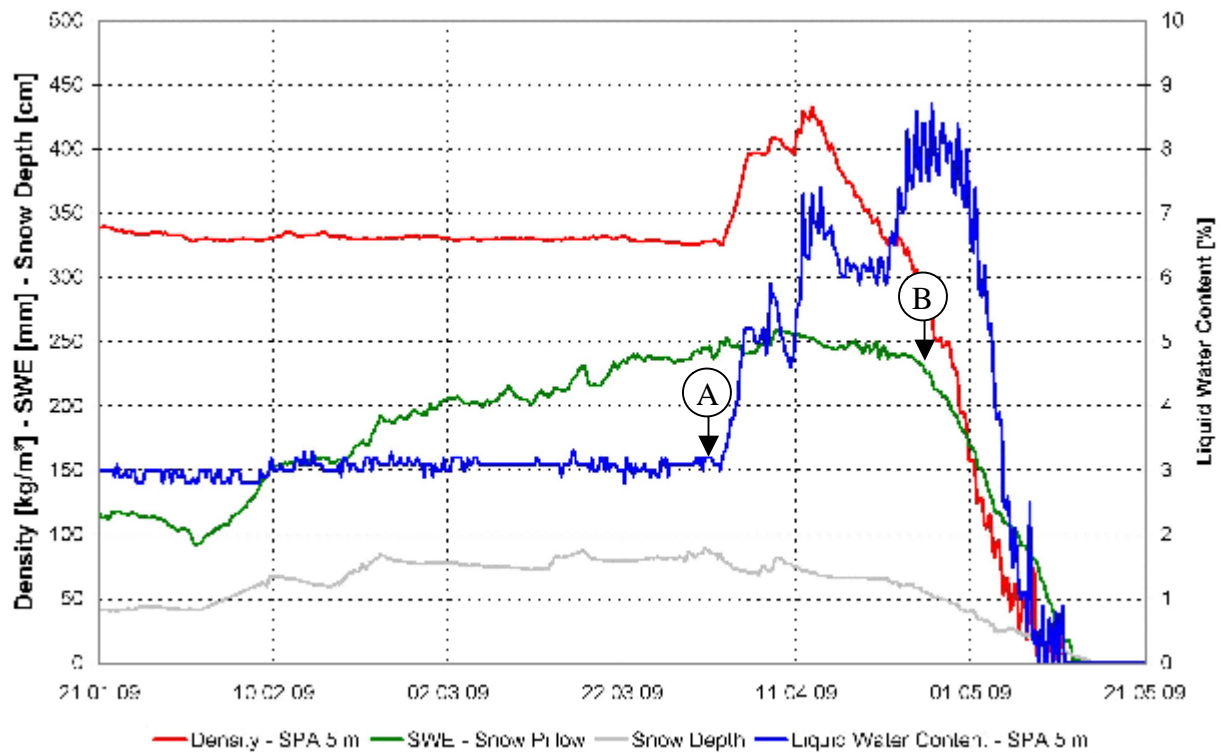


Fig. 21: SWE, Dichte und Flüssigwasseranteil des 5 m horizontalen Sensor in Korsvattnet 2008/2009

Punkt A

- Anstieg des Flüssigwasseranteils
- Schneehöhe und Schneekissen bleiben unbeeinflusst

Punkt B

- Bei ca. 7-8 % Flüssigwasseranteil
 - Abnahme der Schneehöhe
- Beginn des Run-Off (Wasseraustritt) aus

→ Beginn des Schmelzprozesses

der Schneedecke

7.2.2. Vorhersage des Wasseraustritts

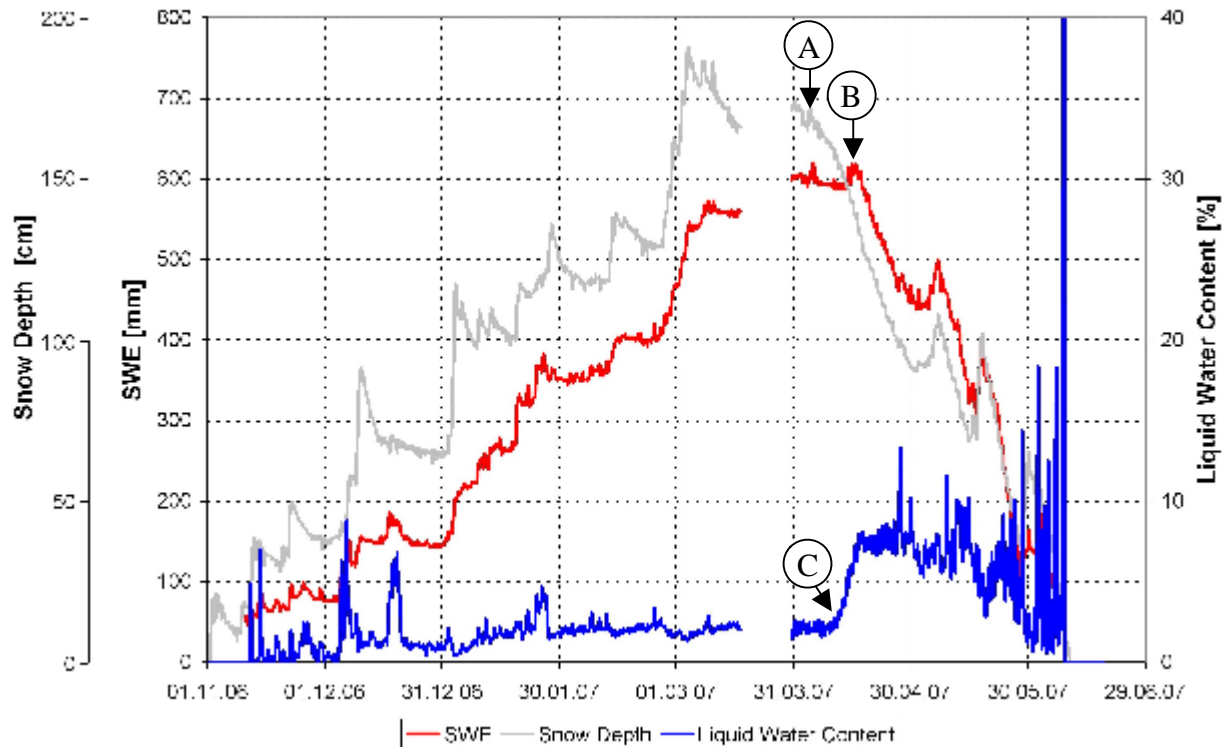


Fig. 22: 10 m geneigter Sensor am Weissfluhjoch im Winter 2006/2007

Punkt A

- Kompression der Schneedecke
- SWE bleibt konstant

Punkt B

- Beginn des Run-off
- SWE nimmt ab

Punkt C

- Signifikanter Anstieg des Flüssigwasseranteils schon vor Beginn des Run-off (Punkt B)

7.3. Hindelang

Hindelang (Bayern) – 980 m



Fig. 23: Versuchsfeld Hindelang im Sommer

7.3.1. Schneedecke mit Eislamellen

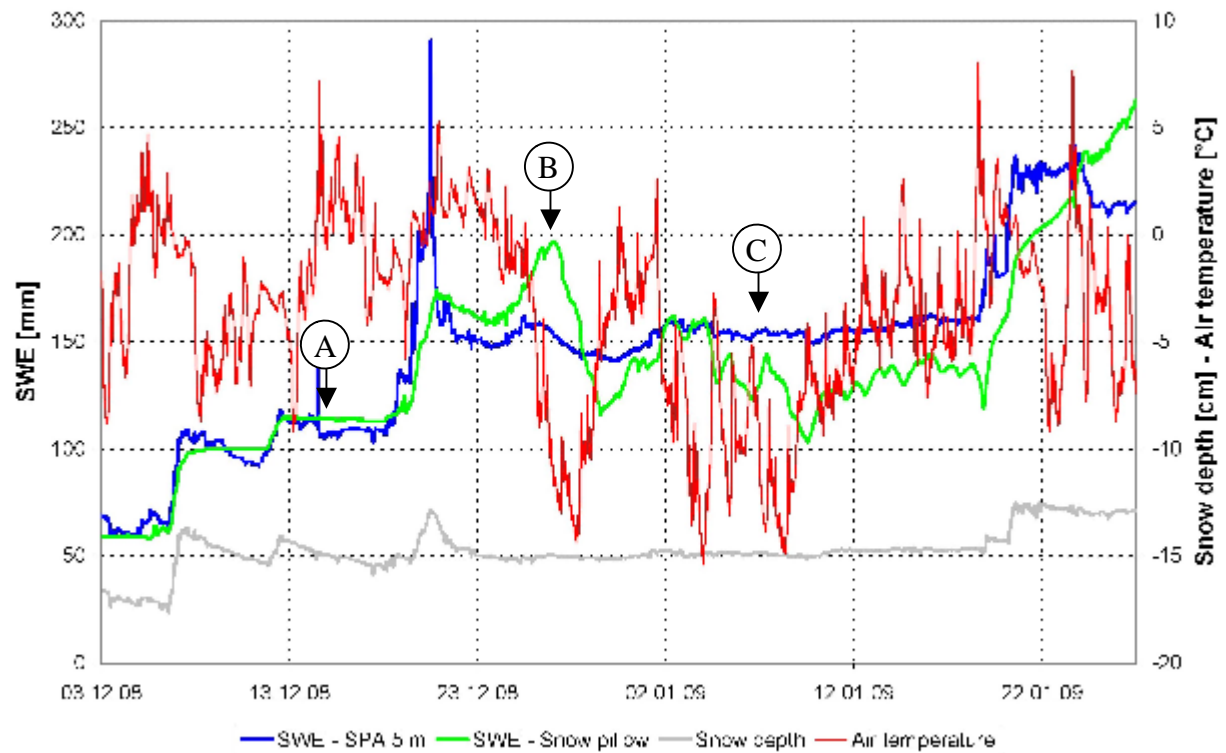


Fig. 24: Eislamelle mit 5 m geneigter Sensor in Hindelang

Punkt A

- SPA und Schneekissen zeigen ähnliche Werte

Punkt B

- Eislamellen bilden sich in der Schneedecke

Punkt C

- Schneehöhe bleibt konstant
- Schneekissen nimmt ab und schwankt
- SPA bleibt konstant

7.3.2. Föhnereignis

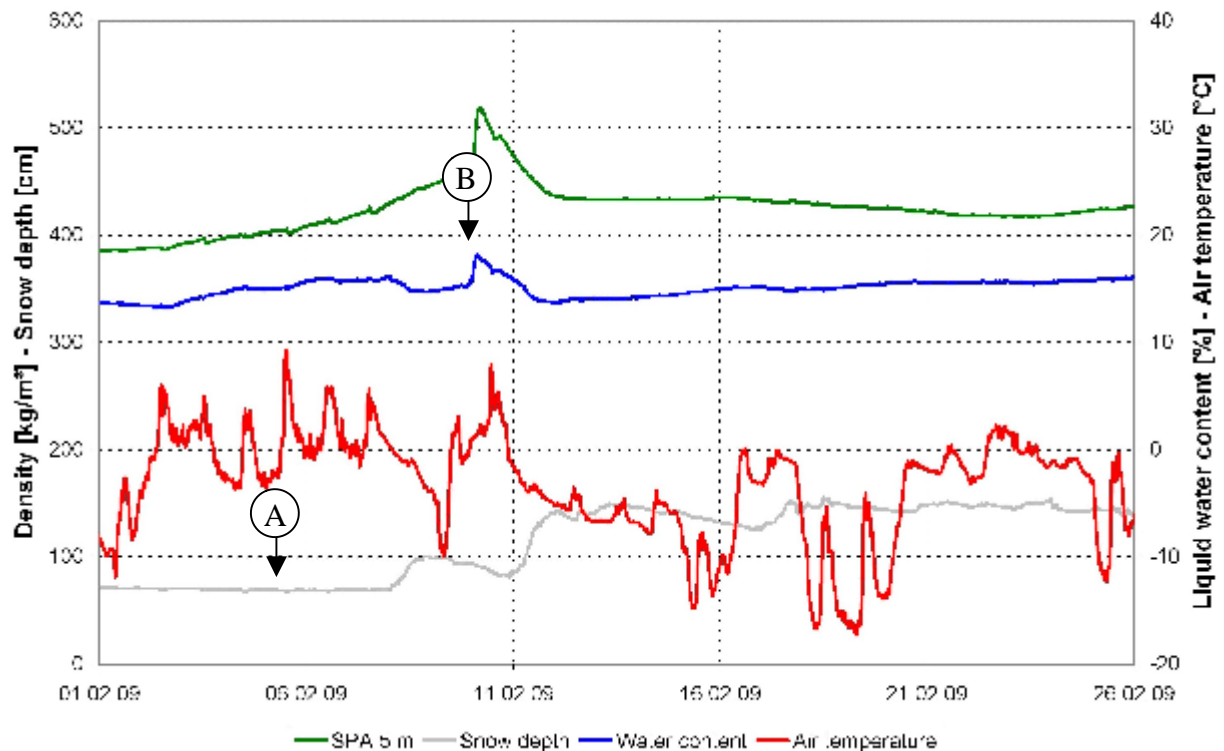


Fig. 25: Föhnereignis mit 5 m geneigtem Sensor in Hindelang

Punkt A

- Temperatur $> 0^{\circ}\text{C}$
- Leichter Anstieg der Schneedichte und des Flüssigwasseranteils

→ Run-off Situation

→ Risikosituation für Nassschneelawinen

Punkt B

- Ein Föhnereignis verursacht ein plötzliches Ansteigen des Flüssigwasser über die Sättigung der Schneedecke.

7.3.3. Tagesvariationen des Flüssigwasser

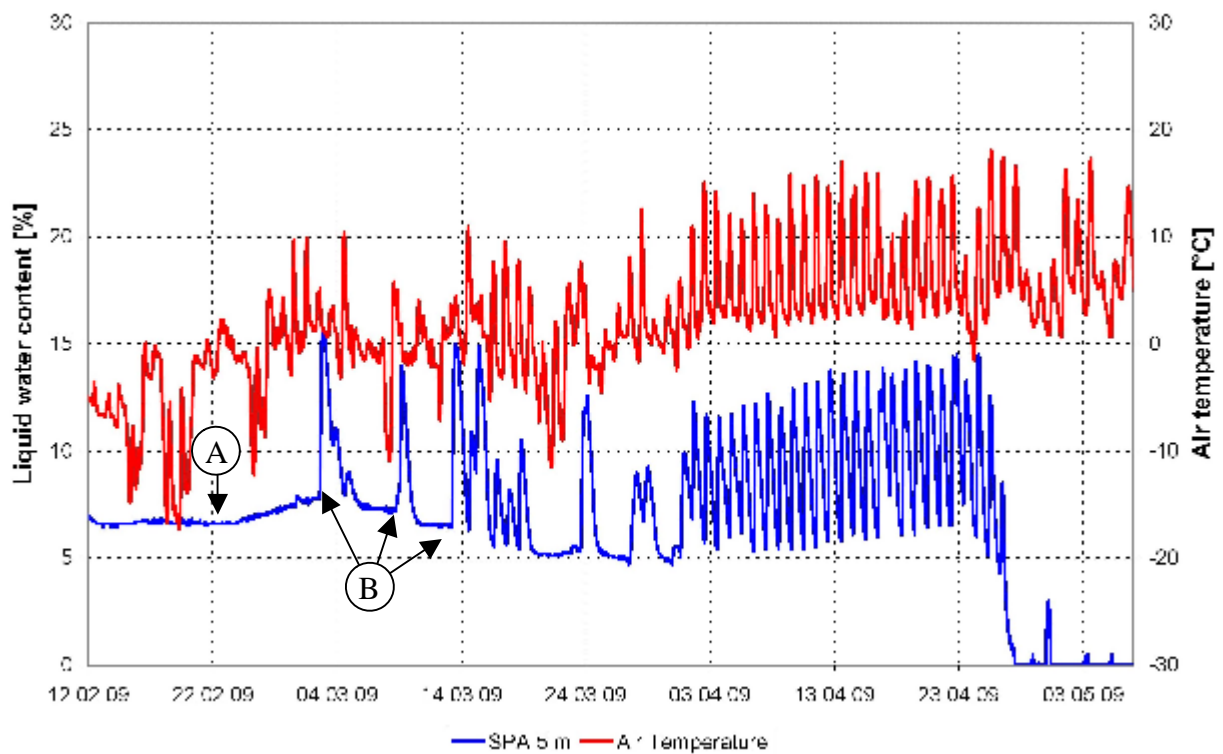


Fig. 26: Tagesvariationen von 5 m horizontalem Sensor in Hindelang

Punkt A

- Hoher Flüssigwasseranteil

Punkt B

- Der Anstieg des Flüssigwasser über ein Sättigungsniveau verursacht einen plötzlichen Anstieg des Flüssigwassers.
- Das Flüssigwasser wird durch Ausfließen abgebaut.

→ Pufferverhalten der Schneedecke in Bezug auf Flüssigwasser

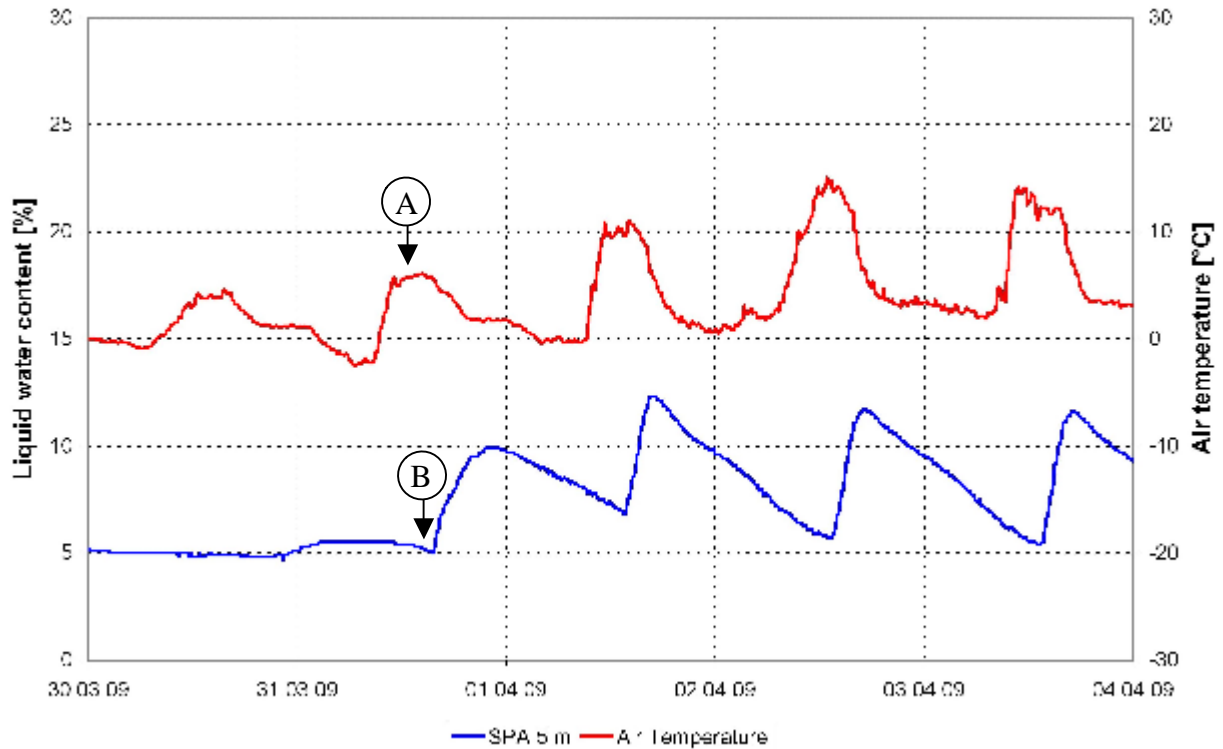


Fig. 27: Tagesvariation eines 5 m horizontalen Sensor in Hindelang

Punkt A

- Maximum der Lufttemperatur

Punkt B

- Beginn des Anstiegs von Flüssigwasser

→ Versatz zwischen Lufttemperatur und Flüssigwasseranteil

8. Zusammenfassung

- Kontinuierliche Messung der Schneeparameter vor Ort
 - Flüssigwasseranteil
 - Schneedichte
 - Schneewasseräquivalent
 - Schneehöhe
- Verschiedene Aufbaumöglichkeiten
 - Integralwerte der Schneedecke
 - Profilinformationen
 - Hohe Flächeninformation
- Zeitliche Vorhersage des Beginns von Wasseraustritts aus der Schneedecke
- Unempfindlich gegenüber Eislamellen in der Schneedecke
- Einfache Installation auch in leichten Hangneigungen