



Das meteorologische Überwachungsmessnetz der Schweiz für Kernkraftwerke

Während eines nuklearen Unfalls kann eine radioaktive Wolke in die Atmosphäre entweichen. Diese Wolke bewegt sich und breitet sich dann in den drei Dimensionen der Atmosphäre aus: Im Laufe der Zeit wird sie sich in der horizontalen Ebene, aber auch vertikal, verschieben. Im Hinblick auf die meteorologische Überwachung ist es also von höchster Bedeutung, dass man alle diese Dimensionen berücksichtigt und sich nicht ausschliesslich auf meteorologische Messungen am Boden oder in Bodennähe verlässt.

Das meteorologische Überwachungssystem der schweizerischen Kernkraftwerke, CN-MET, ist ein innovatives Instrument, das bodengestützte Messungen mit einem hochauflösten Vorhersagemodell kombiniert, um mit grosser Präzision Analysen und Vorhersagen über den Zustand der Atmosphäre zu liefern. Das System ist seit 2010 in Betrieb: Es zeigt eine hohe Verfügbarkeit, über 95%, und liefert gleichzeitig qualitativ hochstehende Wetterinformationen.

Drei Standorte wurden aufgebaut: Payerne im Südwesten, Schaffhausen im Nordosten und Grenchen in zentraler Lage im Schweizer Mittelland. Diese Standorte sind mit automatischen Bodenmessstationen sowie mit automatischen Wind- und Temperaturprofilern ausgerüstet. Alle diese Informationen fliessen in Echtzeit in das numerische Wettermodell der MeteoSchweiz, COSMO-1 (bis 2016 COSMO-2). Damit lässt sich genau bestimmen, welche Windverhältnisse in den Regionen herrschen, die von einer eventuellen Freisetzung von radioaktivem Material betroffen sind, und es lässt sich eine Vorhersage über die Ausbreitung in den Stunden nach dem Unfall machen.

Um die Entwicklung von Wind und Temperatur in zeitlicher und räumlicher Dimension zu verfolgen, werden zwei innovative Instrumente eingesetzt.

- Der Windprofiler ist ein aktives Fernerkundungssystem, das vom Boden aus eine Abfolge von elektromagnetischen

Impulsen in die Atmosphäre sendet und dann die Rückkehr dieser Impulse registriert. Die automatische Analyse des zurückgestreuten Signals erlaubt dank dem Doppler-Effekt die Einschätzung des vertikalen Profils der Windgeschwindigkeit und -richtung, von 100m über Boden bis zu mehreren Kilometern oberhalb des Messpunktes.

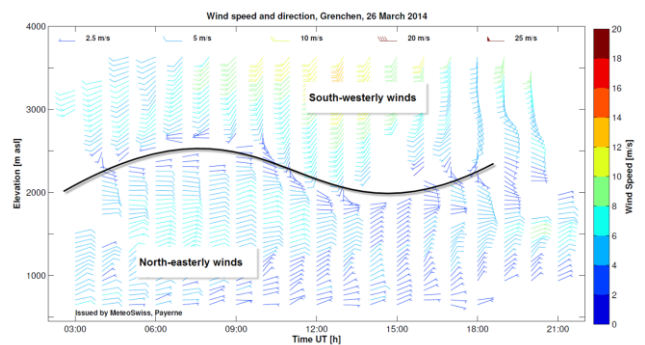
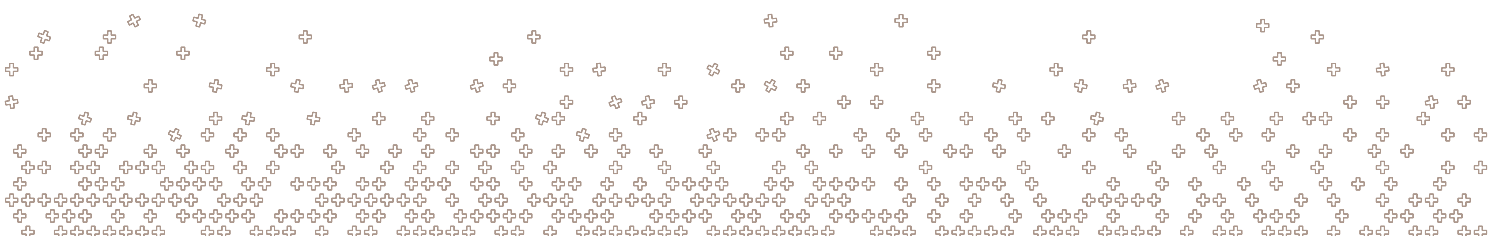


Abbildung 1
Profile von Windgeschwindigkeit und -richtung, vom Windprofiler gemessen. Der Übergang von nord-nordöstlichen Winden zu südwestlichen Winden über den ganzen Tagesverlauf ist gut sichtbar (schwarze Linie).

- Das Mikrowellen-Radiometer ist ein passives Fernerkundungssystem, das vom Boden aus die Strahlung « abhört », welche durch in der Atmosphäre vorhandene Sauerstoffmoleküle ausgesendet wird, und das im Frequenzbereich von 51 bis 59 GHz. Eine komplexe Analyse dieser Information erlaubt die automatische Bestimmung eines Temperaturprofils oberhalb des Messstandortes.



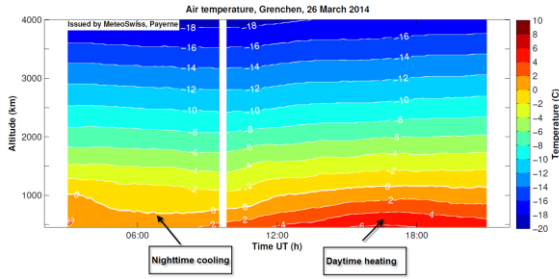


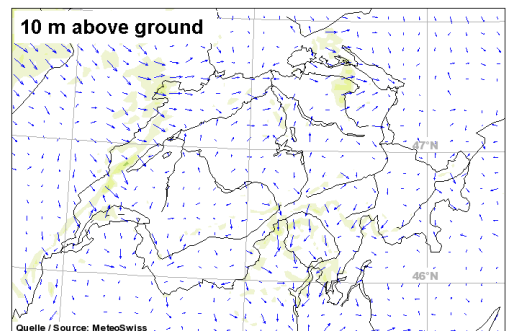
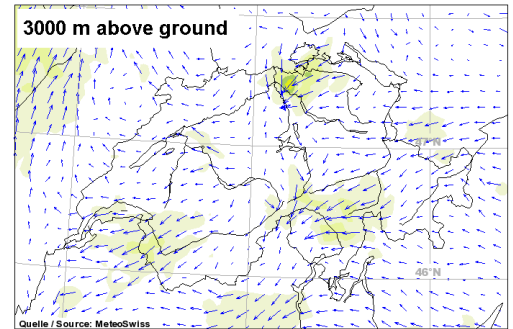
Abbildung 2
Temperaturprofil, vom Mikrowellen-Radiometer gemessen. Der Übergang vom nächtlichen Zustand (Abkühlung) zum Tag (Erwärmung) ist hier offensichtlich.

Diese Messungen fliessen in Echtzeit in ein numerisches, hochaufgelöstes, Wettervorhersagemodell, das angewendet wird, um Trajektorien im Falle eines nuklearen Unfalls zu berechnen. Ein solches Modell beschreibt die zeitlichen und räumlichen Veränderungen der vorherzusagenden Wetterparameter (Wind, Temperatur, Feuchtigkeit...) auf der Basis von Naturgesetzen. Wetterphänomene von unterschiedlicher räumlicher Ausdehnung können so dargestellt werden, wie etwa ein Sturm, der Föhn, der Hochnebel, der Schnee und viele andere. Bevor man die zukünftige Entwicklung der Atmosphäre berechnen kann, muss man die gegenwärtige Lage kennen. Das Messnetz erlaubt es, die Anfangsbedingungen der Berechnung des numerischen Modells festzuhalten. Das Modell kann anschliessend Vorhersagen berechnen, die es erlauben, die Ausdehnung einer möglichen radioaktiven Wolke und ihre Trajektorie abzuschätzen.

Das verwendete numerische Modell berücksichtigt die komplexe Topographie der Schweiz, und seine hohe räumliche und zeitliche Auflösung erlaubt die präzise Vorhersage der Trajektorien in allen Dimensionen des Raums.

Die Kombination eines automatischen Atmosphären-Messnetzes im Schweizer Mittelland mit einem leistungsfähigen Vorhersagemodell der jüngsten Generation liefert so ein grundlegendes Instrument für die strategische Entscheidungsfindung im Fall eines

nuklearen Unfalls: Es bildet ab, wie sich die kontaminierte Luftmasse zeitlich und räumlich entwickeln wird, jeweils für die nächsten 24 Stunden.



Abbildungen 3 und 4
Am 3. Juni 2008 um 22.00h berechnet COSMO-2 die Windfelder über der Schweiz auf 10m über dem Boden und auf 3'000m über dem Boden.

Über dem Schweizer Mittelland weht in Bodennähe ein Nord-West-Wind mit Geschwindigkeiten unter 10m/s.

Im gleichen Augenblick gibt es auf der Höhe der Alpen Winde mit einer Geschwindigkeit von über 20m/s und mit Windrichtung Ost-Nord-Ost.

Nur dieses numerische Resultat in 3 Dimensionen und in Abhängigkeit von der Zeit ermöglicht es, auf genaueste Weise eine solche « Schichtung der Atmosphäre » vorherzusagen, hier im Fall einer Luftmasse, die sich abhängig von der Höhe in unterschiedlichen Richtungen und Geschwindigkeiten fortbewegt.

Zusätzliche Information
www.meteoschweiz.ch

