

Prof. Dr. Christoph Schär, Atmosphärenphysik, ETH Zürich

MAP: mit experimentellen Daten zu genaueren Wettervorhersagen

Eine zunehmend wichtige Rolle im Bereich der Wettervorhersage spielen Computermodelle der Atmosphäre. In solchen Modellen – wie sie in der Schweiz auch durch SMA-MeteoSchweiz genutzt werden – wird ein Gitternetz über die Erde gelegt, und auf den Gitterpunkten wird schrittweise ab dem beobachteten Anfangszustand in die Zukunft gerechnet. Diese Berechnungen sind ausserordentlich komplex und können nur auf Supercomputern abgearbeitet werden. Bis anhin haben auch die schnellsten Computer nur vergleichsweise grobe Rechnungen erlaubt, und die komplizierten Einflüsse der Alpen konnten nur annähernd berücksichtigt werden. Die schnelle Weiterentwicklung von Hochleistungscomputern und die schnell voranschreitende Verbesserung der Computermodelle werden es jedoch schon in wenigen Jahren erlauben, weit feinere Gitternetze zu verwenden und damit die Prognosen auch im komplizierten Alpenraum zu verbessern.

Die neue Modellgeneration wird zum ersten Mal in der Lage sein, einzelne Gebirgsmassive und Täler aufzulösen (d.h. deren Einfluss zu berücksichtigen). Man erhofft sich damit eine Verbesserung der Kurzfristprognosen (d.h. Prognosen auf 1-2 Tage hinaus) und insbesondere der Prognose von Starkniederschlägen und Überschwemmungen. Solche Prognosen haben eine grosse volkswirtschaftliche Bedeutung: Allein die herbstlichen Unwetter der letzten 6 Jahre auf der Alpensüdseite haben mehr als 80 Tote gefordert und einen Schaden von über 15 Milliarden Franken verursacht. Durch rechtzeitige und zuverlässige Prognosen liessen sich die Schäden und negativen Auswirkungen solcher Ereignisse beträchtlich senken.

Im anlaufenden MAP Feldexperiment sollen räumlich und zeitlich hoch aufgelöste Daten erfasst werden, welche für das Austesten und die Weiterentwicklung von Computermodellen notwendig sind. Besonders wichtig sind Messwerte der atmosphärischen Strömungen und Niederschlagsprozesse aus 1 bis 15 Kilometer Höhe. Andererseits sollen die für das Alpenwetter kritischen Prozesse genauer untersucht werden, mit dem Ziel deren Simulation in den Wettermodellen zu verbessern. Prozesse welche hier besondere Beachtung finden sind: Wolken- und Niederschlagsprozesse, atmosphärische Strömungsphänomene (z.B. Föhn), aber auch hydrologische Vorgänge welche den Abfluss nach Starkniederschlägen bestimmen.

Detaillierte Computerprognosen des Wettergeschehens spielen auch für das Feldprojekt selber eine zentrale Rolle, denn die Einsatzplanung und Aktivierung der Messsysteme benötigt ausreichend Vorwarnzeit. Zu diesem Zwecke betreibt die ETH Zürich in Zusammenarbeit mit SMA-MeteoSchweiz und dem Kanadischen Wetterdienst ein hochmodernes Wettermodell. Dieses Modell wird während MAP für die Erstellung von Kurzfristprognosen eingesetzt, und soll das Wetter im Alpenraum in bis anhin unerreichter Feinheit beschreiben. Die Modellrechnungen, welche ein etwa 5 mal feineres Rechengitter als heute üblich verwenden, werden auf dem Swiss Center for Scientific Computing (Centro Svizzero di Calcolo Scientifico, CSCS) in Manno durchgeführt werden. Dort steht der einzige Computer der Schweiz, welcher derzeit in der Lage ist, diese umfangreichen Rechnungen in der

notwendigen Zeit durchzuführen. Die dazu benötigte Rechenkapazität ist gigantisch: Eine einzelne 24-Stunden Prognose benötigt auf dem NEC SX-4 des CSCS ca. 4.5 Stunden, und dies bei einer durchschnittlichen Rechenleistung von etwa 10 Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde. Auch die Analyse und Visualisierung der dabei erzeugten Datenmenge sprengt bisherige Erfahrungen: An der Pressekonferenz werden dazu einige Beispiele von animierten Visualisierungen vorgestellt.

Da die neue Generation von Computermodellen universell ist (das heisst: auch in anderen gebirgigen Regionen eingesetzt werden kann) hat das MAP Projekt breites internationales Interesse geweckt. Am gemeinsamen Austesten und Weiterentwickeln der neuesten Wettermodelle haben sich etwa 15 Forschungsgruppen aus Europa, den USA und Kanada beteiligt.

Bildlegenden

Fig. 1: Rechnerleistung

Entwicklung der Rechenleistung (in Rechenoperationen pro Sekunde) zwischen 1955 und 2000: Für die nächste Generation von Wettermodellen sind Hochleistungsrechner mit mehreren Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde notwendig.

Fig. 2: Topographie

Die Schweizer Topographie im Wettervorhersagemodell: Im MAP-Forschungsprogramm wird ein neues Computermodell verwendet, dessen räumliche Auflösung siebenmal genauer ist (siehe Bild oben) als bei den bisherigen Modellen (Bild unten). Damit können erstmals Prozesse in einzelnen Alpentälern simuliert werden, die für die operationelle Modelle der Wetterdienste bislang "unsichtbar" waren. (Bild: Christoph Schär)

Fig. 3: NEC Computer

Der NEC SX-4 Computer am Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS) in Manno. Dieser Rechner wird am MAP Feldexperiment für experimentelle Wetterprognosen mit einem neuen Computermodell eingesetzt. (Bild: CSCS, Manno)

Fig. 4: Atmosphärischer Querschnitt

Beispiel eines durch das hochauflösende Wettermodell prognostizierten atmosphärischen Querschnitts entlang dem Rheintal durch die Alpen. Der Farbcode zeigt die relative Feuchte (in %). Die geneigte Grenzfläche entspricht einer Warmfront. Auf ca 10 km ist auch die Tropopause sichtbar. (Bild: ETH Zürich)