

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse

Band: 101 (2010)

Heft: 7

Artikel: Supercomputing im Tessin

Autor: Novotny, Radomir

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856091>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Supercomputing im Tessin

Erfahrungen mit dem schnellsten Schweizer Rechner

Als im September 2009 der Cray XT5 in Manno hochgefahren wurde, wurde ein neues Kapitel im Schweizer Supercomputing aufgeschlagen – der europaweit viert-schnellste Rechner steht nun der Schweizer Wissenschaft zur Verfügung. Ein Blick auf die erforderliche Infrastruktur und zwei aktuelle Forschungsprojekte zeigt auf, welche Perspektiven nun erschlossen werden können.

Radomir Novotny

In den Achtzigerjahren erfuhren die Naturwissenschaften eine grundlegende Veränderung: Das Computing stiess zu dem bewährten Duo Theorie/Experiment als ebenbürtiger Partner hinzu. Es kann als eigenständige Komponente betrachtet werden, denn es hat keine der beiden früheren Komponenten ersetzt. Nun können Theorien untersucht werden, deren experimentelle Nachprüfung zwar möglich, aber zu aufwendig bzw. zu gefährlich wäre, wie beispielsweise die Analyse von Nuklearexplorationen. Oder äusserst komplexe Fragestellungen – man denke da an das Zusammenwirken der vielen physikalischen Prozesse bei Klimabetrachtungen.

Ein weiterer Vorteil des Supercomputers ist sein flexibler Einsatz, der nicht auf eine bestimmte Disziplin beschränkt ist. Je nach Software kann man den Rechner als grosses Mikroskop, Teleskop, chemisches Labor oder sogar für komparative Linguistik oder zur Simulation von ökonomischen Prozessen verwenden. Werden beispielsweise Rechenmethoden der theoretischen Chemie mit geophysikalischen Beobachtungen kombiniert, können neue Aussagen in der Kristallografie gemacht werden.

Wer betreibt den Cray XT5?

Um solche Erkenntnisse zu ermöglichen, wurde ein Cray XT5 vom Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS, Schweizer Hochleistungsrechenzentrum) beschafft und installiert.

Das zurzeit noch in Manno¹⁾ beheimatete CSCS besteht aus drei Business Units. Die erste Unit, «Scientific Computing Research», beschränkt sich auf reine Forschungsaktivität. Im Zentrum der Aktivitäten steht zurzeit das HP2C-Projekt,

eine Initiative für Schweizer Petascale Computing [1].

Die zweite Unit, der «National Supercomputing Service», betreibt den nach dem höchsten Schweizer Gebirgsmassiv benannten Cray XT5, den «Produktionsrechner». Auf diesem massiv-parallelens Rechner werden – vergleichbar mit einem Labor – Experimente ausgeführt. Die Rechenzeit wird mittels einer jährlichen Ausschreibung zugewiesen. Zwei Kriterien müssen erfüllt sein, um für ein Projekt Rechenzeit zu erhalten: die technische Lauffähigkeit und die wissenschaftliche Exzellenz. Die Lauffähigkeit wird durch das CSCS beurteilt, die wissenschaftliche Exzellenz durch ein externes Komitee. Den wissenschaftlich besten Projekten wird dann Rechenzeit zugewiesen.

Die dritte Unit nennt sich «HPC Co-Location Services». Hier werden Rechner kostenpflichtig für spezielle Kunden

wie z.B. Meteo Schweiz²⁾, das Paul-Scherrer-Institut oder die Cern-Teilchenphysiker betrieben.

Auch die Industrie kann profitieren

Industrielle Unternehmen können diverse Leistungen des CSCS beanspruchen. Wenn es darum geht, neuen Code zu entwickeln, ist eine Zusammenarbeit mit dem «Scientific Computing Research» denkbar, möchten sie aber ein bestimmtes Experiment auf dem Monte Rosa fahren, dann müssen sie an der Ausschreibung teilnehmen und die wissenschaftliche Relevanz aufzeigen. Um für eigene Entwicklungen Rechenzeit zu erwerben, können sie sich an die HPC Co-Location Services wenden.

Infrastrukturfragen

Gemäss Dominik Ulmer, dem General Manager am CSCS, unterscheidet sich das CSCS bezüglich Ausfallsicherheit wegen der sehr hohen Versorgungsleistung stark von gewöhnlichen Datacenter (SAP, Spitätern usw.). Beim neuen CSCS-Zentrum wird die Anschlussleistung 10 MW, ausbaubar auf 16 MW, betragen, wobei nur der Meteo-Schweiz-Teil des Netzwerks und die Datenspeicherung mit einer USV ausgestattet sein werden. Alles andere ist «Dirty Power» – bei einem Stromunterbruch im Stromnetz wird der Rechenjob abgebrochen, und der Rechner stellt ab.



Bild 1 Der Monte Rosa am CSCS in Manno. Der schwarze Kasten rechts ist die Freon-Kühleinheit.

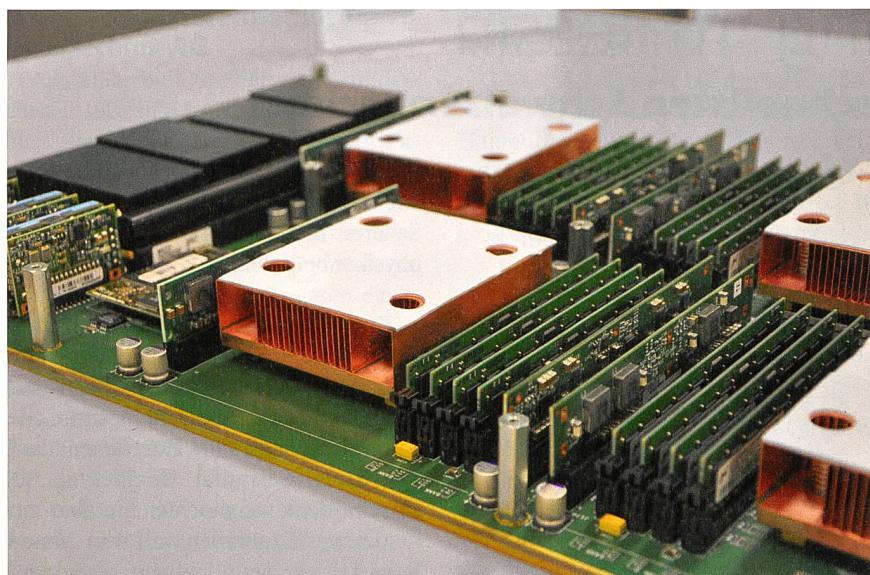


Bild 2 Ein Blade mit 4 Nodes und Speicher leistet bis zu einem halben TFlop. Das Design ist möglichst simpel gehalten, um die Zuverlässigkeit zu erhöhen.

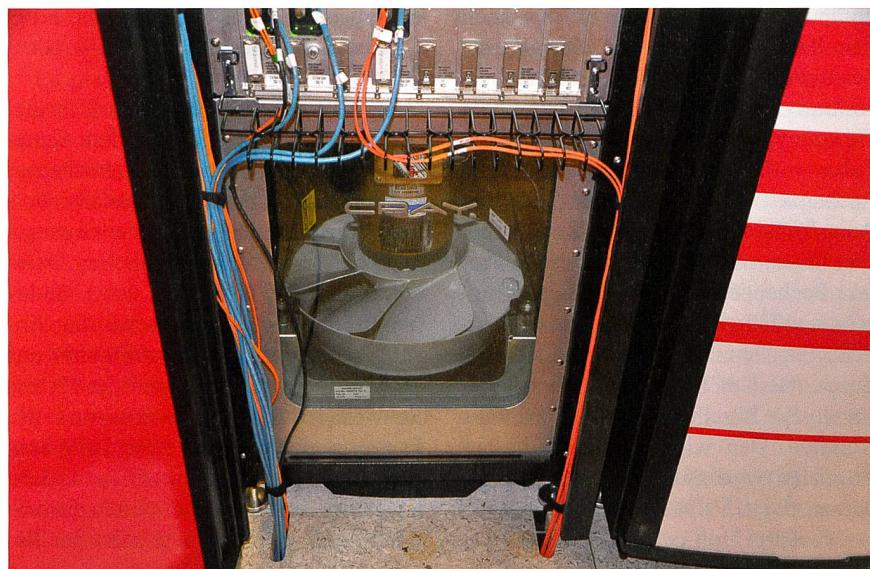


Bild 3 Ein axialer Cray-Kühlungsventilator mit variabler Drehzahl und integrierten Druck- und Temperatursensoren sorgt mit 1,4 m³/s Luftfluss für einen kühlen «Kopf» und taube Ohren.

Um den Datenverlust auf dem Monte Rosa zu minimieren und um allen Projekten in der Warteschlange – der Cray wartet nicht auf Jobs, sondern die Jobs warten auf einen geeigneten Rechenslot – eine Chance zu geben, sind Rechenjobs auf 24 h beschränkt. Dauert eine Berechnung länger als 24 h, muss am Ende dieser 24 h ein Restart-File geschrieben werden, damit ein neuer Job gestartet wird, der die Daten liest und an dieser Stelle weiterrechnet. So wird verhindert, dass einzelne Projekte mit monatlangen Rechnungen die Maschine blockieren. Gleichzeitig bedeutet es auch, dass bei einem Ausfall der Maschine höchstens 24 Rechenstunden verloren gehen.

Daten und Wärme

Hochleistungsrechner sind nicht nur bekannt für immense Datensätze, sondern auch für viel Verlustwärme – bei der Monte Rosa beträgt die Leistungsaufnahme des Rechners (netto, ohne Kühlungssystem und Peripherie) 713 kW [2]. Diese Wärme kann zurzeit im CSCS aus Infrastrukturgründen nicht genutzt werden. Am künftigen CSCS-Standort werden Vorbereitungen für eine künftige Nutzung getroffen. Das Kühlwasser wird dem Lagonersee entnommen, und das erwärmte Wasser wird dann jedem angeboten, der es nutzen will. An der Rückführung dieser Seeleitung gibt es verschiedene Stellen, an die z. B. die Univer-

sität Lugano oder das Schwimmbad Lugano andocken könnten. Außerdem wird der Energieverbrauch für die Kühlung durch die Verwendung des kalten Seewassers reduziert.

Da ein Rechenzentrum weder qualitativ hochwertige Wärme liefert – das Wasser ist nicht besonders heiß – noch wegen Wartungsarbeiten, die einmal im Monat stattfinden, und wegen Betriebsunterbrüchen keine zuverlässige Wärmeversorgung gewährleisten kann, ist die Rechnerwärme für die kommerzielle Abgabe ungeeignet.

Cool in – cool out

Der Monte Rosa wird flüssigkeitsgekühlt. Neben den Rechnerschränken befinden sich zwei weitere Schränke, die «Kühlchränke». Diese sind an die aus dem Keller kommende Kaltwasserleitung angeschlossen und verfügen über einen Wärmetauscher, der die Kälte wie in einer Klimaanlage auf ein Kühlmittel überträgt. Das Kühlmittel zirkuliert in metallumfassten Schläuchen zwischen Rechenschränken und Wärmetauscher. In den Rechenschränken hat es drei Reihen Blades (Printplatten, **Bild 2**), zwischen denen Gitter eingelassen sind, in denen das Kühlmittel zirkuliert. Der Ventilator (**Bild 3**) bläst die Kellerluft nach oben. Die Kühlgitter kühlen die Luft so stark ab, dass die oben hinausgeblasene Luft die gleiche Temperatur aufweist wie die unten eingesogene, nämlich Raumtemperatur.

Eine reine Luftpumfung ist für den Monte Rosa nicht effizient genug, da man nicht genügend kalte Luft durch den Doppelboden durchblasen kann.

Flexibilität ist gefragt

Da nicht vorhersehbar ist, wie sich die Hardware von Hochleistungsrechnern entwickeln wird, muss das CSCS bezüglich Platzbedarf und Anschlussmöglichkeiten genügend flexibel sein, um sich bei der Wahl von künftigen Rechnern alle Optionen offen zu halten. Wenn in 10 Jahren ein Quantencomputer kommen sollte, muss das CSCS in der Lage sein, ihn zu installieren und zu betreiben, auch wenn er mit flüssigem Helium gekühlt werden muss.

Im neuen Gebäude wird beispielsweise kein konventioneller Doppelboden mehr verwendet, denn dieser würde das Gewicht eines künftigen Racks, das sich durchaus im Bereich von 3–4 t bewegen kann, nicht aushalten. Stattdessen ist ein

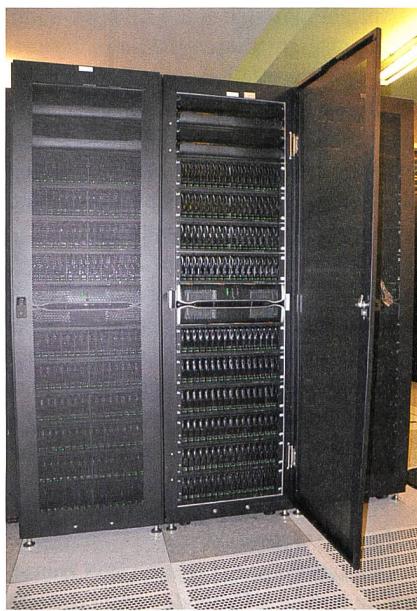


Bild 4 Auf das Scratch-Speichersystem mit rund 200 TB können Daten von 5–6 DVDs pro Sekunde geschrieben werden.



Bild 5 Das Archiv besteht aus einem Bandspeicher mit Tausenden Tapes und mehreren Laufwerken.

Zwischengeschoss unter dem Rechnerraum vorgesehen, wo die gesamte, problemlos anpassbare Technik untergebracht ist. Der Rechnerraum steht auf Stahlträgern, auf denen die das Zwischengeschoss abdeckenden Platten liegen. Aufwendige Betonbohrungen gehören dann der Vergangenheit an.

Der Monte Rosa von innen

Wie sieht aber nun ein Cray XT5 von innen aus? Zunächst einmal besteht er aus 20 Racks mit insgesamt 1836 Knoten

(Bild 1) [3]. Diese Knoten sind mit einem dreidimensionalen Torus-Hochleistungs-Netzwerk verbunden.

Rechenknoten

Ein Rechenknoten beim XT5 setzt sich zusammen aus 2 Chips. Jeder Chip (Hexa-Core-AMD-Opteron-Istanbul-Prozessor) hat wiederum 6 CPUs (computing cores). Ein Knoten besteht also aus 12 CPUs mit 32 GB Speicher (SDRAM), rechnet mit 2,4 GHz und schafft etwa 115 GFlops **(Bild 2)**. Ein einziger XT5-Knoten entspricht somit bezüglich Leistungsfähigkeit etwa 20 PCs mit Pentium-4-Prozessor und 3 GHz Taktfrequenz.

Massgeschneidertes Betriebssystem

Auf den Login-Knoten des Monte Rosa läuft das SuSE-Linux-Betriebssystem, auf den Rechenknoten ein auf das absolute Minimum reduziertes Linux. Interaktive Prozesse, Daemons – den Systemdiensten im MS Windows vergleichbar – oder Input-Output-Vorgänge sind unerwünscht, denn sie stören die Berechnungen.

Je mehr Knoten es hat, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Betriebssystem einen Knoten unterbricht. Bei einer Rechnung, die auf allen Knoten läuft, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass ein Betriebssystemeingriff die gesamte Berechnung behindert – der sogenannte OS-Jitter entsteht. Es ist deshalb wichtig, die Eingriffe des Betriebssystems auf das Minimum zu reduzieren und zu synchronisieren, damit auf vielen Knoten etwas gleichzeitig durchgeführt wird, statt zufällig verteilt. Dies erhöht die Effizienz markant.

Auch am Code wird gefeilt

Anwender können C, C++ (von verschiedenen Herstellern) und Fortran-Programme (4 unterschiedliche Fortran-Versionen) auf dem Monte Rosa kompilieren und laufen lassen, wobei im Hochleistungsrechnen Fortran immer noch am häufigsten verwendet wird.

Es gibt zurzeit zwei Standardmethoden, um parallel zu programmieren: OpenMP (Open Multi-Processing) und MPI (Message Passing Interface). OpenMP ist eine Parallelisierung auf Thread-Ebene (Schleifenebene) innerhalb eines Knotens. In einem Code werden Kommentare eingefügt, die angeben, dass die nächste Schleife parallelisiert werden soll. Mit der MPI-Methode wird Kommunikation zwischen den Knoten hergestellt.

Der Programmierer muss im Code konkret spezifizieren, was wie parallelisiert werden soll. Neuere Modelle, sogenannte PGAS-Sprachen (Partitioned Global Address Space), werden momentan entwickelt, bei denen der Compiler versucht, auch einiges automatisch zu parallelisieren, um die Programmierarbeit zu vereinfachen.

Wenn der durch die Anwender geschriebene Code nach der Debugging-Phase fehlerfrei läuft, wird ein sogenanntes Profiling, eine leistungssteigernde Massnahme, durchgeführt. Beim Profiling wird das Verhalten eines Programms analysiert (Rechnen, Cache-Misses – bei Zugriff auf Cache sind die Daten nicht vorhanden und müssen aus dem Hauptspeicher geladen werden –, Kommunikation mit direkten Nachbarn, globale Kommunikation «all to one», «all to all» usw.) und der Code entsprechend optimiert. Dies wird manchmal wochenlang, monatlang gemacht, bis das Programm schnell läuft bzw. bis es die geforderten Geschwindigkeitsvorgaben erfüllt. Das CSCS unterstützt die Programmierer bei dieser Aufgabe.

Wohin mit den vielen Daten?

Damit die Rechengeschwindigkeit durch den Speicherzugriff nicht behindert wird, ist die Speicherung auf vier unterschiedlich ausgelegte Systeme aufgeteilt:

- Home Directory – für kompilierbaren Code. Dies ist die Arbeitsgrundlage des Benutzers. Ein Backup wird hier regelmäßig durchgeführt.

Porträt

CSCS

Das 1991 im Auftrag des Bundes gegründete Swiss National Supercomputing Centre entwickelt und fördert technische und wissenschaftliche Dienstleistungen für den Schweizer Wissenschaftssektor im Bereich des Supercomputings. CSCS ermöglicht durch den Betrieb und die Unterstützung führender Hochleistungsrechner-Technologien wissenschaftliche Spitzenforschung. Das bei Lugano stationierte CSCS ist eine autonome Einheit der ETH Zürich.

Kontakt: CSCS, 6928 Manno, www.cscs.ch, info@cscs.ch

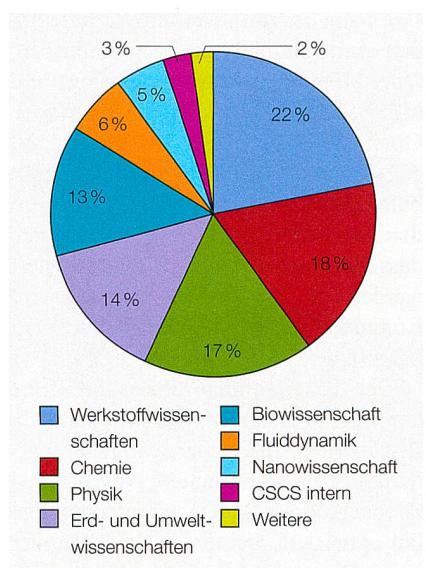


Bild 6 CSCS-Benutzerstatistik nach Forschungsgebiet für das Jahr 2009 (alle Rechner).

- Lustre Scratch – der Sprinter unter den Datenspeichern, kann die Datensumme von 5–6 DVDs pro Sekunde speichern. Die Rechenknoten schreiben ihre Ergebnisse via parallele IO-Knoten auf diesen Scratch, der automatisch nach ein paar Tagen gelöscht wird. Kein Backup.
- Project Directory – Projektdaten wie Quellcode, Binärcode für laufende Projekte. Diese Daten werden erst ein paar Monate nach Projektabschluss gelöscht. Es wird kein Backup gemacht, da angenommen wird, dass Forscher die relevanten Daten selbst speichern. Ein vollständiges Backup mit knapp einem Petabyte lohnt sich nicht.
- HPSS (High Performance Storage System) mit roboterbedientem Bandspeicher für wissenschaftlich relevante Ergebnisse, die man aufbewahren möchte.

Für den Datenaustausch mit den Hochschulen steht eine Glasfaserleitung mit 10 Gbit/s zur Verfügung.

Auswertung

Die oft riesigen Datenmengen werden entweder direkt am CSCS visualisiert, oder die Projektteams visualisieren sie an ihrer Institution.

Ein kurzer Blick auf zwei Projekte der ETH Zürich

Aus den rund 50 Projekten, die auf dem Monte Rosa laufen, werden hier 2 der ETH Zürich kurz präsentiert: ein Projekt aus der Fluiddynamik und ein Klimaprojekt. Dies sind populäre The-

men im Bereich des Hochleistungsrechnens [4].

Numerische Strömungssimulation

Das Team um Prof. Leonhard Kleiser befasst sich mit Fragestellungen der Fluiddynamik, d. h. der Strömungen von Flüssigkeiten oder Gasen. Da diese eine vierdimensionale Repräsentation – Raum und Zeit – erfordern, sind Fluiddynamiksimulationen besonders rechenintensiv. Im Unterschied zu vielen anderen Disziplinen, wo nur der Endzustand eines transienten Vorgangs interessiert, wird hier der gesamte zeitliche Prozess analysiert. Außerdem wird viel Rechenzeit benötigt, da die zu berücksichtigenden Strömungen meist turbulent sind und für brauchbare Resultate eine entsprechend hohe Auflösung benötigt wird.

Ein Projekt für den Monte Rosa

Eines der zahlreichen Projekte, mit denen sich das Team beschäftigt, ein sogenanntes High-Impact-Projekt, hat 8 Mio. CPU-Stunden Rechenzeit auf dem Monte Rosa erhalten. Bei einem gleichzeitigen Einsatz von beispielsweise 11 111 der 22 032 Monte-Rosa-CPUs würde dies einer Rechenzeit von rund 30 Tagen entsprechen.

Das vom Januar bis März 2010 laufende Projekt ist geophysikalischer Natur und behandelt den Sedimenttransport in Flusseinmündungen, d. h. Strömungen, die entstehen, wenn das Wasser eines Flusses (Süßwasser) ins salzwasserhaltige Meer hinauströmt. Es untersucht, wie sich das im Flusswasser enthaltene Sediment – Geröll, Sand, Schadstoffe – verhält bzw. wie die Sedimentierung im Meer stattfindet.

Man hat festgestellt, dass sich das Sediment bei einer Flusseinmündung schneller setzt als bei einer passiven Absenkung. Von der Simulation, die sowohl die Salz- und Sedimentkonzentrationen als auch die Strömung berücksichtigt,

verspricht man sich einen Einblick in die Mechanismen dieser Sedimentierung. Man will verstehen, wie die Vermischungsvorgänge stattfinden, die zu sedimentierungsbeschleunigenden Turbulenzen führen können. Aber auch, wie weit die Sedimentfracht ins Meer hinausgetragen wird und wo sie sich absetzt.

Das verwendete Gitter hat mit $7 \cdot 10^9$ Punkten eine um Größenordnungen höhere Auflösung als typische Industrieberechnungen. Die Darstellung geschieht auf dem Visualisierungscluster in Manno, die Ergebnisse lassen sich auf einem Frame Buffer (Bildschirmanzeige) an der ETH in Zürich anzeigen.

Das Letzte herauskitzeln

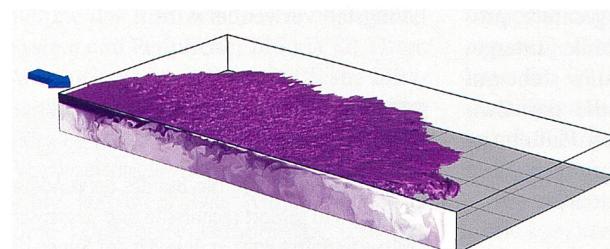
Für dieses Projekt schrieb Rolf Henniger einen neuen Code, der möglichst viel Rechenleistung aus dem Rosa herausholte. Eine hohe Skalierbarkeit, d. h. die Verteilung der Berechnung auf möglichst viele Prozessoren bei minimiertem Kommunikationsaufwand, ist zentral. Da beim aktuellen Projekt etwa 60 TB an Daten anfallen, nimmt der Datentransfer und die Datenspeicherung viel Zeit in Anspruch und gehört auch zu den zu optimierenden Aspekten.

Bei Standard-Clustern liegt die Recheneffizienz je nach Anwendung bei 5–10%, auf massiv-parallelen Rechnern wie dem Rosa vielleicht bei 20–30% und bei Vektorrechnern bei 30–60%, in optimalen Fällen bis 80%.

Wichtig ist bei solchen Projekten die langfristige Kontinuität. Bei einem Architekturwechsel z. B. von einem Vektorrechner auf einen massiv-parallelen Rechner legt man die Forschung zunächst einmal lahm, denn die Anpassung der Programme an die neue Hardware ist sehr aufwendig.

Vielfältige Erkenntnisse

Man verfolgt bei solchen Fluiddynamik-Projekten hauptsächlich zwei Ziele:



Rolf Henniger, ETHZ

Bild 7 Momentanaufnahme von Sedimentpartikeln (z. B. Sand) in einer Flusseinmündung nach Vermischung mit dem Salzwasser des Meeres. Die Süsswasser-Partikel-Mischung ist in der Regel leichter

als das Salzwasser, sodass sie auf dem Salzwasser schwimmt. Die Partikel trennen sich allmählich von dem Süsswasser, je weiter sie sich von der Mündung entfernen, und setzen sich auf dem Boden ab. Dieser Absinkprozess wird durch die Turbulenz der Strömung stark beschleunigt.

Einerseits sucht man physikalische Antworten auf spezifische Phänomene, andererseits entwickelt man bei dieser Suche Modelle, mit denen man turbulente Strömungen effizienter berechnen kann und die dadurch später auch industriell eingesetzt werden können. Man profitiert also gleich doppelt von solcher Forschung.

Regionale Klimamodellierung für Europa und für das Alpengebiet

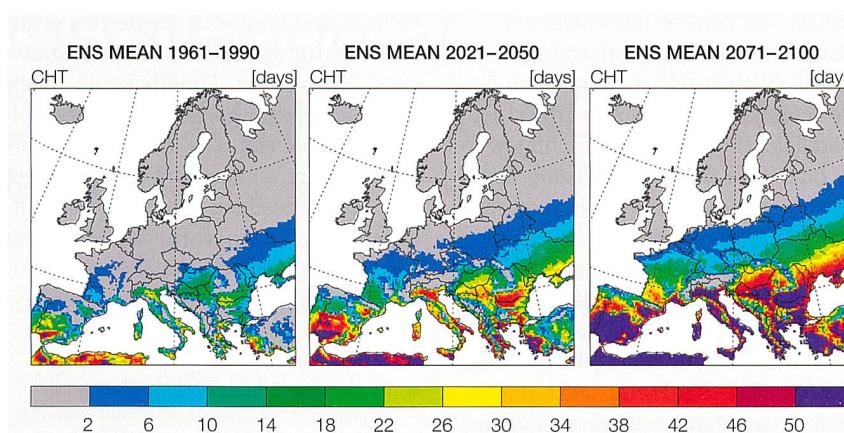
Das zweite Projekt befasst sich mit der regionalen Klimamathematik. Bei regionalen Klimamodellierungen geht es darum, die klimatische Entwicklung einer spezifischen Region über einen Zeitraum von Jahren bis Jahrzehnten zu berechnen (Bild 8). Grundsätzlich basieren regionale Klimamodellierungen auf einem hierarchischen System: Lokale Modelle – z. B. mit einer Auflösung von 7 km – werden in ein globales Modell mit einer gröberen Auflösung eingebettet. In dieses lokale Modell wird wiederum ein Modell mit höherer Auflösung von beispielsweise 2 km eingebettet. Diese hohen Auflösungen werden benötigt, wenn man das Sommerklima, in dem die feuchte Konvektion (Gewitter) eine grosse Rolle spielt, genauer untersuchen möchte.

Das Klima – ein hochkomplexes System

Die auf Grossrechnern laufenden Klimamodelle berücksichtigen Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind, Wolken, Sonnenstrahlung, die Infrarot-Abstrahlung der Erde, Niederschlagsprozesse, Turbulenzen und weiteres. Zudem müssen Prozesse am Boden berücksichtigt werden, da der Boden ein Wasserspeicher ist. Globale Modelle berücksichtigen auch Eis (Polarkappen) und Aerosole (Feinstaub) und sind zusätzlich mit einem Ozeanmodell gekoppelt, damit der Austausch der Energie und des Wassers zwischen Atmosphäre und Ozean mitberücksichtigt wird. In neueste globale Modelle wird ausserdem der Kohlenstoffzyklus (Veränderung der Vegetation, zusätzliche Bildung von Biomasse) integriert.

Konkretes Projekt

Das Projekt von Prof. Christoph Schär und seinem Team an der ETHZ befasst sich zunächst mit einer Modellierung von ganz Europa über Zeiträume von 100 bis 150 Jahren mit einer Auflösung von 12 km. In der Vergangenheit betrug die Auflösung 25 und 50 km. Für die doppelte Auflösung wird die zehnfache Rechenleistung benötigt.



Christoph Schär, ETHZ

Bild 8 Simulierte Veränderung der Anzahl «heisser Sommertage ($T_{\max} > 35^{\circ}\text{C}$) kombiniert mit tropischen Nächten ($T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$)» respektive der Anzahl Tage mit einer gefühlten Temperatur, die kritisch ist für gesundheitlich angeschlagene Menschen.

Dann möchte man mit dem Modell mit 2 km Auflösung auf dem Monte Rosa mindestens zwei Jahrzehntabschnitte berechnen: eine Simulation des heutigen Klimas und eine zweite für ein projiziertes Klima in 2050. Das Hauptinteresse gilt hier der Übereinstimmung der Resultate der beiden Modelle und somit der Zuverlässigkeit des gröber aufgelösten Modells.

Wer braucht lokale Klimamodelle?

Es gibt diverse Anwendergruppen, die sich für höher aufgelöste regionale Daten interessieren: Agronomen möchten wissen, welche Bedingungen künftig für den Anbau von Kulturen herrschen werden, Betreiber von Wasserkraftwerken interessieren sich für Menge und Art der kommenden Niederschläge. Auch die Tourismusbranche ist an Klimatrends interessiert. Die Planer in Berggebieten können Vorsorgemassnahmen treffen, sollten beispielsweise Hänge wegen höher wanderndem Permafrost instabil werden.

Natürlich haben Langzeitsimulationen ihre Grenzen. Klimaprojektionen können Katastrophen wie Überschwemmungen nicht konkret voraussagen. Man

kann nur die Wahrscheinlichkeit berechnen, dass gewisse Ereignisse mit einer gewissen Grössenordnung eintreffen. Konkrete Ereignisse können bestenfalls etwa 10 Tage im Voraus prognostiziert werden.

Das Klima auf dem Monte Rosa

Die Klimakalkulationen des Teams verliefen nach der Umstellung auf den Monte Rosa reibungslos, denn ihre Modelle liefen bereits auf dem früheren Cray, der die gleiche Architektur aufweist. Das Team verwendet die gleichen Modelle wie die MeteoSchweiz, die zusammen mit dem CSCS bereits eine ausgezeichnete Vorarbeit geleistet hat. Der wesentliche Unterschied zum MeteoSchweiz-Einsatz ist der Anfall von Daten. Der Fokus lag laut Daniel Lüthi deshalb auf der Funktion des Datenflusses. Die riesige Datenmenge – eigentlich die grösste Herausforderung, besonders wenn man bedenkt, dass der Preiszerfall bei Speichern nicht so rasant wie bei den Prozessoren fortschreitet – wird relativ lang gelagert (5 Jahre und länger), denn man geht häufig zu den Rohdaten zurück, um neue Aspekte zu extrahieren und zu analysieren.

Résumé

Supercomputing au Tessin

Expériences avec l'ordinateur le plus rapide de Suisse

La mise en route, en septembre 2009, du Cray XT5 à Manno a ouvert un nouveau chapitre de l'histoire du supercomputing en Suisse – le quatrième plus rapide ordinateur d'Europe est désormais à la disposition de la science suisse. Un coup d'œil sur l'infrastructure nécessaire et sur deux actuels projets de recherche dans les domaines de la dynamique des fluides et de la modélisation du climat montre quelles sont les perspectives qui peuvent être désormais réalisées.

No

Nutzen der höheren Rechenleistung

Eine höhere Rechenleistung wird hauptsächlich benötigt, wenn eine längere Zeitspanne simuliert werden soll, zusätzliche Prozesse berücksichtigt werden oder eine höhere Auflösung benötigt wird bzw. wenn man physikalische Effekte repräsentieren will, statt sie zu parametrisieren. Bei gröberen Auflösungen werden sogenannte physikalische Parametrisierungen eingesetzt, um einen bestimmten Effekt wiedergeben zu können. Das Ziel sind möglichst wenige Parametrisierungen und eine möglichst umfassende physikalische Beschreibung.

Die Berücksichtigung des Aerosol-Effekts, um nur ein Beispiel zu nennen, verfünfacht den Rechenaufwand. Auf der globalen Skala ist die Berücksichtigung des Aerosol-Effekts aber zwingend, um eine einigermassen sinnvolle Wiedergabe des Temperaturverlaufs zu erzielen.

Supercomputer für Spitzenforschung

Will man in bestimmten wissenschaftlichen Bereichen Bahnbrechendes leisten, geht es nicht ohne Hochleistungs-

rechner und die für deren Betrieb erforderliche Infrastruktur und das Know-how. Weder die Fluidodynamik noch Klimaberechnungen kommen ohne solche Rechner aus. Der Monte Rosa ermöglicht der Schweizer Forschung, bei den rechnerlastigen naturwissenschaftlichen Disziplinen vorne mit dabei zu sein.

Literatur

- Fritz Schiesser, Supercomputing – Rechnen für den Menschen (Ansprache zur Inauguration des Supercomputers Cray XT5 – «Monte Rosa» am CSCS), www.ethrat.ch/content/ethr_rede_inauguration_Supercomputing_lay.pdf.
- Roberto Ansaloni, Rosa Topology and XYZ Ordering, Rosa Introduction Course: 2 July 2009, www.cscs.ch/462.0.html.
- Roberto Ansaloni, Programming Environment, Rosa Introduction Course: 2 July 2009, www.cscs.ch/462.0.html.
- John Kirkley, The world's most powerful computers for science, Scidac Review, Special Issue 2009, www.scidacreview.org/0901/pdf/hardware.pdf.

Links

- www.cscs.ch
- www.cray.com
- www.hp2c.ch
- www.top500.org

- www.ifd.mavt.ethz.ch
(Institut für Fluidodynamik an der ETH Zürich)
- www.iac.ethz.ch/groups/schaer
(Klima-Gruppe von Prof. Schär an der ETH Zürich)

Referenzen

- [1] www.hp2c.ch/background/.
- [2] www.top500.org/list/2009/11/100.
- [3] www.cscs.ch/fileadmin/user_upload/customers/CSCS_Application_Data/Files/Presentations/RA_Rosa_topology_and_XYZOrdering.pdf.
- [4] W. E. Nagel, D. B. Kröner, M. M. Resch (Eds.). High Performance Computing in Science and Engineering 09. Springer Verlag 2010.

Angaben zum Autor



Radomir Novotny, El.-Ing. HTL, ist Redaktor beim Bulletin SEV/VSE. Er war viele Jahre in der technischen Redaktion sowohl bei Dienstleistungs- als auch bei industriellen Unternehmen in den Bereichen Digital Imaging, Medizinal- und Energiefassungselektronik tätig.

Electrosuisse, 8320 Fehraltorf
radomir.novotny@electrosuisse.ch

¹⁾ Der Bau des neuen CSCS-Gebäudes in Lugano-Cornaredo hat im Februar 2010 begonnen. Der aktuelle Stand der Bauarbeiten ist auf www.cscs.ch/491.0.html dokumentiert.

²⁾ Die Simulationen für die tägliche Wettervorhersage laufen auf einem Cray XT4 mit einer Rechenleistung von maximal 4,5 TFlops.

Anzeige

ESL-EVU®



Den Betrieb, die Instandhaltung und die Optimierung von Betriebsabläufen von Störungen bei Ihren Anlagen haben Sie mit

ESL-EVU

in Ihrem Energieversorgungsunternehmen im Griff. Unsere Gesamtlösung ermöglicht Ihnen:

- Planung und Instandhaltung der Anlagen
- Optimierung von Betriebsabläufen
- Export der Versorgungsunterbrüche in Elcom-Vorlage
- Planung, Vergabe und Dokumentation von Schaltaufträgen mit Schalthandlungen
- Möglichkeit, die Daten über ein externes Tablet-PC vor Ort zu erfassen und anschliessend mit der Server-Datenbank zu synchronisieren

Encontrol

Encontrol AG
Bremgartenstrasse 2
CH-5443 Niederrohrdorf

Tel. +41 56 485 90 44
E-Mail info@encontrol.ch
www.encontrol.ch