

## **Wissenschaftliche Hintergrund-Infos**

**zum Pressegespräch am 12. November 2012**

# **Neuer Hochleistungsrechner an der ZAMG**

## **Zusammenfassung**

### **Nutzen für Wettervorhersage**

Durch den neuen Rechner (82 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde) kann erstmals das extrem hoch aufgelöste Vorhersagemodell AROME (Auflösung 2.5 km) mehrmals täglich für den gesamten Alpenraum gerechnet und für Prognose und Warnungen genutzt werden.

Außerdem können sehr effektiv neue Erkenntnisse zur komplexen Meteorologie im Alpenraum erforscht und gleich ins Vorhersagemodell integriert werden.

Übrigens wird dieses Vorhersagemodell auch für die Olympischen Winterspiele in Sotchi adaptiert und genutzt.

Hintergrund: Globale Modelle (Auflösung 15km) sind in den Alpen ungenau. ZAMG hat mit 16 internationalen Wetterdiensten das regionale Vorhersagemodell ALARO entwickelt (4.8km) und jetzt auf AROME (2.5km) verfeinert.

### **Nutzen für Klimaforschung**

Erstens wird hier wird der neue Rechner für regionale Simulationen des Klimas im Alpenraum genutzt. Die Frage „wie geht es in den Alpen in den nächsten Jahrzehnten weiter“ stieß bisher schnell an die Grenzen, weil Rechnerkapazität und Modellphysik für die extrem gebirgigen Regionen nicht optimal waren.

Zweitens werden hier in Zukunft Stadtklima-Simulationen gerechnet, zb zum Themen-Bereich „wie reagiert das Klima in den Städten auf Änderungen in der Bebauung, Bepflanzung etc.“. Dadurch werden zb konkrete Strategien zur Anpassung an Hitzewellen entwickelt.

### **Nutzen für Umweltmeteorologie**

Am neuen Rechner laufen alle Spezial-Modelle für den Krisenfall. Das geht vom Tankwagenunfall bis zum Atomunfall in einem europäischen Kernkraftwerk.

Außerdem werden die Prognosemodelle für die Luftgüte (Feinstaub, Ozon, etc.) weiterentwickelt und täglich mehrfach gerechnet.

## DETAILS

### Anwendungen am neuen Großrechner: Wettervorhersage

## Neue Dimension für Vorhersage und Warnungen im Alpenraum

Wettermodelle sind das wichtigste Werkzeug für die tägliche Vorhersage. Die globalen Modelle mit räumlichen Auflösungen von etwa 15 Kilometer stoßen aber im Alpenraum schnell an ihre Grenzen. Hier werden daher hochaufgelöste, regionale Vorhersagemodelle eingesetzt. Diese werden ständig weiterentwickelt und mit immer mehr Beobachtungsdaten, immer genaueren geografischen Informationen und immer komplexeren physikalischen und chemischen Prozessen ausgestattet. So werden die meteorologischen Besonderheiten der durch Berge und Täler stark gegliederten Regionen möglichst genau erfasst

Die ZAMG hat für den Alpenraum gemeinsam mit 16 internationalen Wetterdiensten das regionale Vorhersagemodell ALARO entwickelt, mit einer Auflösung von 4.8 Kilometer. In der nächsten Modellgeneration AROME wurde die Auflösung auf 2.5 Kilometer verfeinert.

Von den Verbesserungen profitieren alle Nutzer meteorologischer Vorhersagen, Warnungen und anderer Anwendungen, z.B. Landeswarnzentralen, Lawinenwarndienste, Energieversorger, Winterdienste, etc.

### Details zu den Vorhersagemodellen der ZAMG am neuen Großrechner

Die Berechnungen der Wettermodelle laufen auf der neuen Maschine ca. 15 bis 20 Mal schneller als auf dem alten System. Damit ergeben sich auch mehr Möglichkeiten, z.B. Verwendung höhere Auflösungen und größerer Vorhersage-Regionen, mehr Input-Daten, etc.

#### Situation am alten Rechner:

ALARO5-AUSTRIA (4.8km Auflösung):

- 4x pro Tag eine Vorhersage für drei Tage, Rechenzeit ca. 2 Stunden pro Modelllauf
- zusätzlich 1 Research-Lauf (Forschung und neue Entwicklungen) möglich

AROME-AUSTRIA (2.5km Auflösung):

- 1 Research-Lauf pro Tag (Forschung und neue Entwicklungen), Rechenzeit ca. 60 Minuten
- kein operationeller Betrieb möglich, keine weiteren Researchläufe möglich

#### Situation am neuen Rechner:

ALARO5-AUSTRIA (4.8km Auflösung):

- 4x pro Tag eine Vorhersage für drei Tage, Rechenzeit weniger als 10 Minuten
- dazu viele Research-Läufe pro Tag möglich (d.h. neue Entwicklungen können wesentlich schneller in den Routinebetrieb übernommen werden)

AROME-AUSTRIA (2.5km Auflösung):

- 8x pro Tag eine Vorhersage für zwei Tage, Rechenzeit weniger als 5 Minuten (d.h. operationeller Betrieb von AROME nur durch neuen Rechner möglich)

- dazu mehrere Research-Läufe pro Tag möglich

Mit AROME erreicht die ZAMG Bereiche der sogenannte "konvektionsauflösende Modellierung". Das bedeutet, dass selbst sehr regionale Extremereignisse wie Gewitter aufgelöst werden können (Konvektion=Aufsteigen warmer Luft).

#### Die nächsten Entwicklungsschritte im Bereich Modellentwicklung

- Erhöhung der vertikalen Auflösung von ALARO und AROME: Ausbau von jetzt 60 Levels auf zunächst 90 und später mehr als 100 Levels. Das hilft unter anderem in der Prognose von meteorologischen „Sorgenkindern“ wie Hochnebel und Gewitter.
- Noch mehr Anfangsdaten: Verwertung der hochaufgelösten Beobachtungsdaten (Satellit, Wetterstationen, Radiosondenaufstiege, etc. ) mit deutlich erhöhter Frequenz möglich (mindestens alle 3 Stunden in AROME)
- Größere Regionen: Vergrößerung der Modellgebiete (speziell für AROME)

#### Weiterer Nutzen: Forschung im internationalen Spitzenfeld

- Weiterentwicklung der Modellphysik für Auflösungsbereiche von 1 Kilometer und darunter
- Entwicklung von Ensemblevorhersagesystemen für Auflösungen um 2.5 Kilometer. Damit sind zum Beispiel Aussagen über Verlässlichkeit der Prognose in der aktuellen Wetterentwicklung möglich.
- Anfangsdaten: Integration von zusätzlichen, bisher nicht verwendeten Beobachtungsdaten (Radar, GPS, Einbau zusätzlicher Satellitendaten, etc.)
- Vermehrte Teilnahme an internationalen Projekten. So wurde die die ZAMG eingeladen, ihre Vorhersagesysteme bei den Olympische Winterspiele 2014 in Sotchi einzusetzen.  
Die ZAMG war bereits bei ähnlichen Projekten bei den Olympischen Spielen in Peking 2008 und Vancouver 2010 im Einsatz. Auch die Schi-WM 2013 in Schladming wird von der ZAMG meteorologisch betreut.

### **Rückfragen an ZAMG Modellentwicklung**

Yong Wang ([yong.wang@zamg.ac.at](mailto:yong.wang@zamg.ac.at))

01 36026 2323

Christoph Wittmann ([christoph.wittmann@zamg.ac.at](mailto:christoph.wittmann@zamg.ac.at)):

01 36026 2332

## Anwendungen am neuen Großrechner: Umweltmeteorologie

# Umweltmeteorologie: Von Luftgüte bis Krisenmanagement

### Vorhersagen als Basis für Krisenmanagement

An der ZAMG werden für den Krisenfall Ausbreitungsmodelle von Schadstoffen entwickelt und operationell betrieben. Die Anwendungen gehen in diesem Bereich von Tankwagenunfällen über Großbrände bis zu Unfällen in einem Atomkraftwerk oder der Simulation einer Aschewolke nach einem Vulkanausbruch.

#### Beispiel Nuklearer Störfall

Bei regelmäßigen Übungen berechnet man an der ZAMG, wie auch im Realfall vorgesehen, die Verlagerung der radioaktiven Wolke in Abhängigkeit von der Entwicklung des Wetters. Beispielsweise führen Regen oder Schneefall in den betroffenen Regionen zu einer deutlich höheren radiologischen Belastung.

Diese Informationen gehen an das staatliche Krisenmanagement. Sie bilden neben den Messungen des Strahlenfrühwarnnetzes die wesentlichen Grundlagen für die Lagebewertungen und die Maßnahmenplanung gemäß Strahlenalarmplan. Durch diese Mess- und Prognosesysteme wird wertvolle Zeit für die Vorbereitung und Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung gewonnen.

Innenministerium und Lebensministerium haben den gesetzlichen Auftrag, in angemessenen Zeitabständen Notfallübungen im Strahlenschutz abzuhalten. Die letzte bundesweite Strahlenschutzübung (INTREX 12, integrated radiation exercise) wurde von 22. bis 29. Oktober durchgeführt. Dabei stand besonders das Zusammenwirken der zuständigen Stellen auf Bundes- und Landesebene im Vordergrund.

### Vorhersage über die Entwicklung der Luftgüte

Weiters werden im Bereich Umweltmeteorologie an der ZAMG täglich Vorhersagen der Luftgüte gerechnet, zum Beispiel für Ozon und Feinstaub. Dabei koppelt man klassische meteorologische Modelle mit chemischen Ausbreitungsmodellen.

Diese Modellvorhersagen dienen einerseits der Information der Bevölkerung. Andererseits bilden die Ozonvorhersagen eine Entscheidungsgrundlage für die Ämter der Bundesländer, welche mit der Herausgabe von Ozonwarnungen betraut sind.

Werden hohe Konzentrationen an Luftschadstoffen an Luftgütemessstellen gemessen, unterstützen die Modellrechnungen der ZAMG die Bundesländer bei der Verursacheranalyse im Rahmen sogenannter Statuserhebungen.

## Rückfragen an ZAMG Umweltmeteorologie

Kathrin Baumann-Stanzer ([kathrin.baumann-stanzer@zamg.ac.at](mailto:kathrin.baumann-stanzer@zamg.ac.at)): 01 36026 2405

Marcus Hirtl ([marcus.hirtl@zamg.ac.at](mailto:marcus.hirtl@zamg.ac.at)) 01 36026 2406

## **Anwendungen am neuen Großrechner: Klimaforschung**

### **Regionale Klimasimulationen für den Alpenraum und für Städte**

Aussagen über die Klima-Zukunft können nur anhand von Modellrechnungen getroffen werden, die auf verschiedenen Ausgangsszenarien beruhen (gesteuert durch Bevölkerungswachstum, Konsumverhalten, Wirtschaft und Politik).

Daher beteiligt sich die ZAMG an nationalen und internationalen Forschungsprojekten zur regionalen Klimamodellierung für Europa und speziell für den Alpenraum. Das geschah ab dem Jahr 2004 mittels empirisch/statistischer Methoden, ab Mitte 2008 mittels des dynamischen regionalen Klimamodells COSMO-CLM.

#### **Stadtklimamodelle mit 100 Meter Auflösung**

Simulationsergebnisse in einer räumlichen Auflösung von 30 bis zu 4 Kilometer werden vielfältig eingesetzt. Doch die Entwicklung von Klimaanpassungsmaßnahmen besonders im städtischen Bereich erfordert oft noch regionalere klimatologische Informationen. Die ZAMG betreibt seit 2010 erfolgreich das Stadtklimamodell MUKLIMO3 mit einer Auflösung von 100 Meter, um die Auswirkungen möglicher Klimaänderungen (exzessive Hitze, nächtliche Abkühlung) aber auch von möglichen Anpassungsstrategien in Städten (Stadtplanung, nachhaltige Stadtentwicklung) kleinräumig zu berechnen.

#### **Problembezogene Simulationen: Vom Borkenkäfer bis zur Gletscherschmelze**

Die ZAMG ist damit maßgeblich an der Klimamodellierung für Österreich beteiligt. So laufen Forschungsprojekte im Bereich von sogenannten ensemble-Simulationen (die Ergebnisse mehrerer Modelle werden genutzt) zu möglichen zukünftigen Änderungen für Europa und den Alpenraum. Desweiteren werden problembezogene Modellsimulationen durchgeführt, zum Beispiel für Untersuchungen der Änderungen in der Phänologie (Pflanzen und Tiere in Abhängigkeit vom Klima), Schäden an Waldbeständen durch Windwurf und Borkenkäfer, Entwicklung von Maßnahmen zum Erhalt von Feuchtgebiete aber auch für die Gletschermodellierung. Speziell in Stadtgebieten werden in Kooperation mit dem Deutschen Wetterdienst DWD und den städtischen Magistraten in Österreich detaillierte Klimakarten zur Hitzebelastung und Zukunftsszenarien für österreichische Städte erstellt und so Klimaanpassungsmaßnahmen im städtischen Bereich unterstützt.

#### **Perspektiven und Nutzen des Hochleistungsrechners**

Langfristig wird sich die Klimamodellierung an der ZAMG auf die Komplexität im Alpenraum und den Einfluss durch das Mittelmeer konzentrieren. Modellverbesserungen, wie sie für den komplexen Alpenraum notwendig sind, waren auf dem vorherigen Großrechner aufgrund der Leistung und Auslastung nicht möglich. Für städtische Gebiete wird die ZAMG mögliche Klimaanpassungen testen und Simulationen zur Entwicklung von Wärmeinseln durchführen. Weiterentwicklungen des Stadtklimamodells könnten hochaufgelöste Simulationen in nahezu Real-Zeit ermöglichen und die Vorhersagbarkeit der Hitzegefahr verbessern.

Der neu installierte Großrechner ist ein wichtiger Schritt für die Klimamodellierung und deren Verbesserung und damit auch ein wichtiger Schritt zu aktuellen Klimasimulationen für Österreich. Besonders auf Grund der Tatsache, man nun auch mehrere Simulationen gleichzeitig rechnen kann, hat man nun die Möglichkeit, schnell auf die Bedürfnisse von Impaktforschern und Entscheidungsträgern zu reagieren und Ihnen sehr viel zeitnahe aktualisierte Klimaergebnisse zu liefern.

## **Zahlreiche nationale und internationale Kooperationen**

Kooperationen laufen mit Stadt Wien, AIT, WegCenter, Uni Wien, ETH Zürich, BOKU, AGES, Deutscher Wetterdienst, KIT, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Joanneum Research, BTU Cottbus, CCLM-Community, Internationale Regionale Klimamodellier-Community, Internationale Stadtklimamodellier-Community

## **Rückfragen an ZAMG Klimaforschung**

Ivonne Anders (Regionalmodell) ( <a href="mailto:ivonne.anders@zamg.ac.at">ivonne.anders@zamg.ac.at</a> )	01 36026 2218
Maja Zuvela-Aloise (Stadtklimamodell) ( <a href="mailto:maja.zuvela-aloise@zamg.ac.at">maja.zuvela-aloise@zamg.ac.at</a> )	01 36026 2236
Ingeborg Auer ( <a href="mailto:ingeborg.auer@zamg.ac.at">ingeborg.auer@zamg.ac.at</a> )	01 36026 2202

## Technische Daten des neue Großrechners

### 82 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde

Das neue Hochleistungsrechnersystem der ZAMG besteht aus einem SGI ICE X Bladecenter des Herstellers Silicon Graphics International Corp. Das Clustersystem beinhaltet 252 Rechenknoten SGI ICE X Dakota mit Intel Xeon Sandy Bridge Prozessoren mit insgesamt 4032 Rechenkernen sowie 2 Zugangsknoten. Als schneller Massenspeicher ist ein Clusterfilesystem von Panasas angeschlossen. Die Rechenknoten werden im Batchbetrieb benutzt, der interaktive Zugang sowie die Verwaltung der Rechenqueues erfolgt über die Zugangsknoten. Das System ist mit einer Bandbreite von 4 x 10Gbps in das Computernetzwerk der ZAMG eingebunden.

Die maximale Rechenkapazität beträgt 82 Billionen (82000 Milliarden) Rechenoperationen pro Sekunde.

### SGI ICE X Bladecenter

Cluster aus 252 Rechenknoten (4032 Cores) und 2 Zugangsknoten (32 Cores),  
FDR Infiniband 8.125 Gbps, Enhanced Hypercube-Topologie

Rechenknoten (Batchbetrieb): 2x Intel Xeon Sandy Bridge E5-2670

je 8 Prozessor-Cores, 2.6 GHz, 3.0 GHz Turbomode, Power-Stepping, AVX  
32 GB Memory

Zugangsknoten (Interaktiver-Betrieb): 2x Intel Xeon Sandy Bridge E5-2670 mit

je 8 Prozessor-Cores, 2.6 GHz, 3.0 GHz Turbomode, Power-Stepping, AVX  
64 GB Memory

Memorykapazität gesamt: 192 GB (252 x 32 + 2 x 64)

Cluster File System: Panasas ActiveStor HA Cluster

3 Shelves, 120 TB netto

5 x wassergekühlte Racks

Betriebssystem: Linux Novell/SUSE, SLES11 SP1

Batchsystem, Ressource- und Lastverteilung, Accounting: MOAB HPC Suite

Compiler: FORTRAN Intel Composer 2011 (FORTRAN 2003, Open MP)

C/C++ Intel Composer (C99, Open MP)

Performance Libraries Intel MKL

Parallel Processing: Intel MPI

SGI MPI

Entwicklungsumgebung: Intel Trace Analyser und Collector

PerfSuite, Perf Utility, Intel Loop Profiler

GDB, Intel Debugger IDB

Backup Software: Veritas NetBackup Client

### Rückfragen an ZAMG IT

Georg Kaindl ([georg.kaindl@zamg.ac.at](mailto:georg.kaindl@zamg.ac.at))

01 36026 2601

Matthias Langer ([matthias.langer@zamg.ac.at](mailto:matthias.langer@zamg.ac.at))

01 36026 2621

## Über die ZAMG

Die ZAMG ist der nationale österreichische meteorologische und geophysikalische Dienst und eine nachgeordnete Dienststelle des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung (BMWf).

Die ZAMG hat ihren Hauptsitz auf der Hohen Warte in Wien und Kundenservicestellen in Graz, Innsbruck, Klagenfurt und Salzburg. Der Tätigkeitsbereich der ca. 280 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern erstreckt sich von Wettervorhersagen und Wetterwarnungen, angewandter meteorologischer, klimatologischer und geophysikalischer Forschung und Erdbebendienst bis hin zu umweltmeteorologischer Gutachtertätigkeit.

Die 1851 gegründete ZAMG betreibt ein meteorologisches und ein seismisches Messnetz mit insgesamt etwa 280 Stationen sowie das Cobenzl Observatorium, das Conrad Observatorium und das Sonnblick Observatorium.

Die Expertinnen und Experten der ZAMG vertreten Österreich in zahlreichen internationalen Organisationen und Vereinigungen wie z.B. WMO, ECMWF, GEO.

Die ZAMG ist die führende meteorologische Institution in Österreich und bietet ihre Leistungen unter anderem öffentlichen und privaten Fernseh- und Rundfunkanstalten, Tageszeitungen, Versicherungen, der Energiewirtschaft, Winterdienstfirmen, Bauunternehmen und Gemeinden an.

[www.zamg.at](http://www.zamg.at)

[www.facebook.com/zamg.at](https://www.facebook.com/zamg.at)