

# Das Program for Integrated Earth System Modelling (PRISM<sup>1</sup>) und das European Network for Earth System Modelling (ENES)

Guy P. Brasseur, Reinhard G. Budich  
und Gerbrand Komen  
(Übersetzung: Arne Spekat)

Das Original erschien in Vol. 8 Heft 4 (Dezember 2003) des CLIVAR Exchanges Newsletter. Nachdruck mit freundlicher Genehmigung des Herausgebers, Howard Cattle.

Die Entwicklung von Klimamodellen war ein wichtiger Meilenstein in Richtung der quantitativen Abschätzung von menschenverursachten Störungen im Erdsystem. In verschiedenen Forschungszentren in Europa, Nordamerika und Japan wurden komplexe Modelle entwickelt. Für verschiedenste Abschätzungen, unter anderem für diejenigen des Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC), wurden diese Modelle eingesetzt, ausgewertet und verglichen. Trotz großer Bemühungen der Wissenschaftler in den vergangenen Jahrzehnten werden viele Vorgänge in Klimamodellen weiterhin unzureichend dargestellt; es gibt nach wie vor große Unsicherheiten in den heutigen Modellen. Diese stehen häufig in Verbindung mit der Parametrisierung subskaliger Prozesse (z.B. Wolken und konvektive Vorgänge, Niederschlag, Wirbel im Ozean, usw.). Ensembles von Integrationen mehrerer Modelle sollten bei der Quantifizierung dieser Unsicherheiten helfen und Anhaltspunkte für die Wahrscheinlichkeit liefern, dass eine bestimmte Klimavorhersage in der Realität eintreten könnte. Verschiedene Gruppen entwickeln bereits die statistischen Methodologien, die zur Durchführung und Interpretation solcher Ensemble-Integrationen benötigt werden.

Computerprogramme, die verschiedene bei unterschiedlichen Institutionen entwickelte Modellkomponenten kombinieren, sind ein wichtiger Aspekt der in Europa entwickelten Strategie. Um ein solches Ziel zu erreichen, müssen die Modellkomponenten ohne großen Aufwand untereinander austauschbar sein. Dies wird erzielt, indem gemeinsam physikalische Schnittstellen entwickelt werden, welche nach gewissen, vorvereinbarten Spezifikationen aufgebaut sind. Das PRISM Projekt (Program for Integrated Earth System Modelling), von der Europäischen Kommission unterstützt, ist exakt dazu entwickelt worden, den Austausch von Modellkomponenten zu unterstützen sowie die komplexen Erdsystemmodelle in ausgewählten Konfigurationen auf verschiedenen Supercomputer-Plattformen zu integrieren. Die „Wissenschaft von der Modell-Kopplung“

<sup>1</sup>Gefördert von der Europäischen Kommission unter Kontrakt Nummer EVR1-CT-2001-40012

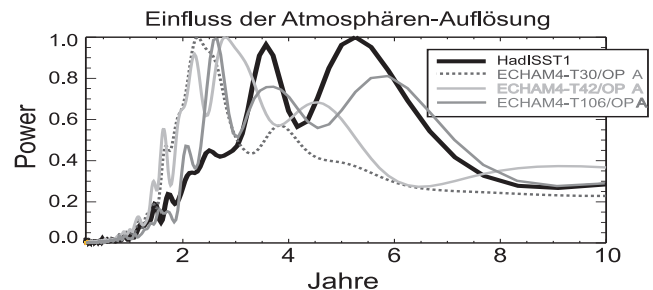


Abb. 1: Verschiedene Spektren des El Niño in Läufen gekoppelter Atmosphäre-Ozean Modelle. Nach Guilyardi et al., 2004.

bleibt ein Problem voller Herausforderungen, so wie es beispielsweise in Abb. 1 illustriert ist: Die Kopplung verschiedener hochaktueller Modelle der allgemeinen Atmosphärenzirkulation mit verschiedenen Ozeanmodellen führt zum Beispiel zu sehr verschiedenartigen Wiedergaben der El Niño-Ereignisse. Fragen der Kopplung von Modellkomponenten werden um so wichtiger, wenn nichtlineare biologische und chemische Prozesse vollständig in die komplexen Erdsystemmodelle implementiert werden (Abb. 2).

PRISM wurde auf Grund von Empfehlungen in einem Euroclivar-Bericht vom November 1998 eingerichtet. Dieser Report forderte eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Klimamodellierungszentren Europas und schlug vor, Partnerschaften zur Modellentwicklung zu gründen, um Modellvergleiche durchzuführen und Parametrisierung

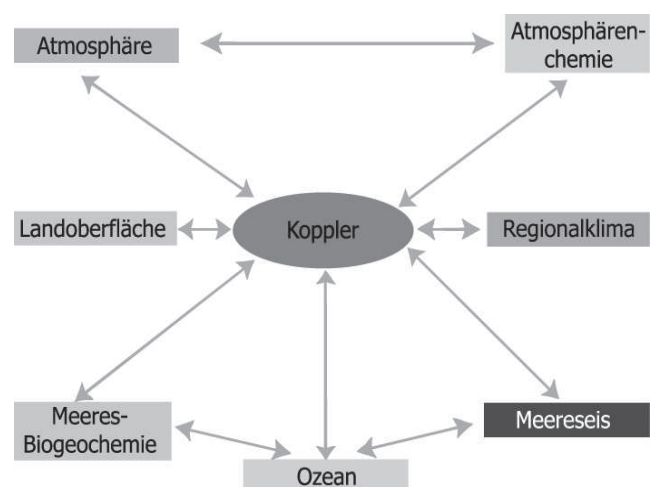


Abb. 2: Die PRISM-Konfiguration

gen zu verbessern. Es wurde angeregt, Software und Modellresultate auszutauschen; zudem wurde der Bedarf einer großen europäischen Klimarechnung-Einrichtung identifiziert, um die langen, hochauflösenden Integrationen mehrerer Modelle durchzuführen. Ziel von PRISM ist es daher, eine flexible Modellierungsumgebung zu entwickeln, die Modellkomponenten austauschbar macht und die Komponenten durch standardisierte Schnittstellen und einen universellen Koppler miteinander verbindet. Demzufolge werden die europäischen Forschergruppen eine einheitliche Software-Umgebung zur Entwicklung und Diagnose der Modelle sowie zur Visualisierung einsetzen. Wenn diese Infrastruktur fertig ist, wird sie allen Wissenschaftlern in den Erdsystemwissenschaften zur Verfügung gestellt. PRISM wird gemeinsam vom Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg und dem Königlich Niederländischen Meteorologischen Institut (KNMI) in de Bilt koordiniert.

es, den Fortschritt auf dem Wege zu einem verbesserten Verständnis der Vorgänge, die das Erdsystem steuern, sowie zu verbesserten Vorhersagemöglichkeiten zu beschleunigen. Das ENSEMBLES-Projekt, das unlängst von der Europäischen Kommission angenommen wurde, befasst sich, ENES unterstützend, mit wichtigen wissenschaftlichen Themen. ENSEMBLES, in dem 72 Partner zusammenarbeiten, wird vom Hadley Center in England koordiniert.

Ein Thema, dessen sich ENES annimmt, ist der Mangel an ausreichender Computerkapazität in Europa, um das hohe Niveau der Klimamodellierungs-Aktivitäten aufrecht zu erhalten und Wissenschaft von globalem Rang beizusteuern. Japan und die USA haben strategische Ansätze zu Fragen der Hardware-Infrastruktur entwickelt. Europa muss gleichfalls seine Strategie etablieren, trotz der vielschichtigen institutionellen Lage und dem Fehlen eines diesbezüglichen Industrieprojekts in

Europa. Neue Klima-Abschätzungen werden komplexere und höher auflösende Modelle benötigen. Die Modell-Integrationen werden sich über längere Zeiträume erstrecken, und Ensemble-Läufe mehrerer Modelle einbeziehen. Im Verlauf der letzten Jahrzehnte hat Europa in seinen Forschungszentren und Universitäten eine hohe intellektuelle Leistungsfähigkeit herausgebildet und die Entscheidungsträger mit wichtigen wissenschaftlichen Informationen versorgt. Europa wird nur dann effizient zu den zukünftigen Abschätzungen und Entscheidungen mit Bezug zur Klimapolitik beitragen, wenn die umfangreichen Forschungsaktivitäten mit der zugehörigen Supercomputer-Infrastruktur aufrecht erhalten werden.

Abb. 3 veranschaulicht den Prozess, der zu vermehrt integrativen Erdsystemmodellen führt. Außerdem wird das damit verbundene Niveau der Rechenkapazität gezeigt, welches für Entwicklung und Einsatz dieser Modelle in der Zukunft notwendig ist.

#### Literaturhinweis:

Guilyardi, E., S. Gualdi, J.M. Slingo, A. Navarra, P. Delecluse, J. Cole, G. Madec, M. Roberts, M. Latif, L. Terray, 2003: Representing El Niño in coupled ocean-atmosphere GCMs: the dominant role of the atmosphere. – J. Climate, in press.

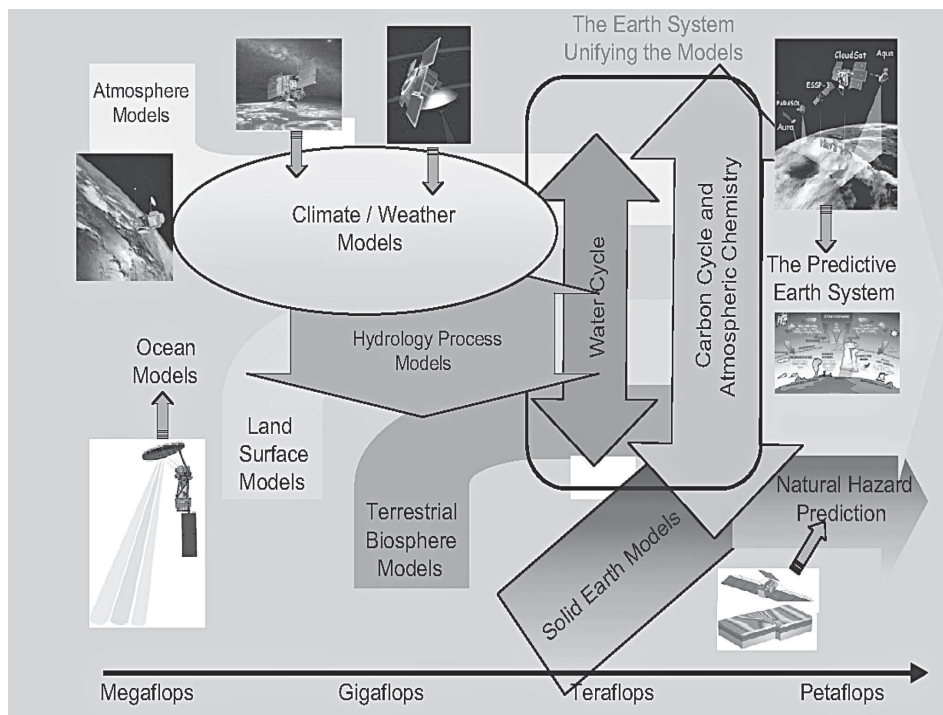


Abb. 3: Das European Network Earth System Modelling (ENES)

Es wurde schnell klar, dass die verschiedenen europäischen Zentren neben der Entwicklung einer gemeinsamen Software-Infrastruktur ihre wissenschaftliche Zusammenarbeit verstärken und eine gemeinsame Vision für zukünftige Forschung teilen müssen. Zweck des European Network for Earth System Modelling (ENES – [www.enes.org](http://www.enes.org)) ist es, den Austausch von Ideen sowie neue Initiativen auf dem Gebiet der Wissenschaft und der Unterstützung zu fördern. ENES umfasst über 50 Partner, welche die akademische Welt, nationale Forschungszentren, Wetterdienste, Rechenzentren und industrielle Partner umfassen. Das übergeordnete Ziel von ENES ist