

Das Modulare System für Schelfmeere und Küsten (MOSSCO) - Konzepte und Infrastruktur zum Zusammenwirken verschiedener Modelle für die Küstenforschung

Carsten Lemmen, Richard Hofmeister und Kai W. Wirtz
Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Max-Planck-Str. 1, 21502 Geesthacht

Im Rahmen der Küstenmeerforschung für Nord- und Ostsee (KüNO, Teil der Forschungsagenda für Nachhaltige Entwicklung FONA) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wird das Projekt MOSSCO – Modulares System für Schelfmeere und Küsten gefördert (www.mossco.de). In MOSSCO wird ein modulares Daten- und Modellsystem aufgebaut, um der nationalen und internationalen Küstenforschung eine gemeinsame Infrastruktur anzubieten.

Modellsysteme und Datenbanken der Schelfmeer- und Küstenforschung liegen bisher an den deutschen Universitäten, Behörden und Forschungseinrichtungen, und an denen unserer wichtigsten Nachbar- und Partnerländer, in sehr heterogener Form vor. Fehlende Standards und Schnittstellen erschweren die institutsübergreifende Zusammenarbeit und das Teilen von Expertise. Bei den numerischen Modellen haben sich zudem historisch gewachsene, monolithische oder gar proprietäre Systeme etabliert, die sich nur unter großem Aufwand gemeinsam weiterentwickeln lassen.

Das Projekt MOSSCO erstellt einen neuen Rahmen als gemeinsame Infrastruktur, um einen standardisierten Austausch zwischen Modellsystemen (und Datenbanken) in der Küstenforschung zu ermöglichen. Dieser Rahmen wird vorrangig von den beteiligten Projektpartnern – der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), dem Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW), und dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) entwickelt, getestet und in der Forschung über die Nord- und Ostsee eingesetzt. Daten aus Schwesterprojekten im KüNO-Verbund fließen in das Modellsystem ein, und Ergebnisse der Simulationen werden diesen bereitgestellt. Von Anfang an werden aber auch andere Akteure der deutschen und europäischen Küstenmeerforschung eingebunden: das modulare System wird so konzipiert, dass eine möglichst gute Zusammenarbeit mit existierende Modellsystemen anderer Einrichtungen gewährleistet ist. Unter diesen Partnern sind u.a. das Zentrum für Marine und Atmosphärenwissenschaften (ZMAW), das Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM), die dänischen und schwedischen Wetterdienste (DMI, SMHI), und die Stiftung Deltares. Als *Community*-Projekt steht das entwickelte modulare System und die Entwicklung selbst vollständig *allen* Instituten und der Öffentlichkeit zur Verfügung.

Modular meint einen Modellansatz, in dem einzelne oder eine Gruppe von biologischen, geochemischen oder physikalischen Prozessen so beschrieben werden, dass diese Prozessmodelle als eigenständiges Module über standardisierte Austauschmethoden mit anderen Prozessbeschreibungen zusammenwirken können. Im Idealfall ist die eine Prozessbeschreibung dann durch eine andere austauschbar. Der Gegensatz zu modular – monolithisch – beschreibt ein System, bei dem Prozesse nur im Systemkontext beschrieben sind und somit nicht eigenständig aufgerufen werden können. Gerade aus den hydrodynamischen Modellen haben sich oft monolithische Strukturen entwickelt, in die biogeochemische Prozesse fest hineinverdrahtet wurden – als „Wurmfortsatz“ des physikalischen Modells.

In MOSSCO wollen wir im Gegensatz dazu bestehendes Modellwissen unterschiedlicher Institute flexibel, d.h. austauschbar durch neue Module, koppeln. Diese Integration erlaubt auch eine neue Qualität in der Beschreibung sedimentologischer, biogeochemischer und ökologischer Prozesse und deren ökonomischer Bewertung. Diese Prozeßbereiche bilden dann keinen Anhang, sondern die wesentliche wissenschaftliche Komponente von (modularen) Modellsystemen. Kernfragen, die wir mit MOSSCO beantworten wollen, sind

1. Was sind die wichtigsten Rückkopplungsprozesse im Flachwasser?
2. Was bestimmt küstennahe Stickstoff- und Phosphatgradienten und deren raumzeitliche

Variabilität?

3. Was ist der ökonomische Wert der Nährstoffretention als Ökosystemdienstleistung?

Solche Fragestellungen können mit bisherigen vorhanden Modellen nicht oder nur partiell beantwortet werden.

Die modulare Kopplung geschieht in MOSSCO technisch durch Nutzung des Earth System Modeling Frameworks (ESMF), welches einen Rahmen und Kommunikationsinfrastruktur zur Kopplung von Modulen (in ESMF „Komponenten“ genannt) bereitstellt und die Parallelisierung auf Höchstleistungsrechnern abstrahiert. MOSSCO selbst bildet eine Zwischenschicht, die bestehende Prozessbeschreibungen und Modelle als ESMF-Komponente bereitstellt, und Beispiele zur Anwendung und Kopplung dieser Komponenten bietet.

In MOSSCO werden vorhandene Module mit einem ESMF-Mantel umgeben, um diese dann einem modularen System zugänglich zu machen. Beispielsweise haben wir bereits einen solchen Mantel für das Framework for Aquatic Biogeochemical Models (FABM) entwickelt, sodass zahlreiche in FABM standardisierte Modelle (u.a. FASHAM, ERGOM, nichtkohäsive Schwebstoffe, MAECS, PML-DIC) nun für eine Kopplung bereitstehen. Als weiteres Beispiel wurde an der BAW ein Modellteil zur Sedimentation und Erosion aus dem Deltares System modularisiert. Nun können Sedimentation und Erosion als Prozesse für beliebige Kopplungen in MOSSCO oder einem anderen modularen System, welches ESMF als Rahmen nutzt, bereitgestellt werden.

Damit der Austausch zwischen verschiedenen Modulen technisch klappt, müssen sich die Module auf eine gemeinsame Austauschsprache festlegen: mechanisch ist das ESMF, semantisch geschieht das über die CF (Climate and Forecast) Konvention, wo jedes ausgetauschte Feld über einen Standardnamen verfügt, der wesentliche Metainformationen bereitstellt: welche Größe wird ausgetauscht, in welcher Einheit, welchem Medium, und welcher chemischen Zusammensetzung? Eine große Herausforderung für die modulare Kopplung von Prozessen ist daher auch, die Semantik der in den verschiedenen Modellen enthaltenen Größen zu prüfen und die notwendigen Metainformationen bereitzustellen. Eine typische Größe wie gelöster inorganischer Stickstoff (DIN) kann in verschiedenen Masseinheiten, volumen- oder massebezogen vorliegen; es muss auch geklärt werden, wie die Ausgangsgröße DIN von einem anderen Prozess, der Konstituenten von DIN erwartet (wie Nitrat, Nitrit und Ammonium), als Eingangsgröße verarbeitet werden kann.

Nicht nur Modelle, sondern auch Daten sollen als passive Komponenten allen anderen Prozessen zur Verfügung stehen. Hierzu werden bei HZG Schnittstellen zu CoastDat, einer 60-Jahres-Reanalyse des physikalischen Zustands der Nordsee, und zum Küstenbeobachtungssystem COSYNA über das Meeresnetzwerk für integrierten Datenzugriff (MANIDA) und der Marinen Dateninfrastruktur Deutschland (MDI-DE) entwickelt.

MOSSCO versteht sich als Angebot und Schnittstelle, nicht als Überbau, der vorhandene und gut funktionierende Systeme ersetzen will. Wir demonstrieren jedoch konzeptuell und technisch, wie bei einer Überarbeitung von vorhandenen Prozessmodellen oder deren Neuentwicklung eine Bereitstellung als Modul möglich ist. Damit ist die Grundlage für eine spätere Kopplung gelegt, unabhängig davon, ob diese in ESMF oder einem anderen Rahmen geschieht. Das ist auch eine der Hauptschlussfolgerungen aus dem internationalen Workshop Mitte September 2013, zu dem auch Experten aus der Atmosphären- und Ozeanforschung aus ihren Erfahrungen mit gekoppelten Systemen berichteten (www.mossco.de/workshop).

MOSSCO steht am Anfang, Ende Oktober nach sechs Monaten Projektlaufzeit. Mit einer Minimalforderung nach Standardisierung, einem kleinen und effektiven Kernteam von Entwicklern (4 Postdocs), und einer offenen Entwicklung (www.mossco.de/code) und ausführlichen Dokumentation (www.mossco.de/doc) haben wir erfolgreich begonnen. Jetzt laden wir andere ein, Prozessmodelle und Daten so zu beschreiben, dass sie prinzipiell modular koppelbar sind.