

Das Watt im Modell

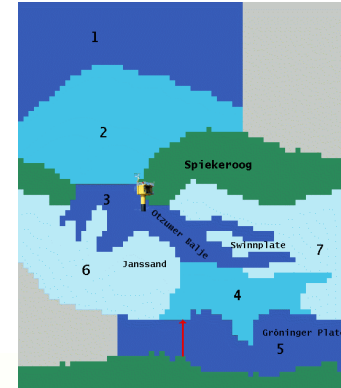
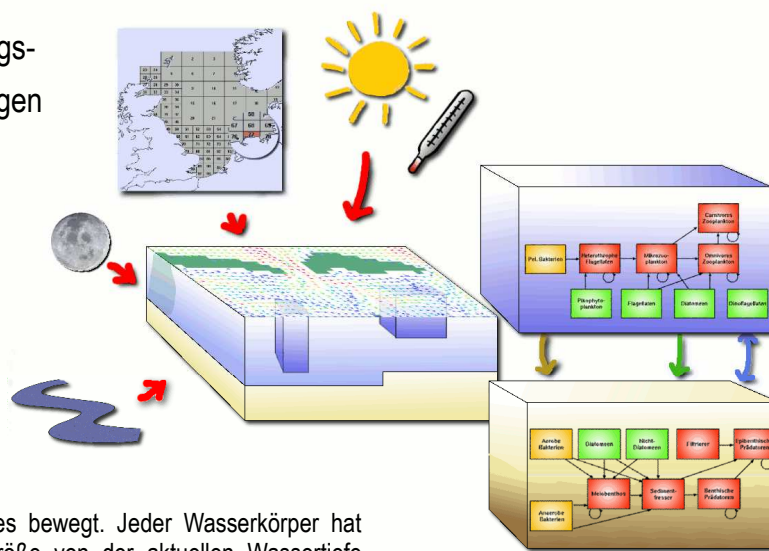
Mathematische Modellierung der biogeochemischen Kreisläufe

Das Modell EcoTiM (Ecological Tidal Model)

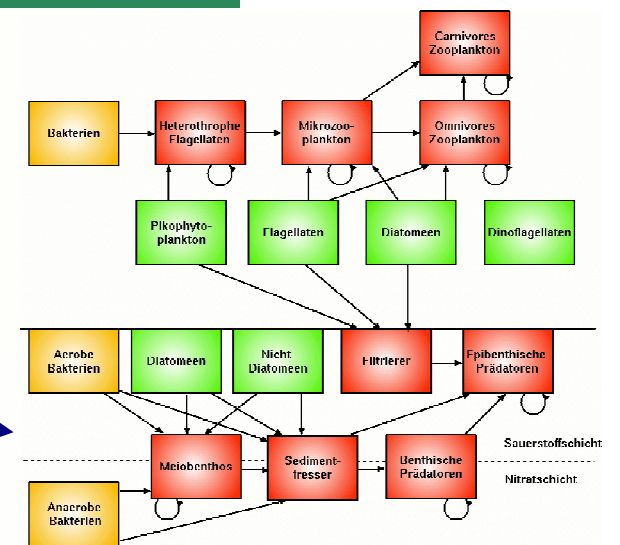
- beschreibt die Stoffflüsse von Kohlenstoff, Phosphat, Stickstoff, Silikat, Sauerstoff und Mikronährstoffen im Rückseitenwatt von Spiekeroog
- ist ein gekoppeltes Differentialgleichungsmodell mit mehreren hundert Gleichungen
- simuliert 200 Wasserkörper und 6 verschiedene Sedimentzonen
- berücksichtigt das Trockenfallen der Wattgebiete bei Niedrigwasser

Wozu mathematische Modelle?

Modelle können helfen, die wesentlichen Prozesse im Ökosystem Wattenmeer zu identifizieren. Sie helfen, Zusammenhänge zu verstehen und schließlich Vorhersagen zu machen. Modelle können Daten liefern, wo Messungen zu teuer oder unmöglich sind.



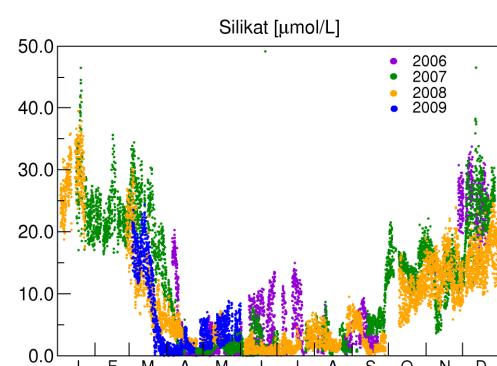
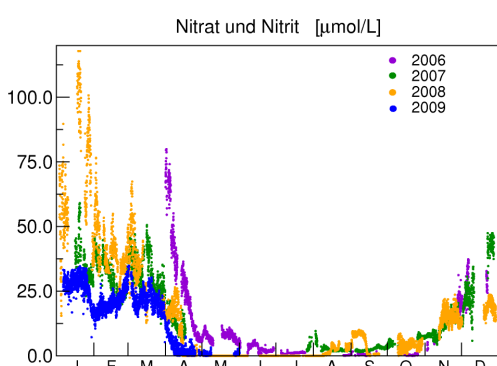
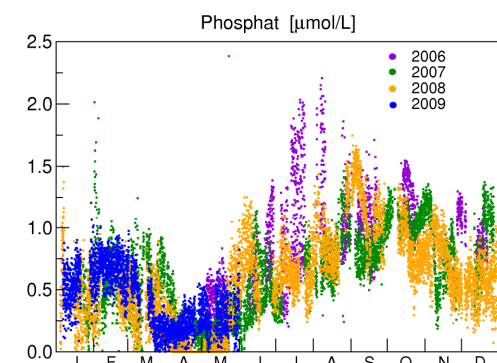
Das Modellgebiet wird in 7 Boxen (blau) eingeteilt. Box 1 beschreibt die Bedingungen an der Grenze zur Nordsee, die Boxen 3-7 beschreiben das Rückseitenwatt. Das Festland und die Inseln sind grün dargestellt, nicht modellierte Gebiete grau. Position des Messpfahls (gelb), Eintrag durch das Siel in Neuhringensiel (rot).



Das Nahrungsnetz im Modell Die Anordnung von links nach rechts spiegelt die Größenverhältnisse der Organismen innerhalb der funktionellen Gruppen bzw. deren Positionen im Nahrungsnetz wieder. Die Pfeile zeigen Biomassenflüsse. Nahrungsflüsse innerhalb einer funktionellen Gruppe sind durch die halbkreisförmigen Pfeile angedeutet.

Das Modellkonzept

Wasserkörper werden entlang eines Strömungsfeldes bewegt. Jeder Wasserkörper hat eine Austauschfläche mit dem Sediment, deren Größe von der aktuellen Wassertiefe abhängt. Die biogeochemischen Prozesse werden in jedem Wasserkörper berechnet. An der Grenze zur Nordsee werden die Wasserkörper mit Nordseewasser gemischt. Die Bedingungen der Nordsee werden teils durch Messdaten und teils durch Simulationsergebnisse eines Nordseemodells bereitgestellt. Temperatur- und Lichtbedingungen im Watt werden am Messpfahl gemessen und gehen in die Modellberechnung ein.



Nährstoffmessungen am Messpfahl der Jahre 2006-2009 dienen der Kalibrierung des Modells.

Nährstoffe im Rückseitenwatt

Die Nährstoffkonzentrationen im Watt folgen einem Jahreszyklus, der von Jahr zu Jahr ein wenig schwankt. Der Beginn der Frühlingsblüte des Phytoplanktons kann sich um mehrere Wochen verschieben.

Nährstoffkreislauf

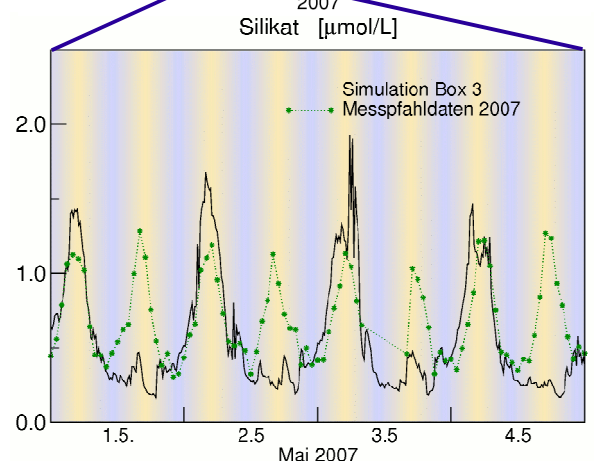
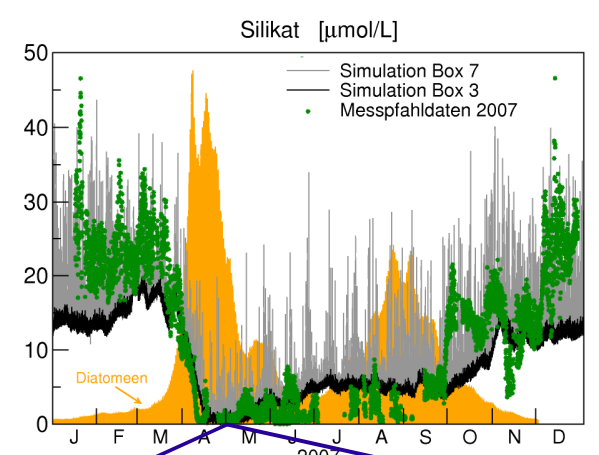
Organisches Material (z.B. tote Algen) sinkt zu Boden und wird dort von Bakterien remineralisiert. Die freigesetzten Nährstoffe gelangen wieder ins Wasser. Bei Niedrigwasser ist die Nährstoffkonzentration im Wasser höher als bei Hochwasser.

Simulation der Silikatkonzentration

Diatomeen (Kieselalgen) benötigen Silikat zum Aufbau ihrer Zellwände. Die Silikatkonzentration im Wasser nimmt daher während der Frühlingsblüte stark ab.

Was haben wir gelernt ?

Das Watt arbeitet wie ein Bioreaktor. Es exportiert anorganische Nährstoffe in die Nordsee. Die Modellergebnisse lassen vermuten, dass der Export von Silikat und Phosphat durch die Wattgebiete der Deutschen Bucht in die Nordsee in derselben Größenordnung liegt wie der Export durch Weser, Elbe und Ems.



Simulationsergebnisse

Oben: Simulierte Silikatkonzentration (schwarz, grau) im Vergleich zur gemessenen Silikatkonzentration (grün) für das Jahr 2007. Der Jahresgang der Diatomeen ist gelb dargestellt.

Unten: Die Silikatkonzentration schwankt im Verlauf der Tide. Hohe Konzentrationen treten bei Niedrigwasser (hellgelb), niedrige bei Hochwasser (hellblau) auf.