

Oberflächenflüsse in Klimamodellen

Robert Sausen^{1,2}, Silke Schubert² und Lydia Dümenil³

¹ DLR, Institut für Physik der Atmosphäre, W-8031 Oberpfaffenhofen

² Meteorol. Inst., Universität Hamburg, Bundesstr. 55, W-2000 Hamburg 13

³ MPI für Meteorologie, Bundesstraße 55, W-2000 Hamburg 13

1 Einleitung

Atmosphäre- und Ozean-Modelle werden in der Regel durch die Flüsse von Energie, Impuls und Masse (Frischwasser) gekoppelt. Der Frischwasserfluß beeinflusst die thermohaline Zirkulation des Ozeans. Über Ozeanflächen ergibt sich der Frischwasserfluß als Differenz von Niederschlag und Verdunstung. An den Kontinenträndern kommt der Eintrag der großen Flüsse hinzu. Dieser Anteil wurde bisher in gekoppelten Modellen entweder ganz vernachlässigt oder stark vereinfacht berücksichtigt. Das hier beschriebene Schema führt den lokalen Abfluß von den einzelnen Gitterpunkten den Kontinenträndern so zu, daß die Oberflächenflüsse realistisch beschrieben werden. Dieses Schema stellt somit ein wichtiges Bindeglied zwischen Atmosphäre- und Ozean-Modellen dar.

2 Das Transportschema

Das Oberflächenabfluß-Modell wurde durch ein lineares Advektionsschema realisiert. Der Wasserinhalt $W_{j,i}$ [m^3] ist an jedem Gitterpunkt gegeben durch

$$\frac{\partial W_{j,i}}{\partial t} = ADV_{j,i} + R_{j,i} - S_{j,i}. \quad (1)$$

Dabei sind j und i der zonale bzw. meridionale Index der Gitterbox. $ADV_{j,i}$ bezeichnet die Advektion von Wasser in die Box (j,i) , $R_{j,i}$ ist der lokale Abfluß der Box (j,i) (Residuum aus Niederschlag, Verdunstung und Speicherung im Erdboden), $S_{j,i}$ ist der Eintrag in den Ozean. Dabei ist

$$S_{j,i} = \begin{cases} 0 & \text{für Landpunkte,} \\ ADV_{j,i} & \text{für Ozeanpunkte,} \end{cases}$$

so daß $S_{j,i}$ nur für Ozeanpunkte unmittelbar an den Küsten ungleich null ist. Die Advektion

wird in einer "upstream"-Formulierung behandelt, wobei die Advektionsraten u und v abhängig sind von der Steigung der Orographie:

$$u_{j,i} = \frac{c}{\Delta x} \left[\frac{\tilde{h}_{j,i} - \tilde{h}_{j+1,i}}{\Delta x} \right]^\alpha, \quad (2)$$

$$v_{j,i} = \frac{c}{\Delta y} \left[\frac{\tilde{h}_{j,i+1} - \tilde{h}_{j,i}}{\Delta y} \right]^\alpha. \quad (3)$$

$\tilde{h}_{j,i}$ bezeichnet eine modifizierte Orographie, die für große Höhen der spektral angepaßten Orographie des Modells, für kleine Höhen der beobachteten Orographie entspricht. Δx und Δy sind die zonalen bzw. meridionalen Gitterpunkt-abstände. c und α sind empirisch bestimmte Konstanten.

3 Oberflächenflüsse in ECHAM-2

Unser Schema der Oberflächenflüsse wurde auf die lokalen Abflußraten des atmosphärischen Zirkulationsmodells ECHAM-2 (in T21 Auflösung) angewendet. Die Oberflächenflüsse wurden für eine 20 Jahre lange Kontrollsimulation mit klimatologisch vorgegebenem Jahresgang der Meeresoberflächentemperatur bestimmt.

Abb. 1 zeigt den klimatologischen Mittelwert des Abflusses in den Ozean ($S_{j,i}$ [m^3s^{-1}]) für die Monate März, Juni, September und Dezember. Deutlich treten die Mündungen der großen Flüsse wie z.B. Amazonas, Jangtsekiang oder Mackenzie hervor. Im Juni ist der Eintrag in das nördliche Polarmeer wegen der sibirischen Schneeschmelze besonders groß. Große Wassereinträge wegen des südost-asiatischen Sommermonsuns sind im September erkennbar.

Exemplarisch zeigt Abb. 2 für die Lena den mittleren simulierten Jahresgang des Abflusses im Vergleich zu Beobachtungen.

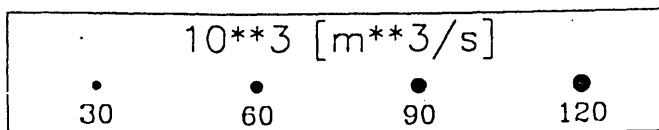
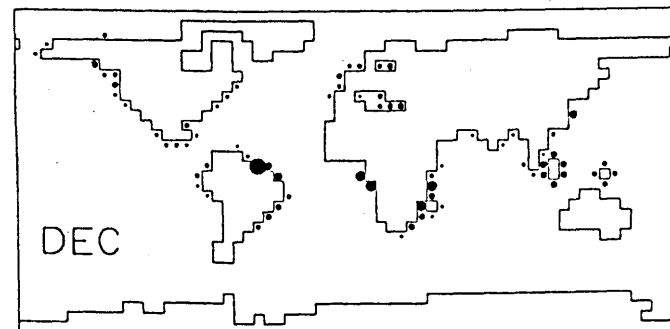
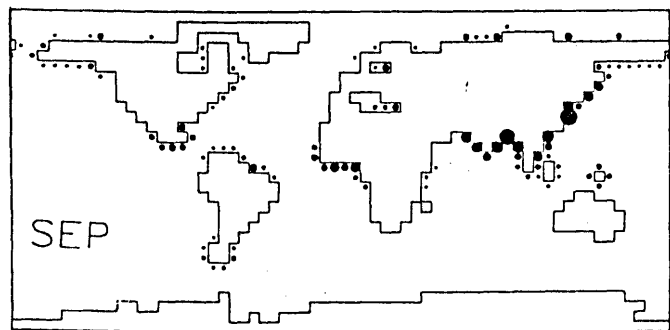
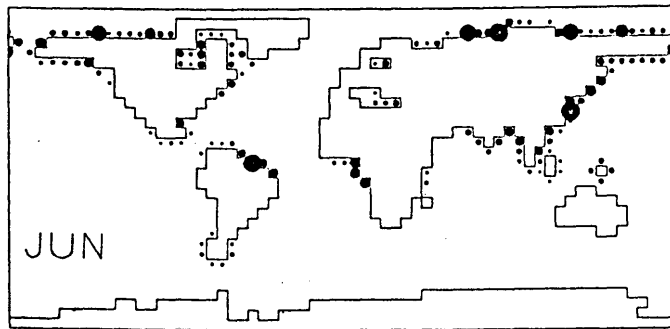
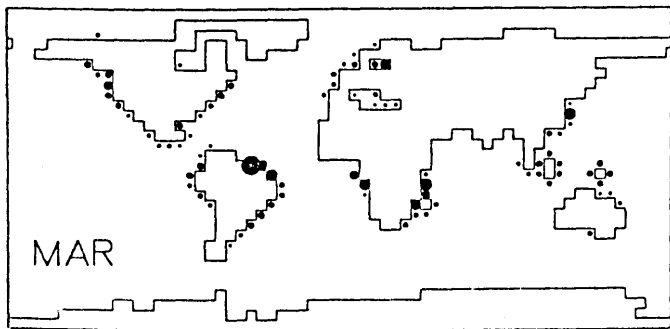


Abbildung 1: Simulierter klimatologischer Wassereintrag in den Ozean für März, Juni, September und Dezember. Die Fläche der Punkte ist proportional zum Wassereintrag.

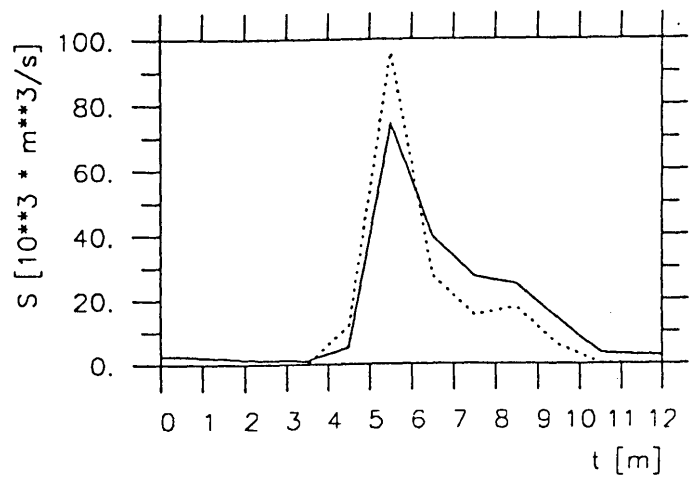


Abbildung 2: Simulierter (ECHAM-2, punktiert) und beobachteter (Global Runoff Data Center, ausgezogen) Wassereintrag der Lena.

4 Schlußbemerkungen

In den Hamburger CO₂-Szenarienrechnungen mit dem gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Modell ECHAM-1/LSG wurde unser Abflußschema interaktiv eingesetzt.

Unser Schema ist lediglich von der Modellauflösung und der Modellorographie abhängig. Die Bestimmung der Abflußraten ist weitgehend objektiv. Der numerische Code ist vektorisiert. Daher läßt sich das Schema leicht auf andere globale Modelle übertragen. Auch der Einsatz in einem mesoskaligen Modell ist denkbar.

Literaturhinweis

SAUSEN, R., S. SCHUBERT and L. DÜMENIL, 1991: A model of the river runoff for use in coupled atmosphere-ocean models. Meteorologisches Institut der Universität Hamburg, *Large Scale Atmospheric Modelling Report No. 9.*