

ANNALEN DER METEOROLOGIE

(Neue Folge)

Nr. 12

Die Meteorologen-Tagung  
in Garmisch-Partenkirchen

vom 13. bis 16. April 1977

Offenbach a. M. 1977

Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes

ENTWICKLUNG DER OZEANISCHEN GRENZSCHICHT  
BEI STARKER EINSTRALUNG UND GERINGEN WINDGESCHWINDIGKEITEN

Ernst Augstein

Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

1 GRUNDLAGEN

Die mittlere Amplitude der täglichen Variation der Wasseroberflächentemperatur in niederen Breiten beträgt nach einer Reihe von Beobachtungen (siehe u.a. Hoerber (1969), Prümm (1976) etwa  $0.1$  bis  $0.2^{\circ}$  C. Diese geringen Werte sind trotz der starken Absorption solarer Strahlung in den oberflächennahen Wasserschichten mit einer intensiven turbulenten Vermischung über  $15-30$  m der Wassersäule zu erklären. Dabei bildet sich eine durchmischte Schicht mit nahezu konstanter vertikaler Temperaturverteilung aus, die von den tieferen Bereichen des Ozeans durch eine statisch stabile Thermocline mit ausgeprägter Temperaturabnahme (Dichtezunahme) mit der Tiefe getrennt ist. Zur modellartigen Simulation der durchmischten Schicht sind bisher zwei Konzeptionen üblich. Der eine von Kraus und Turner (1967) zuerst eingeführte Ansatz unterstellt, dass die vertikale Vermischung durch die infolge der Abkühlung an der Meeresoberfläche bedingte Konvektion und durch die vom Windschub erzeugte mechanische Turbulenz gesteuert wird. Pollard Rhines und Thompson (1973) gehen dagegen davon aus, dass die Entwicklung der durchmischten Schicht nur durch instabile interne Wellen (Kelvin-Helmholtz-Instabilität) an der unteren Dichtediskontinuität kontrolliert wird. Beide Modelle liefern keine zufriedenstellende Simulation der während des GATE gemessenen flachen Deckschichten mit Tagesgängen der Temperatur von etwa einem Grad Celsius bei starker Einstrahlung und schwachen Windgeschwindigkeiten. Demzufolge wurde eine Erweiterung der vorliegenden Modelle vorgenommen, die vor allem in folgenden Punkten besteht:

- Die Strahlungsabsorption und der vertikale turbulente Wärmefluss werden in den oberen  $10$  cm der Wassersäule hoch aufgelöst.
- Die Energiedissipation in der durchmischten Schicht und in der Sprungschicht wird berücksichtigt.
- Die zur Charakterisierung der Kelvin-Helmholtz-Instabilität verwandte

Richardsonsche Zahl wird für die Thermocline berechnet mit einer neuartigen Parametrisierung der Schichtdicke.

- Die Wirkung der von Kraus und Turner sowie der von Pollard et al angenommenen Mechanismen werden gleichzeitig zugelassen.
- Schliesslich wird die Möglichkeit von Impulstransport im Ozean durch den Seegang in Betracht gezogen.

2 ERGEBNISSE

Mit Hilfe dieser Modellannahmen wird eine recht gute Annäherung der Beobachtungen erreicht. Entscheidende Verbesserungen gegenüber früheren Ansätzen beruhen vor allem auf unserer Darstellung der Richardson-Zahl und auf der verbesserten Behandlung des Wärmefflusses. Die enge Maschenweite der numerischen Rechnungen nahe der Meeresoberfläche erlaubt es nachzuweisen, dass trotz des erheblichen Wärmeverlustes an der Wasseroberfläche der Wärmeffluss im Wasser am Tage bereits bei  $5$  cm Tiefe abwärts gerichtet sein kann, was zu einer deutlichen Verringerung der Vermischung führt. Das damit verbundene Temperaturmaximum kann zur Folge haben, dass die Temperatur unmittelbar an der Wasseroberfläche um einige Zehntel Grad Celsius höher ist als in der durchmischten Schicht unterhalb von einigen Zentimetern Tiefe. Eine Folge dieses Effektes ist u.a. eine falsche Berechnung des Wärmeaustausches zwischen Ozean und Atmosphäre aufgrund konventionell bestimmter Wassertemperaturen.

3 LITERATURVERZEICHNIS

Hoerber, H. (1969): "Meteor"-Forschungs Ergebnisse B3, 1-26.  
Kraus, E.B. and Turner, J.S. (1967): Tellus 19, 98-105.  
Pollard, R.T., Rhines P.B. and Thompson R.O.R.Y. (1973): Geophysical Fluid Dynamics 3, 381-404  
Prümm, D. (1976): "Meteor"-Forschungs Ergebnisse B 11, 78-93