

Die Energie-Wirbel-Theorie der atmosphärischen Dynamik

P. Névir

Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie, Berlin, Germany (peter.nevir@mail.met.fu-berlin.de)

Die Energie-Wirbel-Theorie der atmosphärischen Dynamik ist eine Verallgemeinerung der diskreten Nambu-Mechanik, die der japanisch-amerikanische Physiker Yoichiro Nambu als eine Verallgemeinerung der Hamiltonschen Theorie der Mechanik im Jahre 1973 entwickelt hat. Grundlegende Idee ist hier, dass die Erhaltungsgrößen des diskreten Systems nicht passiv im Hintergrund stehen, sondern aktiv die nichtlineare Struktur der Evolutionsgleichungen konstituieren. Diese Idee kann in verallgemeinerter Weise zur Beschreibung der Evolution hydro-thermodynamischer Systeme mit ihren partiellen Differentialgleichungen verwendet werden. Auf diese Weise entsteht eine Nambu-Feldtheorie, die als Energie-Wirbel-Theorie auf die fundamentale und gleichberechtigte Bedeutung von Energie und den verschiedenen Wirbelerhaltungsgrößen für die nichtlineare Evolution von Fluiden hinweist.

In diesem Kontext wird gezeigt, dass die konservativen, atmosphärischen Grundgleichungen der Meteorologie durch eine doppelt antisymmetrische Klammer-Struktur darstellbar sind. Weiter wird gezeigt, dass auch die Dissipation mit Hilfe der Energie oder freien Energie durch einen symmetrischen Klammersausdruck in die algebraische Struktur integriert werden kann. Die Summe von symmetrischen und antisymmetrischen Anteilen spiegelt die mathematisch-physikalische Abgeschlossenheit dieser Darstellungsmethode wider. Es werden die 2D barotrope Vorticitygleichung, die 3D inkompressible Wirbelgleichung und auch das vollständige System der nicht-hydrostatischen, kompressiblen und adiabatischen Grundgleichungen diskutiert. Eine meteorologische Anwendung der Theorie ist die Ableitung eines allgemeinen stationären und balancierten Energie-Wirbel-Grundzustandes, dessen Abweichungen mit der Entwicklung von Zyklonen, Niederschlag und konvektiven Prozessen verbunden ist.