

Ein Extremalprinzip für die atmosphärische Wirbeldynamik

Peter Névir

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

Extremalprinzipien sind sehr allgemeingültige Grundprinzipien der Natur, wobei eine bestimmte Größe unter gegebenen Randbedingungen einen extremalen Wert, d.h. einen kleinsten oder größten Wert annimmt. Dieses ist ein Hinweis darauf, dass die Prozesse in der Natur zielgerichtet und optimal ablaufen. Das bekannteste Extremalprinzip ist das Hamilton'sche Prinzip der kleinsten Wirkung, was in der klassischen Mechanik seine Anwendung findet. Hierbei wird ein Linienintegral über ein Wirkungsfunktional extremal. Bei den Anwendungen in der dynamischen Meteorologie ist dieses jedoch ungeeignet, da hier keine einzelnen Partikeltrajektorien, sondern die zeitliche Evolution von Wirbelphänomenen auf verschiedenen Skalen wie Tornados, Hurrikans oder extratropische Zyklonen von Interesse ist. Ein Wirkungsprinzip direkt für atmosphärische Wirbelfelder ist bisher nicht bekannt. Es kann jedoch gezeigt werden, dass auf Basis der Energie-Wirbel-Theorie der Fluidodynamik, im Gegensatz zu dem Linienintegral in der Hamilton'schen Dynamik, ein Flächenintegral extremal werden muss. Hier ist eine ganze Familie von möglichen Trajektorien zu betrachten, wobei das Wirkungsfunktional ebenfalls einen minimalen Wert annimmt. Damit können die bekannten Wirbelgleichungen direkt abgeleitet werden. Weiter kann das Wirkungsfunktional auch zur Bestimmung der Stabilität und Instabilität von atmosphärischen Grundzuständen verwendet werden. Diese Idee wird am Beispiel der barotropen Vorticity-Gleichung und der quasigeostrophischen Dynamik konzeptionell vorgestellt. Eine mögliche Anwendung zum Verständnis der Stabilität von blockierenden Wetterlagen wird ebenfalls diskutiert.