

„Turbulente Mischungsprozesse im Erdsystem“: Neue Max-Planck-Forschungsgruppe am MPI-M

Am 1. August 2010 hat eine neue Max-Planck-Forschungsgruppe ihre Arbeit am Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) aufgenommen: Dr. Juan Pedro Mellado wurde mit sieben weiteren Forschern und als einziger in den Erdsystemwissenschaften von der Max-Planck-Gesellschaft ausgewählt, um eine unabhängige Forschungsgruppe für junge Wissenschaftler in den chemisch-physikalisch-technischen Wissenschaften zu leiten. Er entschied sich, mit seiner Gruppe über „Turbulente Mischungsprozesse im Erdsystem“ am MPI-M in Hamburg zu arbeiten.



Turbulenzen sind allgegenwärtig – und können beispielsweise schon früh morgens am Frühstückstisch beobachtet werden: Wer Milch in seinen Kaffee gießt und umrührt, versetzt die Fluidteilchen ordentlich in Schwingung und löst chaotische Wirbel aus. Doch diese turbulenten Bewegungen lassen sich nur sehr schwer voraussagen. Das Beschreiben von turbulenten Strömungen gehört daher noch immer zu den großen ungelösten Problemen in der klassischen Physik.

Mit den turbulenten Mischungsprozessen an den Wolkenrändern verhält es sich ganz ähnlich wie mit Kaffee und Milch: Die dort ablaufenden Vorgänge spielen eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Wolken, und Wolken wiederum können sich stark auf die globale atmosphärische Zirkulation auswirken. Doch wie lange braucht eine Wolke, um sich mit der wolkenfreien Umgebung zu vermischen?

Wie lange dauert es, bis sie vollständig verschwunden ist? „In unserer neuen Forschungsgruppe wollen wir einige dieser kleinskaligen Prozesse untersuchen. Wir verwenden hierfür Direkte Numerische Simulationen (DNS) und können so Skalen im Meter- und Millimeterbereich auflösen“, erklärt der Gruppenleiter Dr. Mellado. Diese neuen Ergebnisse sollen dann in die Large Eddy Simulationen (LES) sowie die Globalen Zirkulationsmodelle (GCM) des MPI-M integriert werden und so bessere Voraussagen über unser zukünftiges Klima ermöglichen.

Dr. Mellado studierte Luft- und Raumfahrttechnik an der Polytechnischen Universität von Madrid und promovierte im selben Fach an der Universität von Kalifornien in San Diego / USA im Jahr 2004. Nach einem Jahr als Postdoc an der Technischen Universität München arbeitete er von 2005 bis 2006 als Assistant Professor an der Universität von Sevilla an der Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik. 2007 wechselte Juan Pedro Mellado dann ans Institut für technische Verbrennung der RWTH Aachen.

Die Kombination aus Luft- und Raumfahrttechnik und Erdsystemwissenschaften ist nicht so ungewöhnlich, wie sie auf den ersten Blick erscheinen mag. Viele der fundamentalen Konzepte in den Studien der Erdatmosphäre oder der Ozeane haben ihre Wurzeln in der Luft- und Raumfahrttechnik, und in den Beiträgen ihrer Pioniere wie Ludwig Prandtl und Theodore von

Kármán. Das Schwerpunktprogramm Metström der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) befasst sich genau mit diesen Anknüpfungspunkten und brachte die Interessen von Prof. Dr. Bjorn Stevens (damals an der University of California in Los Angeles (UCLA)), der Wissenschaftler für Strömungsdynamik an der Rheinisch-Westfälisch Technischen Hochschule (RWTH) Aachen sowie der angewandten Mathematiker der Freien Universität (FU) Berlin zusammen. Gemeinsam begannen sie, die turbulenten Mischungsprozesse in Stratocumulus-Wolken zu erforschen. „Turbulenzen gibt es überall dort, wo Fluide sich in menschlichen Größenordnungen oder auf größeren Skalen bewegen“, sagt Dr. Mellado. „Das trifft auf Strömungszustände in Verbrennungsmotoren wie auch auf geophysikalische Strömungen zu. Lediglich das Fachvokabular ist ein anderes.“

Das wissenschaftliche Ziel von Dr. Mellados neuer Gruppe ist, zu erforschen, wie Mischungsprozesse in der Erdsystemdynamik wichtige Phänomene bestimmen, und damit großskalige, traditionellere Studien von geophysikalischen Flüssen zu vervollständigen. „Wir können das Problem nicht als Ganzes angehen, indem wir es einfach in einen Computer stecken, jedenfalls noch nicht, aber wir können kleine Puzzlesteine beitragen.“ Das heißt noch spezieller ausgedrückt: Ziel ist es, die Regionen auf dem Planeten zu identifizieren, wo die lokalen turbulenten Mischungsprozesse eine fundamentale Rolle spielen, daraus fundamentale archetypische Probleme abzuleiten, die etwas von der wesentlichen Physik des Ursprungsystems beinhalten, damit direkte numerische Simulationen durchzuführen und die Daten zu analysieren.

Beispielsweise hat die letzte Arbeit an Wolkgrenzschichten geholfen, einige Aspekte von turbulenter Mischung an der Oberseite von Stratocumulus-Wolken zu verstehen, insbesondere die mögliche Rolle von lokaler Abkühlung durch die Verdunstung von Tröpfchen an den Wolkgrenzflächen. Abbildung 1 zeigt eine der entsprechenden Veröffentlichungen, die für die Titelseite des Journal of Fluid Mechanics ausgewählt wurde.

Die neue Max-Planck-Forschungsgruppe wird diesen fundamentalen Ansatz fortsetzen und auf andere Untersysteme von Atmosphäre und Ozean anwenden, z. B. auf Grenzschichten zur Meeresoberfläche, zum Boden oder zu Eisflächen. Die Gruppe wird aus zwei Postdocs und einem Doktoranden bestehen.

Link zur Gruppenseite

<http://www.mpimet.mpg.de/wissenschaft/atmosphaere-im-erdsystem/arbeitsgruppen/turbulente-mischungsprozesse-im-erdsystem.html>

Kontakt:

Dr. Juan Pedro Mellado
Tel.: +49 (0)40 41173 354
E-Mail: juan-pedro.mellado@zmaw.de