

Forschungslabor Segelflugzeug- Turbulenzmessungen über den Anden

Im Rahmen des Mountain Wave Project (MWP) beweist ein Team aus Piloten und Wissenschaftlern mit motorlosen Langstreckenflügen ihr Verständnis komplexer atmosphärischer Prozesse. Auf Grundlage einer detaillierten synoptischen Analyse kombiniert mit einer optimalen Interpretation mesoskaliger Strömungsmuster numerischer Wettervorhersagemodelle wurden Weltrekordflüge mit einer Distanz von über 2000 km in Aufwindsystemen von Mountain Waves (Leewellen) der Anden erzielt. - Auf den ersten Blick lässt die Scale-analyse atmosphärischer Bewegungsformen diese Dimension nicht erwarten. Der längste Gebirgszug der Welt als ideales Strömungshindernis für vorherrschende Westwinde, eine nach Norden ansteigende Orographie mit Höhen von 6000-6900 m, die in Kombination mit dem Subtropenjet hohe Wellen erlaubt, scheint hier ein Optimum darzustellen. Der Impuls der Wellen reicht bis in mittlere Höhen der Stratosphäre und die Turbulenz brechender Wellen stellt bei Andenüberflügen eine unmittelbare Gefahr für die kommerzielle Luftfahrt dar.

Globale Wettervorhersagemodelle lösen die Entstehung und Entwicklung der Wellensysteme nicht hinreichend auf. Verbesserungen werden hier vor allem durch mesoskalige Atmosphärenmodelle erreicht, die orographische Wellen auflösen können (Abb.3). Um den Anfangszustand der Atmosphäre hinreichend genau zu erfassen, wurde im Rahmen der MWP- Expedition Mendoza 2006 neben hochauflösenden Turbulenzmessungen (50-100Hz) bis 12500 m versucht, Messungen von CHAMP-Satellitenmissionen (CHALLENGING Minisatellite Payload) zu validieren. Die Nutzung der GPS Radiookkultationsdaten erlaubt eine indirekte Sondierung (Temperatur- und Feuchteprofile) der Atmosphäre. Die Verwendung dieser Vertikalprofile dient der verbesserten Datenassimilation numerischer Wettervorhersagemodelle in datenarmen Gebirgsregionen. Eine neue Generation von Höhensegelflugzeugen, die Flüge bis über 18 km Höhe erlaubt, sowie die Forschungsflüge des MWP werden hoffentlich in Zukunft neue Erkenntnisse über Strömungsmuster und Strukturen von Wellensystemen in der Stratosphäre ermöglichen. **René Heise, MWP- Direktor, Germany**



Abb. 1: Segelflug-Weltrekordflug am 12.01.2010 mit 2256,9 km in der FAI-Kategorie Freie Distanz. Die stärkste Turbulenz wurde zwischen Zapala und Loncopue angetroffen. Die dortigen Aufwindsysteme mit Vertikalgeschwindigkeiten über 6 m/s erlaubten eine Fluggeschwindigkeit von über 300 km/h über Grund. Karte mit Genehmigung der Frankfurter Allg. Zeitung.

Fig. 1: El 12 de Enero de 2010 se estableció en 2,256,9 km un nuevo record mundial de distancia en la categoría de deslizamiento en vuelo libre de la FAI. Había turbulencia severa entre Zapala y Loncopue. Las térmicas de la zona, con velocidades verticales superiores a 6 m/s, permitieron velocidades de vuelo de más de 300 km/h. Mapa cortesía del periódico Frankfurter Allg. Zeitung.

Fig. 1: On 12 January 2010, a new world record distance of 2,256.9 km was flown in the FAI's 'free distance' gliding category. Severe turbulence occurred between Zapala and Loncopue. The updraught systems there, with vertical speeds greater than 6m/s, enabled flight speeds of more than 300 km/h above the ground. Map courtesy of the Frankfurter Allg. Zeitung newspaper.

The sailplane as research laboratory – turbulence measurements above the Andes

The team of pilots and scientists taking part in the Mountain Wave Project (MWP) demonstrated their understanding of complex atmospheric processes with a series of engineless long-distance flights. Based on a detailed synoptic analysis combined with optimum interpretation of mesoscale flow patterns derived from numerical weather forecast models, world record flights exceeding 2,000 km were achieved in the updraught systems of mountain waves (lee waves) that occur in the Andes. - At first glance, such distances would seem unlikely based on the scale analysis of the atmospheric motion. However, optimum conditions are evidently provided by the world's longest mountain range, which provides an ideal flow barrier for the prevailing

„Endzeit“, nahe Ajaccio, Korsika, Foto: Tony Le Bastard

Dieses Bild wurde während eines starken Gewitters auf der Halbinsel Parata, Korsika, aufgenommen. Im Gegensatz zum Anschein entstand das Foto am 23.6.2009 nachts um 02:22 MESZ. Beweis ist links unten am Wasser der helle Lichtstrahl eines Leuchtturms. Der Fotograf berichtet: „Ein starker Blitz ging hinter mir nieder und ermöglichte, diese unglaubliche Wolkenformation zu erkennen. Er zeigte auch die Kraft, die diesem Platz schon immer innewohnte: Dieser genuesische Leuchtturm scheint eine unüberwindliche Burg aus einem Märchen zu sein.“ **Text: Tony Le Bastard**

El planeador como un laboratorio de investigación – medidas de turbulencia sobre los Andes.

El equipo de pilotos y científicos que participan en el Mountain Wave Project (MWP) demostraron su conocimiento de los complejos procesos atmosféricos realizando vuelos a vela a larga distancia. Utilizando detallados análisis sinópticos y óptimas lecturas del patrón de flujo mesoscalar proporcionado por los modelos numéricos de predicción del tiempo consiguieron records mundiales de vuelo sin motor de más de 2,000 km de longitud realizados apoyándose en las burbujas ascendentes de las ondas de montaña (ondas de lee) generadas por los Andes. Según las escalas del movimiento atmosférico, es bastante improbable alcanzar esas distancias. Sin embargo, resulta evidente que en esta cordillera, la más larga del mundo y barrera ideal de los predominantes flujos de viento del oeste, existen condiciones muy favorables para ello. El efecto orográfico es mayor hacia el norte, donde existen cimas cuyas altitudes oscilan entre los 6.000 y los 6.900 m. En combinación con el chorro subtropical, se crean ondas de gran amplitud que llegan a afectar la estratosfera media al tiempo que otras ondas, inducidas por turbulencia, son un riesgo para la aviación comercial que atraviesa los Andes.

Los modelos globales de predicción del tiempo no resuelven en forma suficiente estos sistemas de onda. Se han conseguido varias mejoras usando modelos atmosféricos de mesoscala que sí pueden resolver estas ondas orográficas. (Fig.3). En 2006, para obtener un registro atmosférico suficiente de las condiciones iniciales y validarlas hasta altitudes de 12.500 metros con datos de la misión de satélite CHAMP (CHALLENGING Minisatellite Payload) la expedición “Operación Mendoza” del MWP realizó medidas de turbulencia en alta resolución (50-100Hz). Los datos de radio occultación GPS permiten obtener sondeos indirectos de la atmósfera (perfiles de temperatura y vapor de agua). Estos perfiles verticales mejoran el proceso de asimilación de datos de los modelos numéricos de predicción del tiempo en zonas montañosas en que suele haber muy pocos datos. Esperemos que, siguiendo la estela de estos vuelos de investigación del MWP, una nueva generación de planeadores que vuelen por encima de 18 km de altitud den nuevos detalles de los patrones y estructuras de los sistemas ondulatorios de la troposfera. **René Heise, Director del MWP, Alemania.**

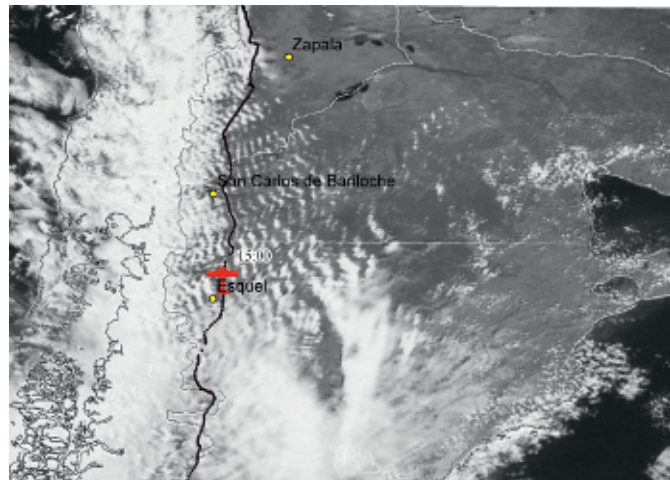
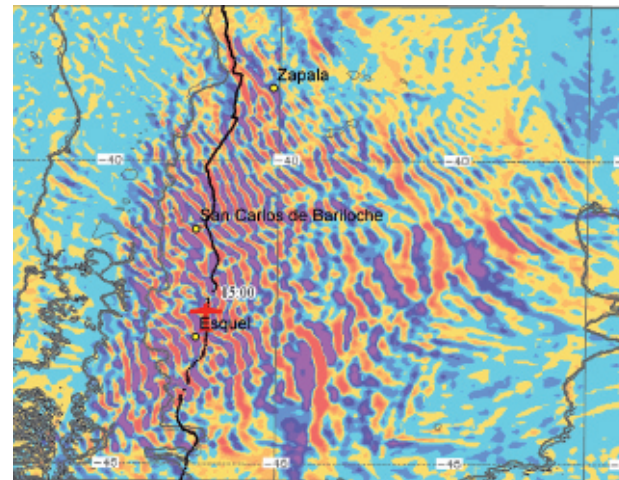


Abb. 2 und 3: Flugwegdarstellung (schwarze Linie) und visuelles Satellitenbild (GOES 14:45 UTC) mit der Flugzeugposition um 15:00 UTC im Vergleich mit der 15:00-UTC-Prognose geordneter Vertikalbewegungsfelder [Pa/s] eines regional verschiebbaren mesoskaligen Vorhersagemodells.

Fig. 2 y 3: Trayectoria de vuelo (línea negra) e imagen de satélite (GOES 14:45 UTC) mostrando la posición del velero a las 15 UTC, aproximadamente, comparadas con la predicción para las 15 UTC del movimiento vertical organizado (Pa/s) deducido de un modelo de predicción a mesoscala ajustable regionalmente.

Fig. 2 and 3: Flight path (black line) and visual satellite image (GOES 14:45 UTC) showing the aircraft position at approximately 15 UTC in comparison with the 15 UTC forecast for organised vertical motion fields [Pa/s] derived from a regionally adjustable mesoscale forecast model.



westerly winds. Furthermore, its orographic effect increases northwards, with peaks ranging between 6,000 and 6,900 metres. Combined with the subtropical jet stream, this creates high waves whose wave impulses extend to the middle stratosphere, whereby the turbulence-inducing waves create an immediate hazard for commercial aviation crossing the Andes.

Global weather forecasts models do not resolve the creation and development of the wave systems to a sufficient extent. Improvements are being made, however, particularly through the use of mesoscale atmospheric models that can resolve the orographic waves (Fig.3). In order to provide a sufficient record of the atmosphere's initial condition, the MWP's 'Operation Mendoza' expedition in 2006 took high-resolution turbulence measurements (50-100Hz) and attempted to validate measurements from CHAMP satellite missions (CHALLENGING Minisatellite Payload) up to a height of 12,500 metres. GPS radio occultation data enable indirect sounding of the atmosphere (temperature and air vapour profiles). These vertical profiles enable improved data assimilation of numerical weather forecast models in mountain regions where there is a lack of available data. Together with the MWP research flights, it is hoped that a new generation of high-altitude sailplanes flying above 18 km will in future provide new insights into the flow patterns and structures of wave systems in the troposphere. **René Heise, MWP Director, Germany**

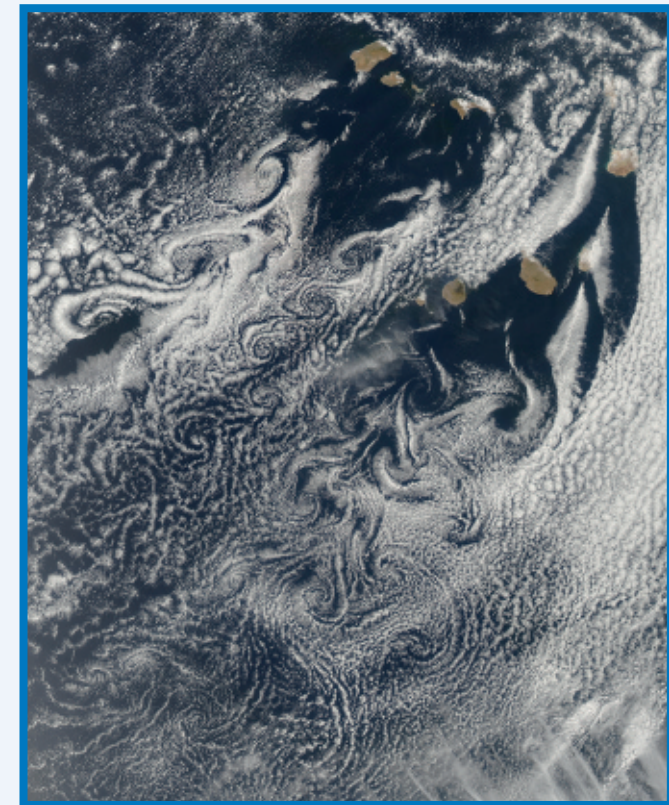
“Apocalipsis”, cerca de Ajaccio, Córcega. Autor: Tony Le Bastard

Esta imagen se obtuvo durante una tormenta severa en la Península de Parata, Córcega. En contra de lo que parece, la foto fue tomada el 23 de Junio de 2009 en la noche, a las 02:22 CEST. La prueba de ello es la luz brillante emitida por el faro. Según el fotógrafo “Hubo un fuerte relámpago a mi espalda que reveló esta increíble estructura nubosa. Se aprecia también el poder que siempre ha tenido este lugar: un faro genovés que es como es como una fortaleza inexpugnable sacada de un cuento de hadas.”. **Texto: Tony Le Bastard**

Das spezielle Satellitenbild

Imágen especial de satélite

Special satellite image



sich die Wolkenform zu „Offene-Zellen-Wolken“. Dieser Wolkentyp entsteht, wenn warme Luft am Rande der Zelle aufsteigt und Wolken bildet, während in der Mitte kühlere Luft absinkt, wobei die Luftfeuchtigkeit (Wolkentröpfchen) verdunstet. Und auf der linken Seite des Bildes sind „Geschlossene-Zellen-Wolken“ erkennbar, die sich bilden, wenn Warmluft in der Mitte aufsteigt und entlang des Randes absinkt. Daher erscheinen dann in der Zellenmitte Wolken, die zum Rand hin verdunsten.

Alineación de vórtices nubosos en las islas de Cabo Verde

Las islas de Cabo Verde, cerca de la costa noroccidental de África, producen vórtices nubosos alineados en calles, como se aprecia en esta imagen en color real del 26 de Abril de 2004. Los vientos que cruzan la escena, perturbados a su paso por las islas, crean remolinos y vórtices que se desplazan, alineados en calles, en la misma dirección que el viento. Las mismas nubes adquieren diversas texturas. A la derecha de la imagen, el aire húmedo hace que se forme una espesa y uniforme capa de nubes. En el centro, por el contrario, el patrón nuboso tiene forma de células abiertas. Este tipo de nubes se forma cuando el aire cálido asciende por el borde de la célula generando nubes mientras que en su centro, el descenso de aire más frío reseca el ambiente y evapora las gotitas nubosas. Por último, a la izquierda de la imagen, el patrón nuboso adquiere forma de células cerradas: el aire cálido asciende en el centro y el más frío desciende en los bordes, de forma que las nubes se generan en la parte central y se disipan en la parte que circunda las células.

Cloud vortex streets off the Cape Verde Islands

The Cape Verde Islands, which are situated off the west coast of North Africa in the Atlantic Ocean, often cause cloud vortex streets to form in their wake. This is shown in this true-colour image from 26 April 2004, which was captured by MODIS. Wind moving across gets disrupted when passing over and around the islands, which cause eddies to form. These eddies take the shape of vortices, and because the wind is generally moving in one direction, the vortices line up into 'streets.' - The clouds themselves also have varied textures. On the right hand side of the image, the moist air enables a thick, fairly uniform layer of clouds to form. Towards the centre of the image, however, the cloud pattern changes into 'open-celled' clouds. This type of cloud forms when hot air rises at the edge of the cell, whereas colder air sinks in the centre, causing moisture (cloud droplets) to evaporate. On the left side of the image, 'closed-celled' clouds can be seen that form when warm air rises in the centre and sinks around the edges. This is why clouds appear in the cell centre but evaporate around the cell edges.

MODIS image from Jeff Schmaltz, MODIS Rapid Response Team, NASA/GSFC. (Courtesy of Robert Simmons, NASA) http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=6482

‘Apocalypse’, near Ajaccio, Corsica, Photographer: Tony Le Bastard

This picture was taken during a severe thunderstorm on the Parata peninsula, Corsica. Contrary to the appearance, the photo was taken on 23 June 2009 during the night at 02:22 CEST. Proof is provided by the bright light emitted by the lighthouse. The photographer said: “There was a strong flash of lightning behind me, which revealed this incredible cloud structure. It also shows how powerful this place has always been: this Genoese lighthouse is like an impregnable fortress taken out of a fairytale.” **Text: Tony Le Bastard**