

In den Föhnstürmen der Welt – das Mountain Wave Project (MWP) auf den Spuren von Wellen und Rotoren

Lenticularis-Wolken zeigen in ihrer Eleganz nicht nur den ästhetischen Aspekt von atmosphärischen Phänomenen. Für Piloten sind sie darüber hinaus ein Hinweis auf die enormen Auf- und Abwinde einerseits, die Gravitationswellen in Lee von Bergen erzeugen können, andererseits auch auf die zerstörerischen Turbulenzen, die oft mit ihnen einhergehen. Seit 1999 widmet sich das Mountain Wave Project (MWP) der Untersuchung dieser beiden Aspekte.

Im Herbst 2006 lancierte es die zweite Forschungs Expedition in die argentinischen Anden, diesmal in die Gegend des Aconcagua. Nahe des höchsten Berges der Südhalbkugel (6962 m) führt ein stark beflogener Luftfahrtskorridor nach Santiago de Chile über die Anden, in dem die Wellen oft unerwünschte Konsequenzen für den Luftverkehr nach sich ziehen. Hier sollten die Bedingungen für das Auftreten starker Gravitationswellen untersucht werden. Dazu führte das (fünfköpfige) Team mit dem Hochleistungsmotorsegler Stemme S10VT die ersten Turbulenzmessflüge über den Anden durch, die eine Höhe von 12500 m erreichten. Neben Position und Lage des Flugzeugs wurde auch die Turbulenz und der 3D-Wind mit einer „high tech gust probe“ in hoher Präzision gemessen, sowie Temperatur und Taupunkt aufgezeichnet. Aktuelle Wellen- und Turbulenzvorhersagen für die Tupungato-Aconcagua-Region wurden im Amt für Geoinformationswesen der Bundeswehr gerechnet und via Flugwetterportal „pc_met“ des DWD visualisiert.

Mehr Informationen unter: www.mountain-wave-project.de

Wolf-Dietrich Herold, Brugg, Schweiz



Abb. 1: Messflug mit Best Aircraft Turbulence (BAT)-Probe am Aconcagua. Am 06.10.2006 gelang es der Crew Ohlmann/Heise erstmalig durch Nutzung schwacher Wellenaufwinde im Segelflug direkt bis zur vergletscherten Südflanke des Aconcagua vorzudringen. Ein markanter Einstieg in den Wellenaufwind erfolgte bei stürmischen Höhenwinden östlich der weltberühmten Puente del Inca mit einer Vertikalgeschwindigkeit von 3–5 m/s bis auf 5000 m Höhe. Wir waren in einer Höhe von etwa 3500–3800 m und der Aconcagua ist immerhin 6962 m hoch. Wir waren zeitweise sehr tief in den engen Tälern (halbe Bergflankenhöhe) in großflächigen Abwindfeldern mit über 5 m/s. Der Wind war in einer Höhe bis zu 4000 m fast entkoppelt, d. h. schwachwindig; erst oberhalb setzte der stürmische Westwind mit über 100 km/h ein.

Fig. 1: Vol de mesure avec Best Aircraft Turbulence (BAT) Probe dans l'Aconcagua. Le 06.10.2006 l'équipe Ohlmann/Heise parvenait pour la première fois à s'approcher directement en planeur du glacier de la paroi sud de l'Aconcagua en utilisant les faibles composantes ascendantes dues au relief. La pénétration des composantes ascendantes intervenait par violents vents d'altitude à l'ouest de Puente del Inca avec une vitesse verticale de 3–5 m/s jusqu'à une altitude de 5000 mètres. Nous étions à une altitude d'environ 3500/3800 m, et l'Aconcagua se trouve à 6962 m. Pendant un certain temps nous étions très bas dans une vallée étroite (à mi-hauteur du flanc des montagnes) avec de grandes zones de rafales de vent subsident ayant des vitesses supérieures à 5 m/s. Le vent disparaissait presque complètement à une altitude de 4000 m. C'est seulement au-dessus que le vent turbulent d'ouest soufflait avec une vitesse dépassant les 100 km/h.

Fig. 1: Measurement flight with BAT (Best Aircraft Turbulence) probe above the Aconcagua mountain. On 6 October 2006, the pilots in the glider, Ohlmann and Heise, succeeded for the first time in advancing right up to the glaciated south wall of the Aconcagua by taking advantage of the weak lee waves. During stormy high altitude winds west of the world famous Puente del Inca, they were able to soar upwards in the lee waves and achieve a vertical speed of 3–5 m/s up to an altitude of 5,000 m. We were at an altitude of around 3,500–3,800 m, and the Aconcagua Mountain is a good 6,962 m high. For part of the time we were very deep down in the narrow valleys (half way up the mountain flanks) within extensive downdraught fields with speeds of more than 5 m/s. The wind was almost cut off up to an altitude of 4,000 m, i. e. there was a very weak wind. It was only above this altitude that the very stormy westerly wind prevailed with speeds of more than 100 km/h.

Foto/Photo: Gaissmaier/MWP, Text: Rene Heise, Berlin

Dans les tempêtes de föhn du monde – le Projet Mountain Wave sur les traces d'ondes et de rotors

L'élégance des nuages lenticulaires ne traduit pas seulement l'aspect esthétique de phénomènes atmosphériques. Pour les pilotes ils indiquent d'une part les énormes composantes ascendantes et descendantes pouvant résulter des ondes de gravité dans la partie sous le vent des montagnes, d'autre part les turbulences destructrices qu'elles provoquent souvent. Depuis 1999 le Projet Mountain Wave (MWP) se consacre à l'étude de ces deux aspects.

A l'automne 2006 il lançait la deuxième expédition de recherches dans les Andes argentines, cette fois dans la région de l'Aconcagua. A proximité du sommet culminant de l'hémisphère sud (6962 m) un couloir aérien très fréquenté relie Santiago du Chili en survolant les Andes dans lesquelles les ondes provoquent souvent des conséquences indésirables pour la navigation aérienne. Il s'agissait donc d'étudier les conditions provoquant la formation de fortes ondes de gravitation. Pour ce faire l'équipe (cinq personnes) embarquée dans le puissant motoplaneur Stemme S10VT procédait aux premiers vols de mesure des turbulences au-dessus des Andes, à une altitude atteignant 12500 m. Outre la mesure de la position et de l'altitude de l'avion l'équipe procédait à des mesures très précises de la turbulence et du vent 3D grâce à un capteur de rafales high tech de grande précision, ainsi que de la température et du point de rosée. La prévision des ondes et turbulences pour la région de Tupungato-Aconcagua avait été calculée par l'Office de géoinformation de la Bundeswehr et visualisées à l'aide du portail de météorologie aéronautique „pc_met“ du DWD.

Pour de plus amples informations consulter le site: www.mountain-wave-project.de

Wolf-Dietrich Herold, Brugg, Schweiz

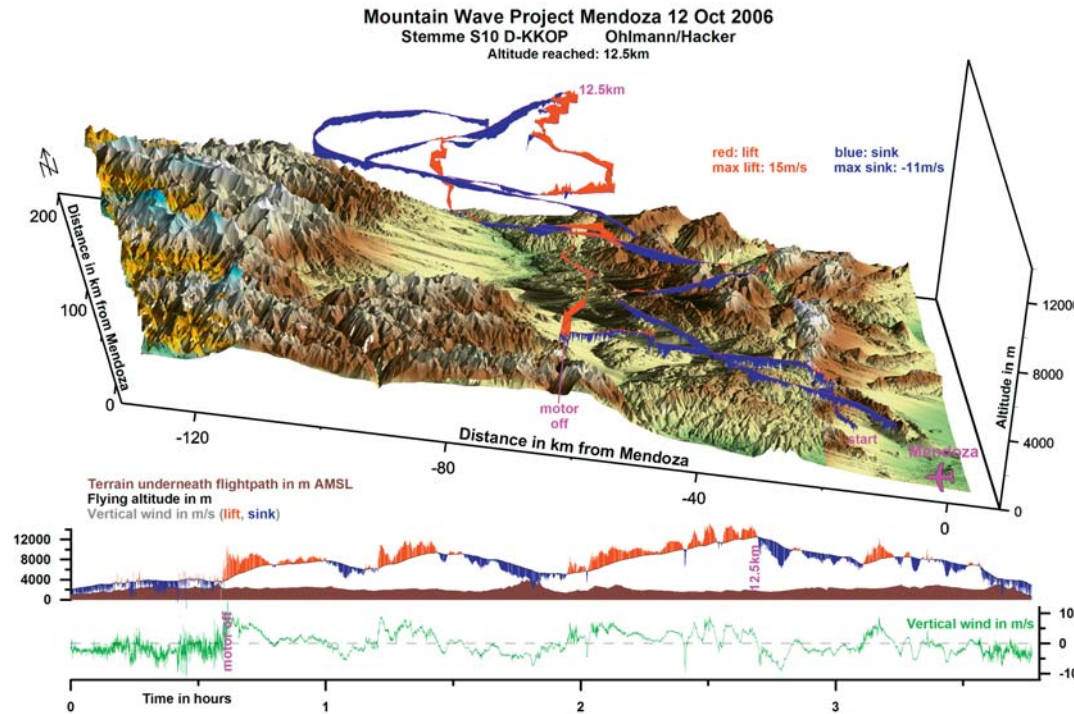


Abb. 2: Höhensegelflug in den Leewellen nordöstlich vom Aconcagua bis in die Stratosphäre (12500 m) – gemessene Steiggeschwindigkeiten bis zu 15 m/s (zum Vergleich: 6 m/s Aufzugsgeschwindigkeit im Berliner Fernsehturm).

Fig. 2: Vol en planeur à haute altitude dans les ondes de relief au nord-est de l'Aconcagua jusque dans la stratosphère (12500 m) – les vitesses ascensionnelles mesurées atteignaient jusqu'à 15 m/s (par comparaison: 6 m/s pour l'ascenseur de la tour de télévision à Berlin).

Fig. 2: High-altitude soaring in the lee waves northeast of Aconcagua as far as the stratosphere (12,500 m) – with a rate of climb of up to 15 m/s (in comparison: lifts in the Berlin TV Tower ascend at 6 m/s).

Grafik / Graphique / Graphic: Jörg Hacker/MWP

Abb. 3: Fliegende Messplattform Stemme S10 VT. Über dem Aconcagua ist eine Lenticularis-Wolke markant erkennbar. Es zeigt die reale gefährliche Low Level Perspektive.

Fig. 3: Plateforme de mesure volante Stemme S10 VT. On distingue un impressionnant nuage lenticulaire au-dessus de l'Aconcagua. Il indique le risque réel existant à basse altitude.

Fig. 3: Stemme S10 VT airborne measurement platform. A striking lenticular cloud can be seen above the Aconcagua. It shows the real dangers that exist at low level.

Foto/Photo: René Heise/MWP



In the foehn storms of the world – the Mountain Wave Project (MWP) in search of waves and rotors

In their elegance, lenticular clouds do not just represent an aesthetic aspect of atmospheric phenomena. For pilots they also indicate the presence of powerful up- and downdraughts that can be generated by gravity waves to the lee of mountains, and the dangerous turbulence which often accompanies them. Since 1999, the Mountain Wave Project (MWP) has been investigating these two aspects.

In autumn 2006, the second research expedition to the Argentinean Andes was launched, this time to the Aconcagua region. Near the highest mountain in the southern hemisphere (6,962 m), a busy flight path crosses over the Andes to Santiago de Chile which has waves which are often hazardous to air traffic. Here it was planned to investigate the conditions causing the occurrence of gravity waves. For this purpose the (five-man) team conducted initial turbulence measurement flights above the Andes using a high-powered Stemme S10VT motor glider, which reached an altitude of 12,500 m. In addition to the position and altitude of the aircraft, the turbulence and the 3D wind were measured with considerable precision using a high-tech gust probe, with the temperature and dew point also being recorded. The latest wave and turbulence forecasts for the Tupungato-Aconcagua region were calculated at the German Bundeswehr's Geoinformation Agency (AGeoBw) and displayed via the German Weather Service's 'pc_met' aviation weather portal.

Further information is available at: www.mountain-wave-project.de Wolf-Dietrich Herold, Brugg, Switzerland

Das Astrophysikalische (oben, Foto: Wulf Berendorf) und das Meteorologische Observatorium Izaña (unten, Foto: Meteorolog. Obs.), Kanarische Inseln

Das Meteorologische Observatorium Izaña (28°18'N/16°30'W, 2367 m) wurde am 1.6.1916 gegründet. Das Observatorium liegt an der höchsten Stelle eines Bergplateaus, 1000 km vom nächsten Ort in Europa und 400 km von Afrika entfernt. Dieses Observatorium hat die längste meteorologische Datenreihe der Kanaren gemessen. Heute ist Izaña eine Superbeobachtungsstation, an der wichtige atmosphärische Messprogramme durchgeführt werden, die innerhalb des WMO „Global Atmospheric Watch (GAW)“-Programms und anderer internationaler Netzwerke arbeiten. Es ist außerdem eine strategische Station für die Bewertung atmosphärischer satellitengestützter Sensoren. Der meteorologische Mast zeigt den Kontrast des makellos weißen Raureifs an der Westseite (links) und dem rötlich gefärbten an der Ostseite. Er entstand, als am 11.2.2005 ein Höhentief weiter südwestlich lag. Ein Sahara-Staubeinbruch am nördlichen Rand dieses Tiefs färbte den Schnee, der am 12.2. während des Staubeinbruchs fiel.

Emilio Cuevas, Izaña

L'observatoire d'astrophysique (en haut, photo: Wulf Berendorf) et de météorologie d'Izaña (en bas, photo: observ. météo.), Iles Canaries

L'observatoire météorologique d'Izaña (28°18'N/16°30'O, 2367 m) fut inauguré le 01.06.1916. Il culmine sur un plateau montagneux, à 1000 km de la partie la plus proche de l'Europe et à 400 km de l'Afrique. Il a fourni l'enregistrement le plus long de données météorologiques pour les Iles Canaries. De nos jours Izaña constitue une super station d'observation procédant à d'importants programmes de mesure atmosphérique intégrés dans le programme «WMO Global Atmospheric Watch (GAW)» et d'autres réseaux internationaux. Il est en outre une station stratégique pour la calibration des capteurs atmosphériques embarqués sur satellite.

Le mât météorologique fait ressortir le contraste entre le givre d'un blanc immaculé à l'ouest (à gauche) et le givre teinté de rouge à l'est. Ce givre s'est formé le 11.02.2005 suite à une zone de basse pression en altitude plus au sud-ouest. L'arrivée de poussière saharienne sur la bordure nord de cette zone de basse pression colora la neige tombant le lendemain 12 février.

Emilio Cuevas, Izaña

The astrophysical observatory (above, photo: Wulf Berendorf) and the meteorological observatory (below, photo: Meteorolog. Obs.) at Izaña, Canary Islands

The Izaña Meteorological Observatory (28°18'N/16°30'W, 2,367 m) was inaugurated on June 1916. The observatory is situated on the highest point of a mountain plateau on the ridge which crosses the island, 1,000 km from the nearest place in Europe and 400 km from Africa. This observatory has provided the longest meteorological records in the Canary Islands. Nowadays Izaña is a super-site, where an important number of atmospheric measurement programmes are performed on a long-term basis within the "WMO Global Atmospheric Watch (GAW)" programme and other international scientific networks. It is also a strategic site for validating atmospheric satellite-based sensors.

The meteorological mast shows the contrast between the pristine white advection frost on the west side (left) and the red-coloured advection frost on the east side (right). This was the result of a cut-off low, centred to the southwest on 11 February 2005. A Saharan dust intrusion, advected by the low on its northern edge, covered the snow with dust on 12 February.

Emilio Cuevas, Izaña

Zwischen Castor und Pollux: Gornergrat (etwa 3 200 m), 12.10.2007, 13.39 Uhr MESZ

Foto: Kurt Schibler

Gleißendes Licht, das durch die weißen Wolken und die Schneedecke verursacht wird, sowie Effekte von Schattenschneefallen geben dieser hochalpinen Landschaft ein fast märchenhaftes Aussehen. Die Wolken sind zum Teil durchscheinend, und an ihren Rändern haben sich durch Strahlenbrechung an den gleichmäßig verteilten kleinen Eiskristallen einige farbige „irisierende“ Teile entwickelt. Die Wolken sind durch Föhn entstanden, der von Osten her weht und der sie in Lee des Gebirges bei absteigender Luftbewegung auflöst.

Die Gipfelnamen von links nach rechts: Liskamm (4447 m), Castor (4223 m), Pollux (4022 m), Roccia Nera (4075 m), anschließend der Grat in Richtung Breithorn.

Entre Castor et Pollux: crête du Gornergrat (3,200 m environ), 12.10.2007, 13 h 39 heure d'été

Photo: Kurt Schibler

La forte clarté, résultant de la blancheur des nuages et de la couche de neige, et les effets d'ombre donnent à ce paysage alpin à haute altitude un aspect presque féerique. Les nuages sont diaphanes par endroits et sur leurs pourtours se sont formées quelques taches irisées résultant de la réfraction des rayons par les cristaux de glace régulièrement répartis. Les nuages naissent sous l'effet du foehn ont été formés par le föhn soufflant de la droite, puis descendent sous le vent de la chaîne à cause du mouvement subsident de l'air.

Noms des sommets de gauche à droite: Liskamm (4447 m), Castor (4223 m), Pollux (4022 m), Roccia Nera (4075 m), et enfin l'arête en direction du Breithorn.

Between Castor and Pollux: Gornergrat (around 3,200 m), 12 October 2007, 13:39 CEST

Photographer: Kurt Schibler

The intense bright light caused by the white clouds and the snow cover, combined with the play of shadows, give this high-alpine landscape an almost enchanted appearance. The clouds are partly translucent and several coloured "iridescent" parts have developed on their edges, caused by light refracting on the equally distributed, tiny ice crystals. The clouds have been caused by foehn which blow from the East and dissolves in the lee of the mountain as the air moves downwards.

The summit names from left to right: Liskamm (4,447 m), Castor (4,223 m), Pollux (4,022 m), Roccia Nera (4,075 m), followed by the ridge towards Breithorn.