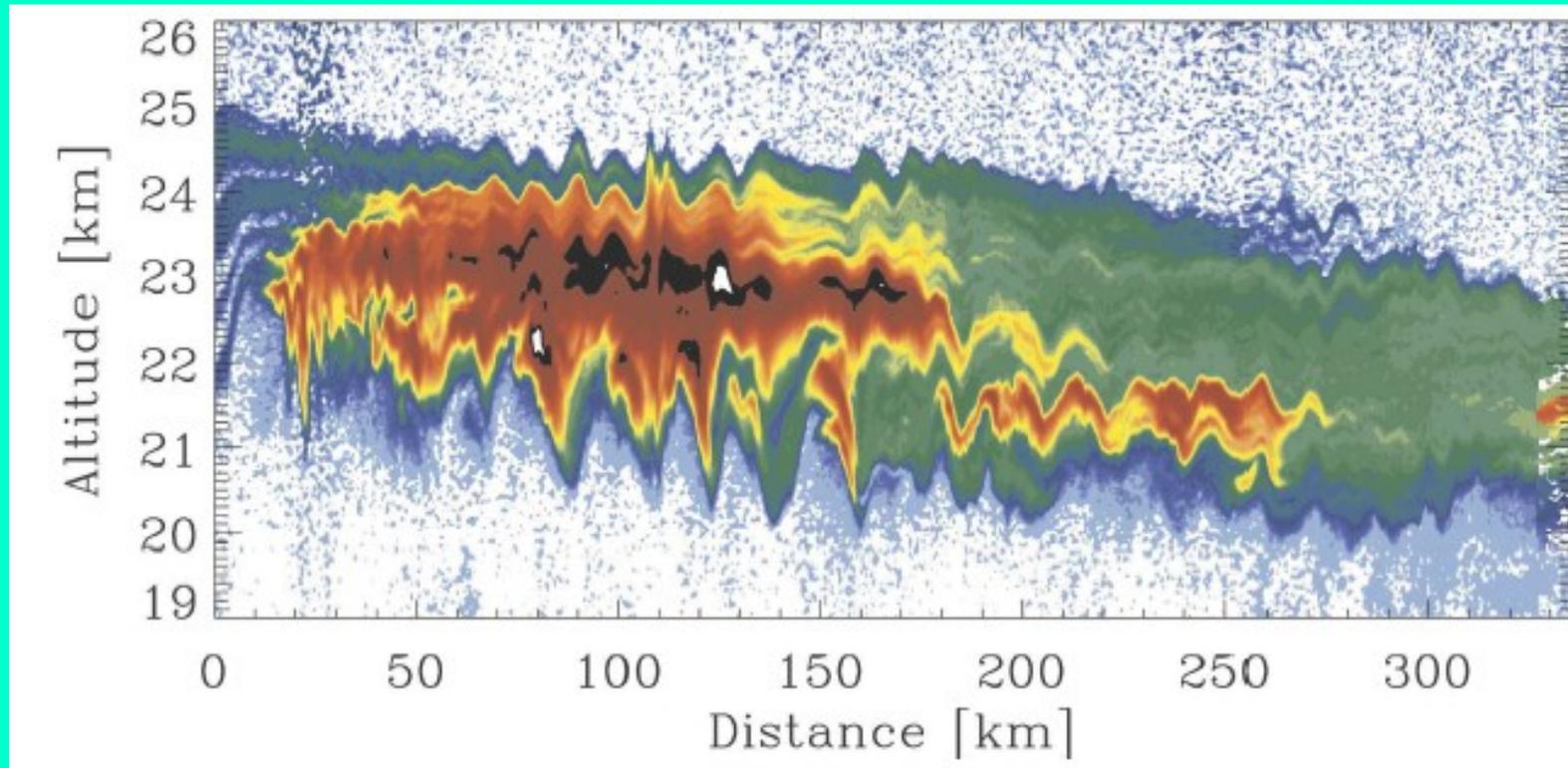


Schwerewellen in der Stratosphäre



Polare Stratosphärenwolken – Perlmutterwolken über Nordskandinavien im LIDAR-Signal der DLR - Falcon

Aus: D. Eckermann et al (2006), © American Meteorological Society

D. Etling

Mit dem Segelflugzeug in die Stratosphäre?



Diese
Höhenrekorde
soll Perlan 2
übertreffen



Forschungsflugzeug
HALO der BRD

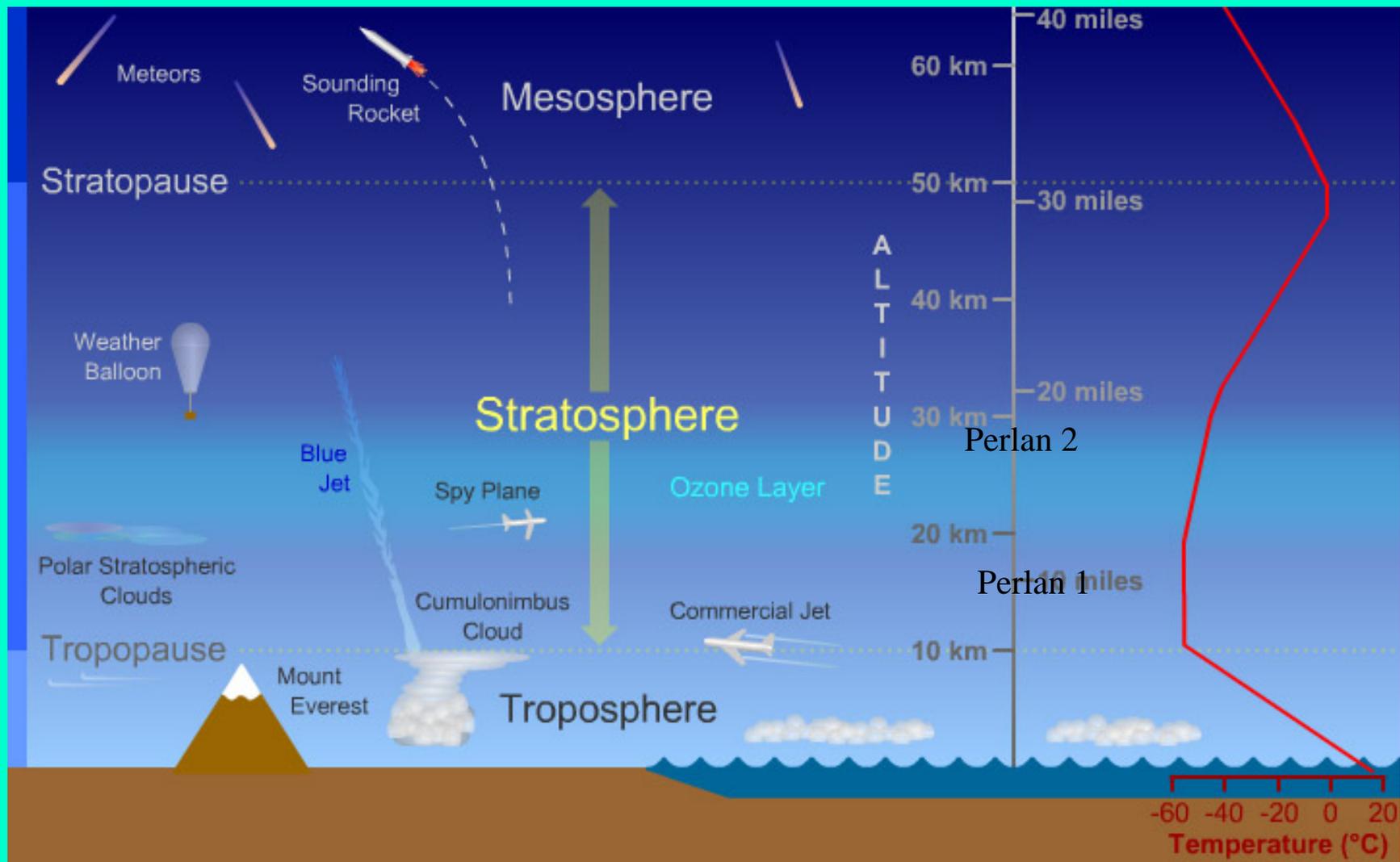


Perlan 2

SR-71

U-2

Perlan 1



Aufbau der Erdatmosphäre © Randy Russell ,UCAR

Höhen erreicht mit Segelflugzeugen

Jahr	Piloten	Höhe (m)	Ort
1937	Küttner	6.800	Riesengebirge
1940	Klößner	11.200	Alpen
1952	Edgar/Klieforth	13.480	Sierra Nevada
1986	Harris	14.940	S.N.
2006	Fossett/Enevoldson	15.460	südl. Anden
1968	Reinhard	7.800	Deister
2015	Ziarko	9.000	Pfälzer Wald

Ausbreitungsbedingungen für Leewellen

Scorer Parameter: $S = N/U$

N = Schichtung

U = Windgeschwindigkeit

Günstig: $S(z) \searrow$ $U(z) \nearrow$

Ungünstig: $S(z) \nearrow$ $U(z) \searrow$

Troposphäre $N \sim 0,011$ 1/s

Stratosphäre $N \sim 0,019$ 1/s

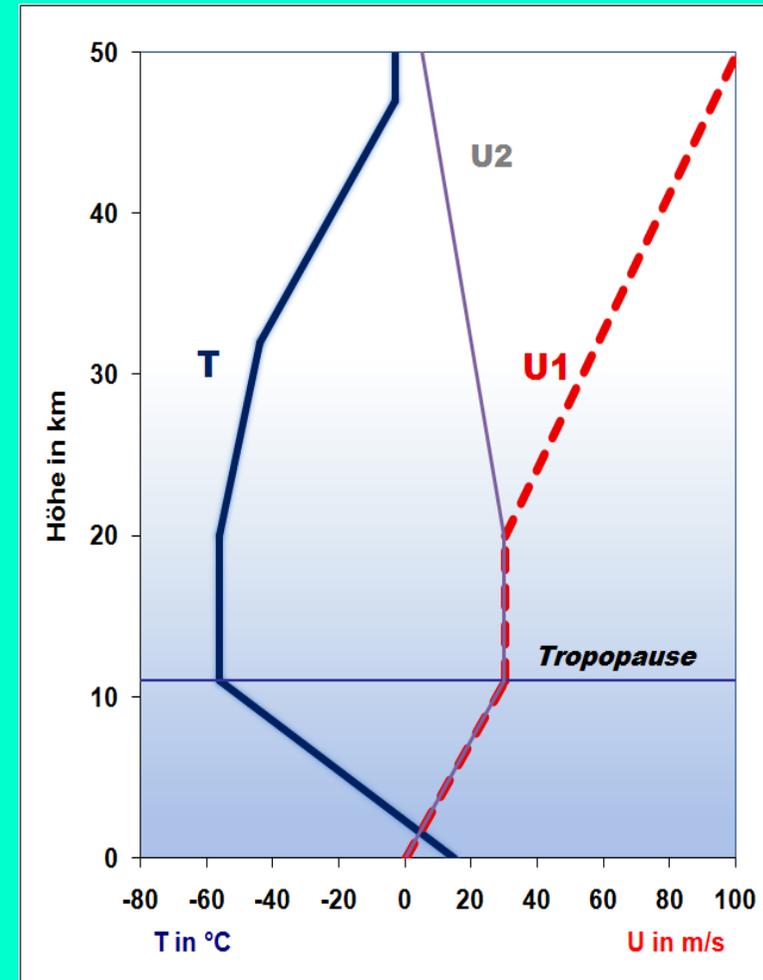
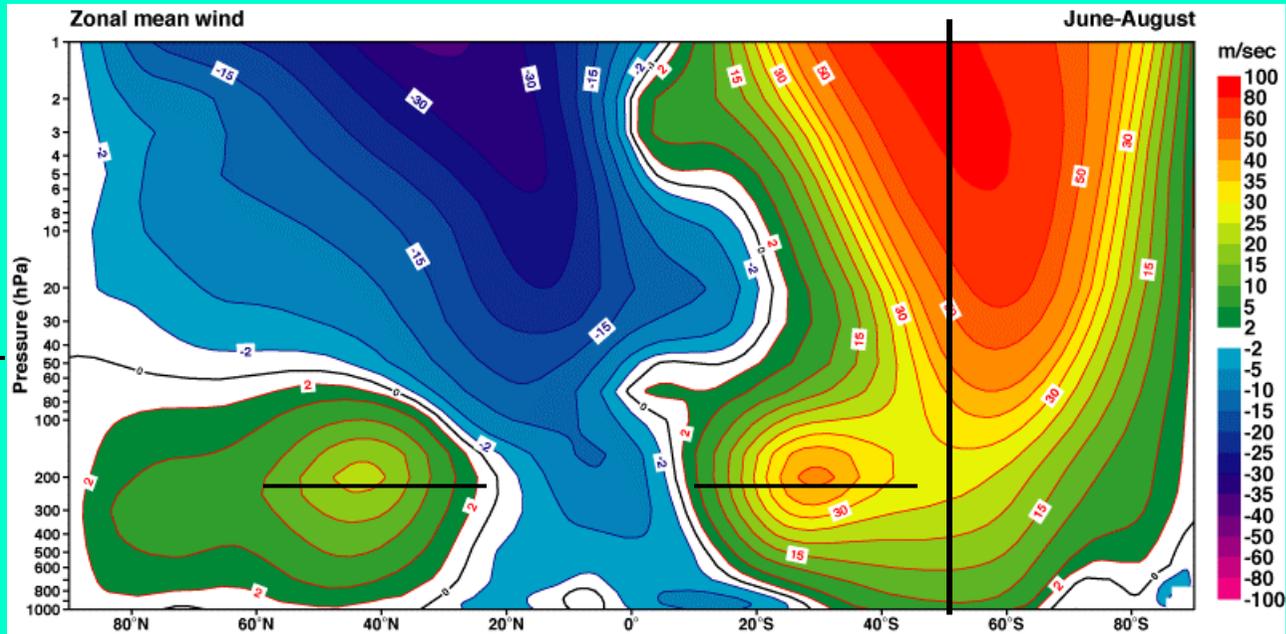


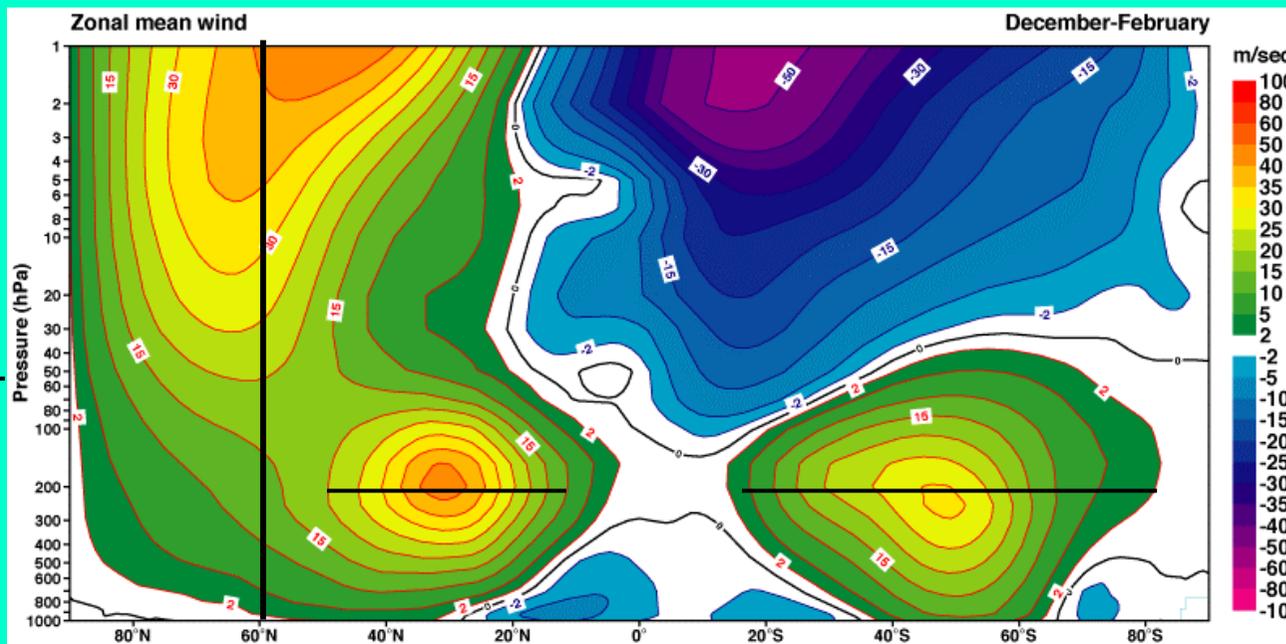
Abb. Vertikalprofile von Temperatur (T) und Wind (U).

U1: günstig , **U2: ungünstig** für Schwerewellen-Ausbreitung bis in große Höhen

20 km---
10 km---



20 km---
10 km---

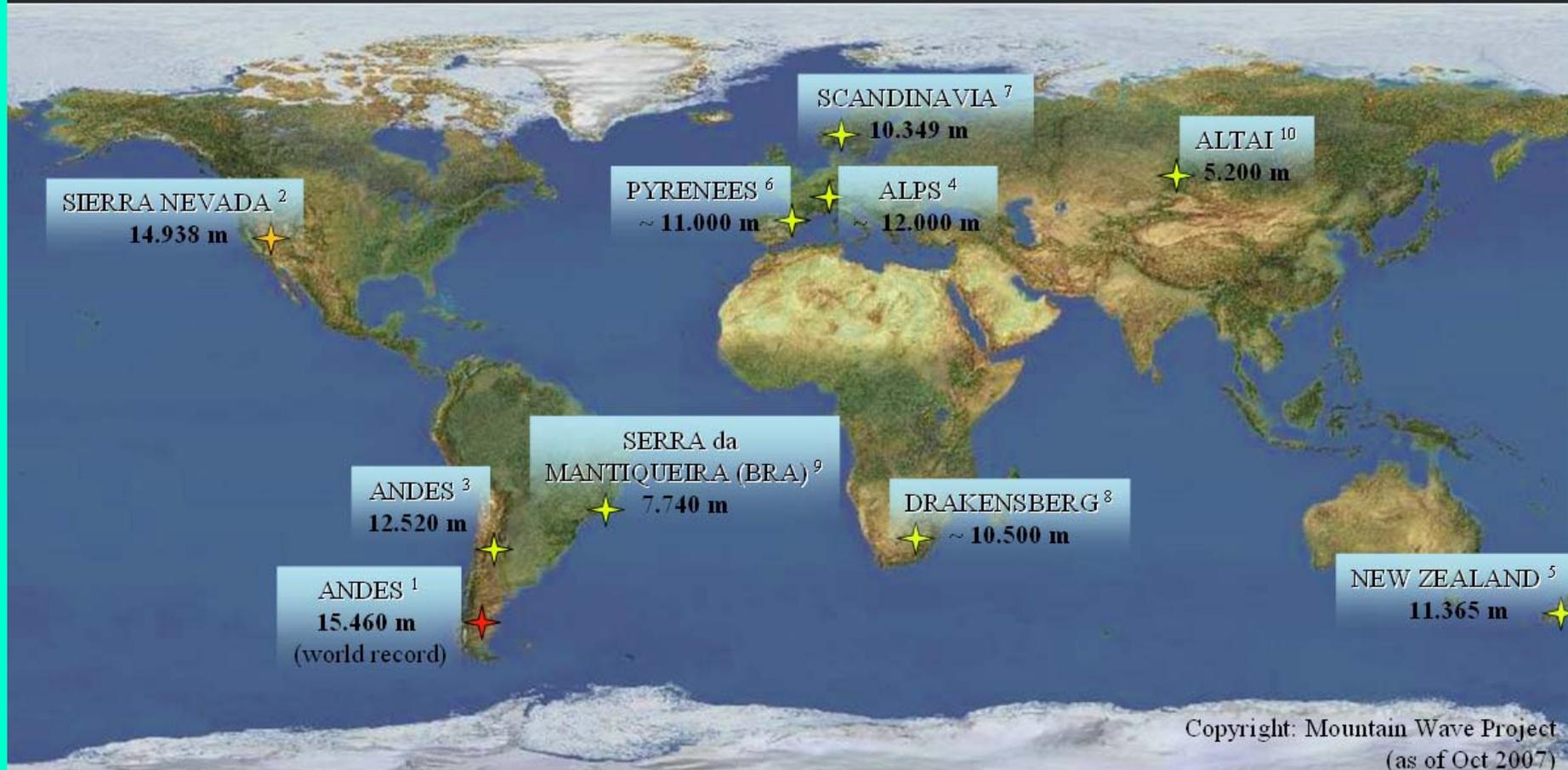


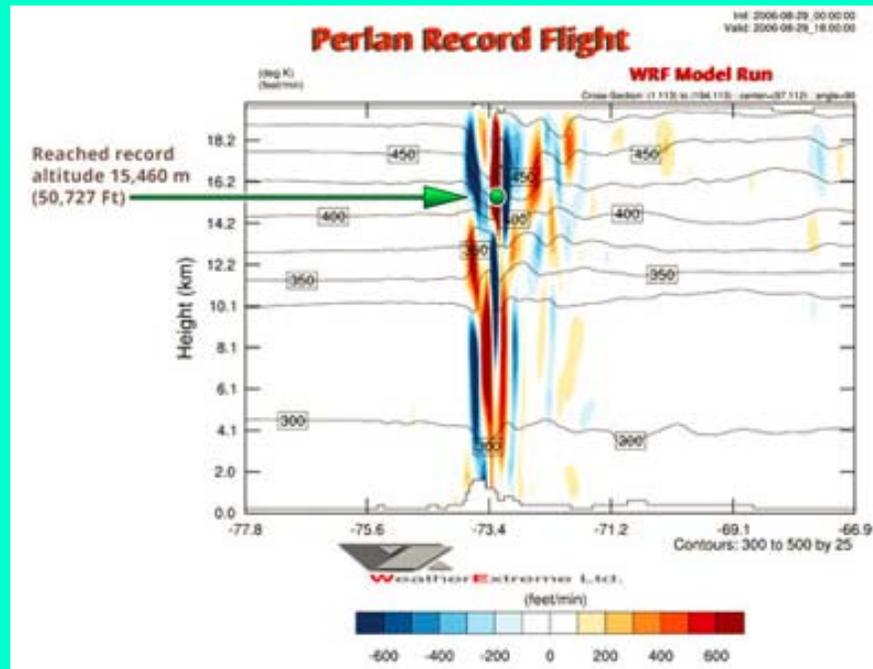
Mittlere zonale
Windgeschwin-
digkeit in den
untersten 50 km
der Atmosphäre.

Die senkrechten
Linien markieren
gebiete nördlich
60°N bzw. südlich
50°S, in denen der
Westwind
kontinuierlich bis
in die obere
Stratosphäre
zunimmt. Dort ist
die Ausbreitung
von Leewellen bis
in die Stratosphäre
möglich.

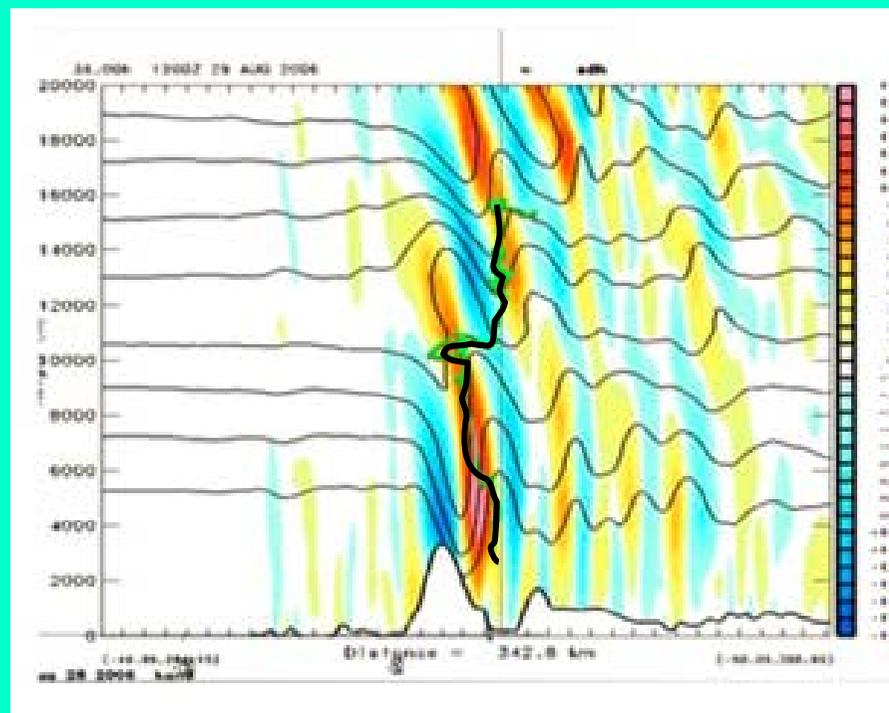
© ECMWF

Mountain Waves –an overview of outstanding high altitude soaring flights [MSL]



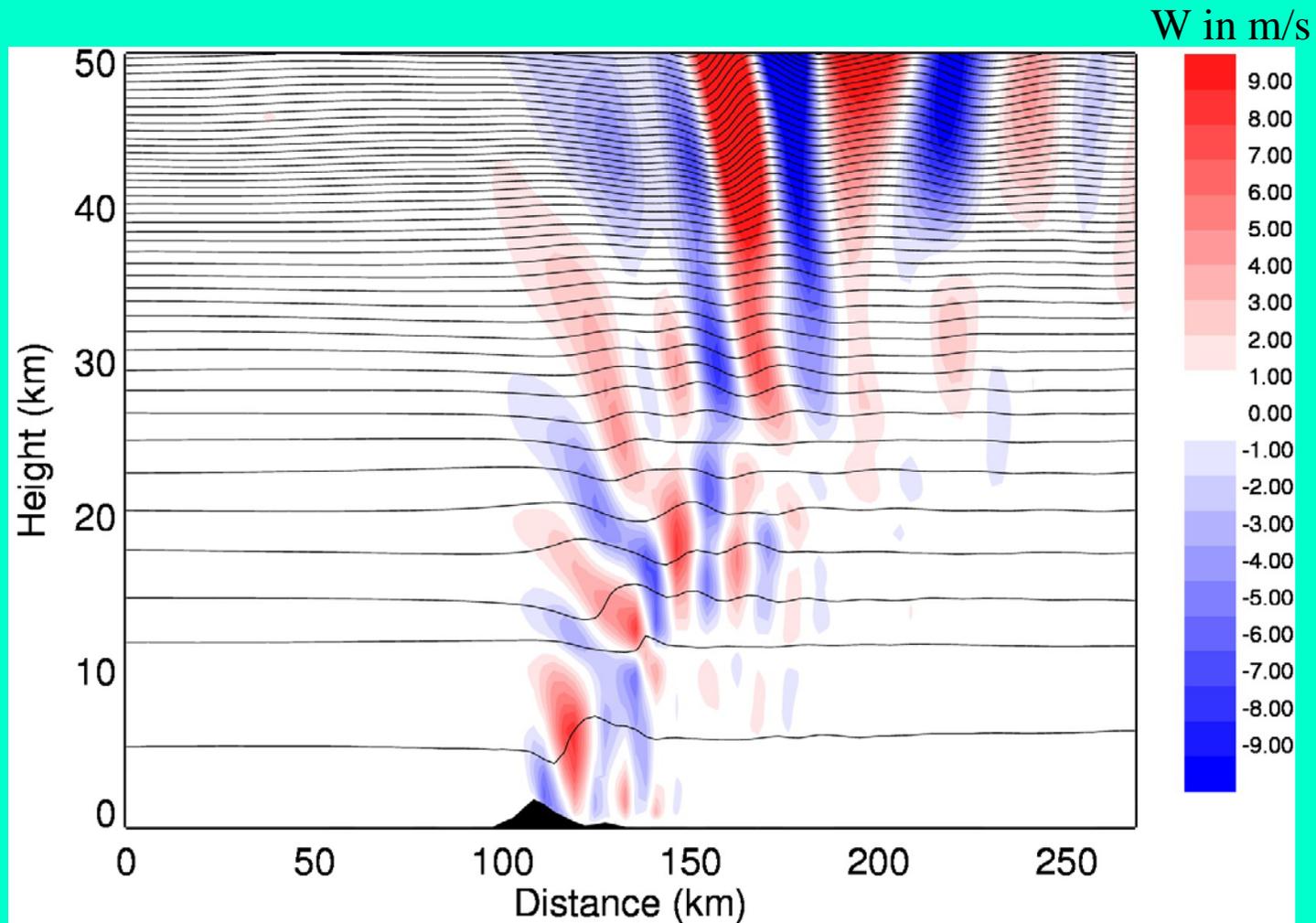


Leewellen -
Vorhersage
beim
Höhenrekord
von Perlan 1



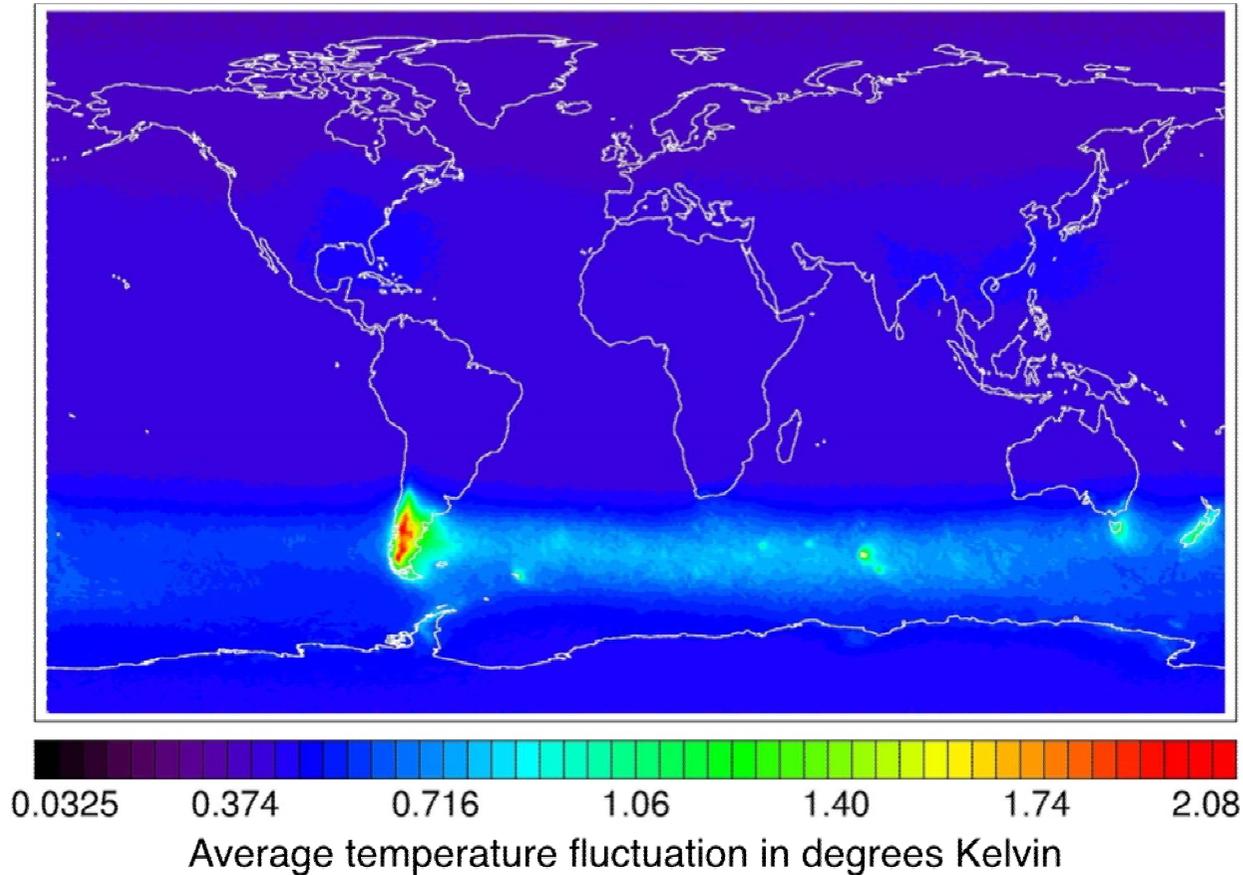
Wellenvorhersage mit
Aufstiegsroute
(schwarz) von Perlan 1

© Perlan Project/Airbus
Group



Simulation von Leewellen bei Süd-Georgien mit dem operationellen UM Modell des Met-Office. Vertikalgeschwindigkeit in m/s. nach Vosper, 2015 © Royal Met Society/Wiley Publishing Co.

Atmospheric Infrared Sounder (AIRS) Satellite :: July 2003 - 2011



Gebiete mit starken Scherwellenaktivitäten in der Stratosphäre

Dargestellt ist die Temperaturfluktuation als Maß für die Amplituden der Schwerewellen im Mittel für Juli 2003-2011

Satellitendaten, Quelle: NASA

Perlan II : Stand der Dinge September 2016

04.09.: Ankuft in El Calafate

09.09.: erster Testflug

18.09.: erster Wellenflug bis 5 km

21.09.: zweiter Wellenflug bis 7 km

26.09.: letzter Testflug



Perlan II beim Start
in El Calafate.

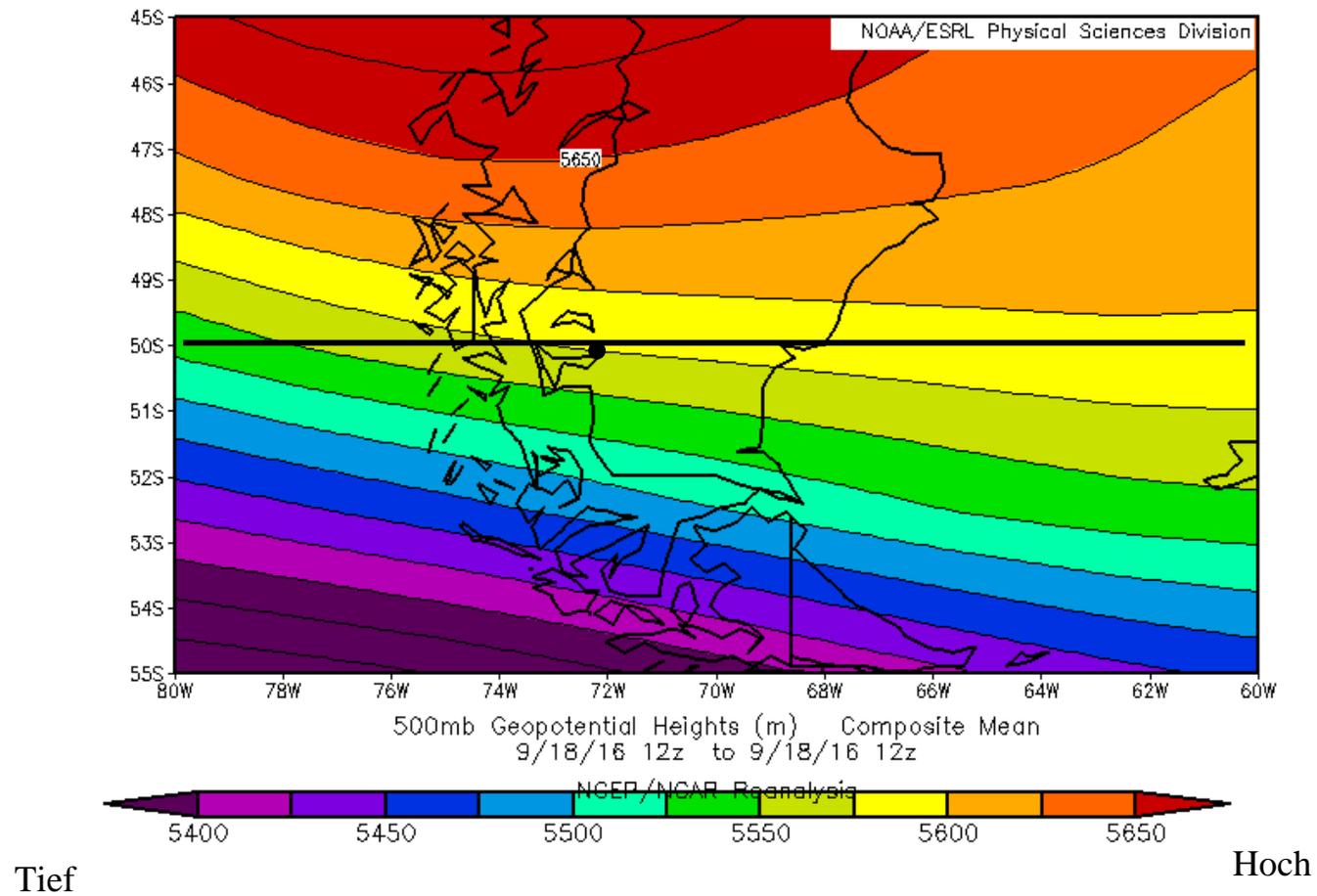
© Perlan Project

Warum blieben die Wellenflüge von Perlan II unterhalb 7 km?

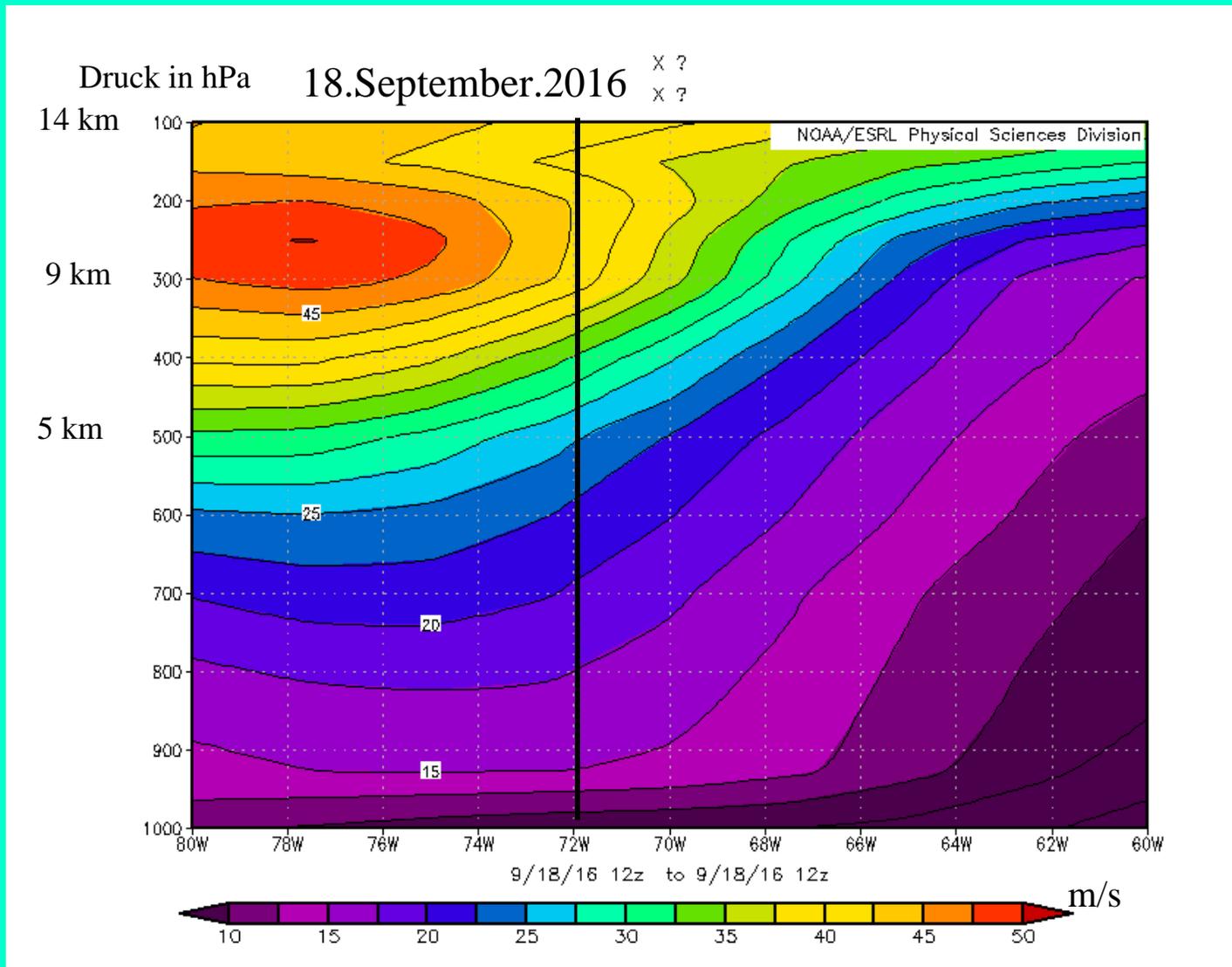
Es erfolgte zwar eine Zunahme der Windgeschwindigkeit bis in 14 km Höhe (als eine Grundvoraussetzung), jedoch gab es z.B. am 18. September 2016 eine starke Windrichtungsänderung zwischen etwa 5 km und 14 km Höhe, wie sie aus der Darstellung der Nord-Süd Komponente des Höhenwindes (meridionale Windkomponente) zu erkennen ist (siehe nachfolgende Abbildungen).

Eine stärkere Änderung der Windrichtung verhindert die vertikale Ausbreitung von Schwerewellen im Höhenbereich der Richtungsänderung.

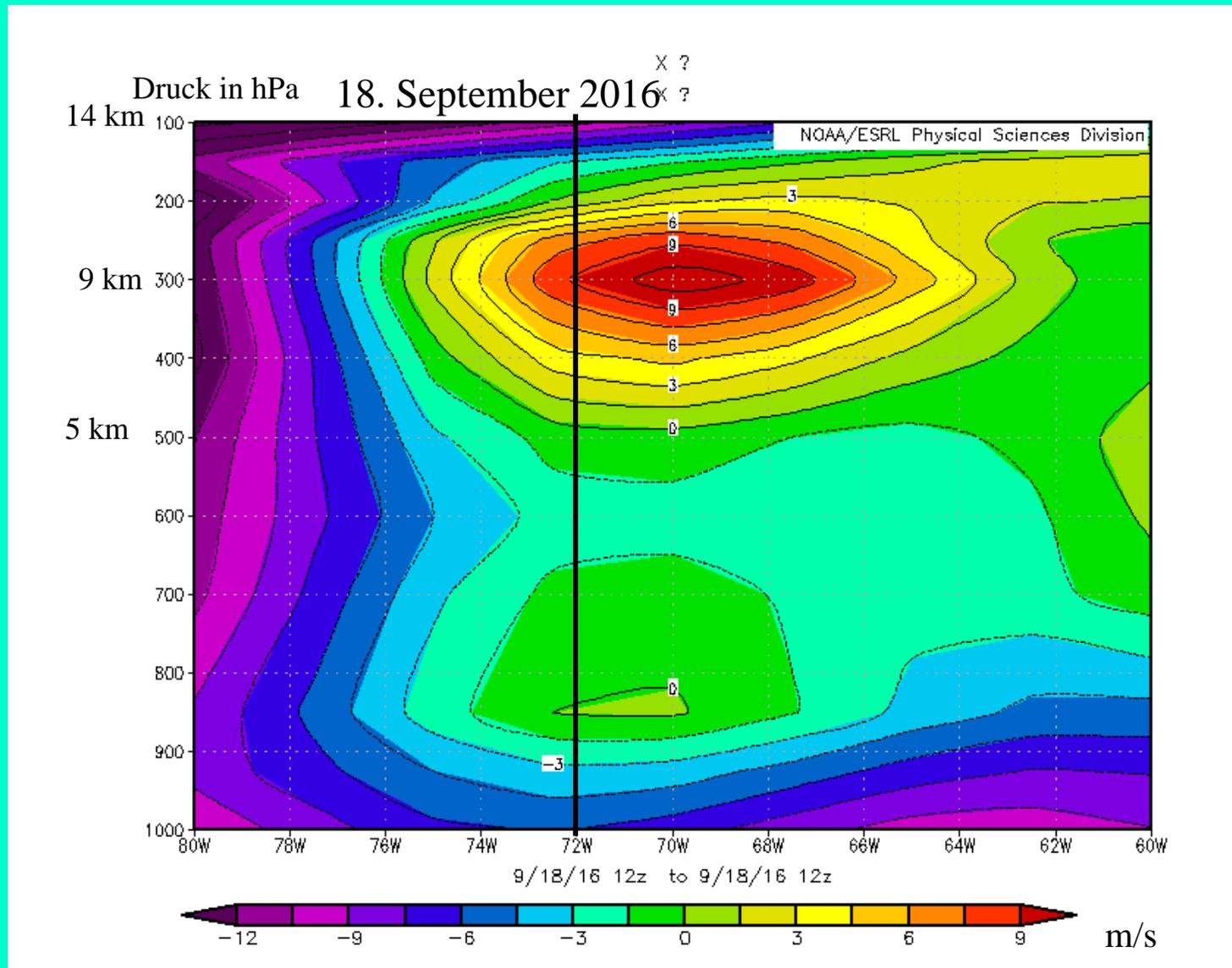
18. September 2016



Druckfeld in ca 5000 m Höhe. • = El Calafate



Zonale Windgeschwindigkeit (West-Ost Richtung)



Meridionale Windgeschwindigkeit. + = Süd , - = Nord

Zur Erinnerung:

Für den Höhenweltrekord von Perlan 1 benötigten Steve Fossett und Einar Enevoldson 5 Wellenflugsaisons.

2002 – 2004: Neuseeland kein Stratosphärenflug

2005: Sierra Nevada 4 Flüge mit Höhen 34 - 42 Tsd. Fuß

2005: Argentinien kein Stratosphärenflug

2006: Argentinien 26. August: 50.700 Fuß



© Perlan Project