



gefördert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit



Früherkennung von Naturgefahren im Lichte des Klimawandels: Extremwetter

CESAR

Charakterisierung des differentiellen Energiegehaltes von Vb-Zyklonen über die Quantifizierung abgestrahlter Schwere- und Infraschallwellen in der Atmosphäre

Sabine Wüst, Ricarda Kramer und Michael Bittner



Knowledge for Tomorrow



UNIA
Universität
Augsburg
University

Diskussion über Zunahme der Häufigkeit und Stärke von Stürmen über Europa vor dem Hintergrund der Klimaerwärmung¹

- Notwendig: verbesserte Prognose von Zugbahn und Intensität
- Notwendig zur Verbesserung der Vorhersagen:
 - Informationen** z.B. hinsichtlich Energiegehalt eines Sturms
 - (d.h. verbesserte Initialisierung von Modellen bzw. Assimilation von Daten zur Verbesserung regionaler Aussagen;
 - Regionalisierung mithilfe statistischer Verfahren können zwar im statistischen Mittel zu verbesserten Aussagen führen, sind aber für den konkreten Einzelfall u.U. nicht zutreffend)

¹ z.B.

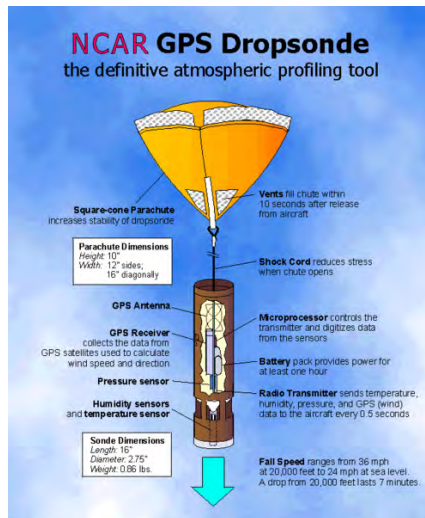
McCabe, G. J., Clark, M. P. und Serreze M. C. (2001). Trends in northern hemisphere surface cyclone frequency and intensity. *Journal of Climate*, 14: 2763-2768.

Ulbrich, U., Pinto, J. G., Kupfer, H., Leckebusch, G. C., Spanghel, T. und Reyers, M. (2008). Changing northern hemisphere storm tracks in an ensemble of IPCC climate change simulations. *Journal of Climate*, 21: 1669 -1679.

Nissen, K. M., Leckebusch, G. C., Pinto, J. G., Renggli, D., Ulbrich, S. und Ulbrich, U. (2010). Cyclones causing wind storms in the Mediterranean: characteristics, trends and links to large-scale patterns. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10: 1379-1391

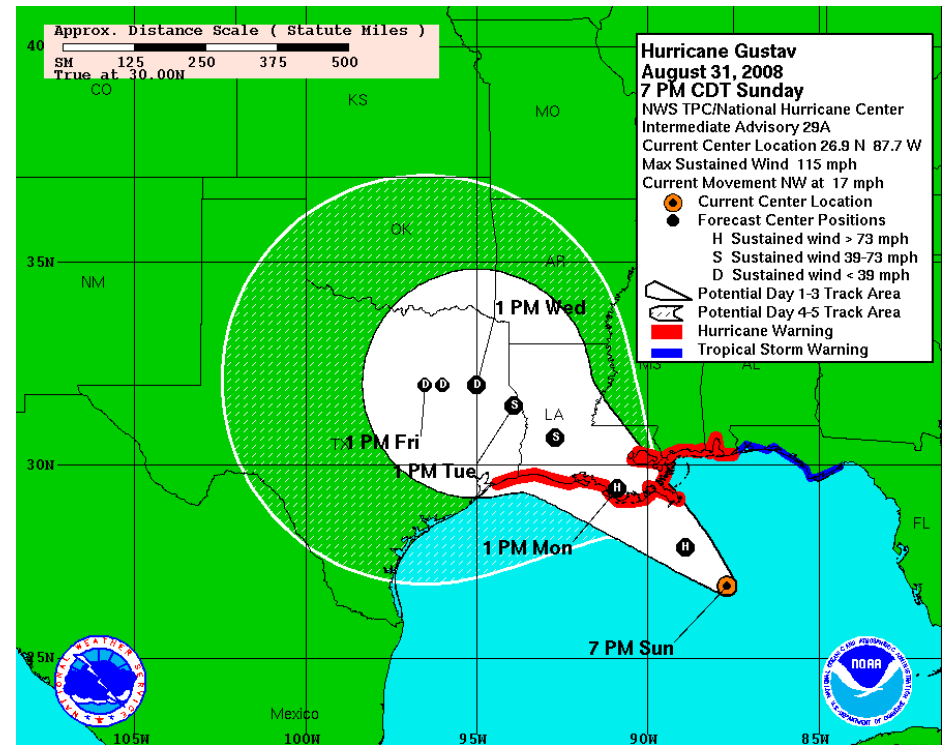


Prognosegüte abhängig von Eingangsdaten



Autor: NASA

Quellen: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Dropsonde.png>,
<http://www.gsfc.nasa.gov/gsfcr/earth/pictures/camex4/dropsonde.gif>

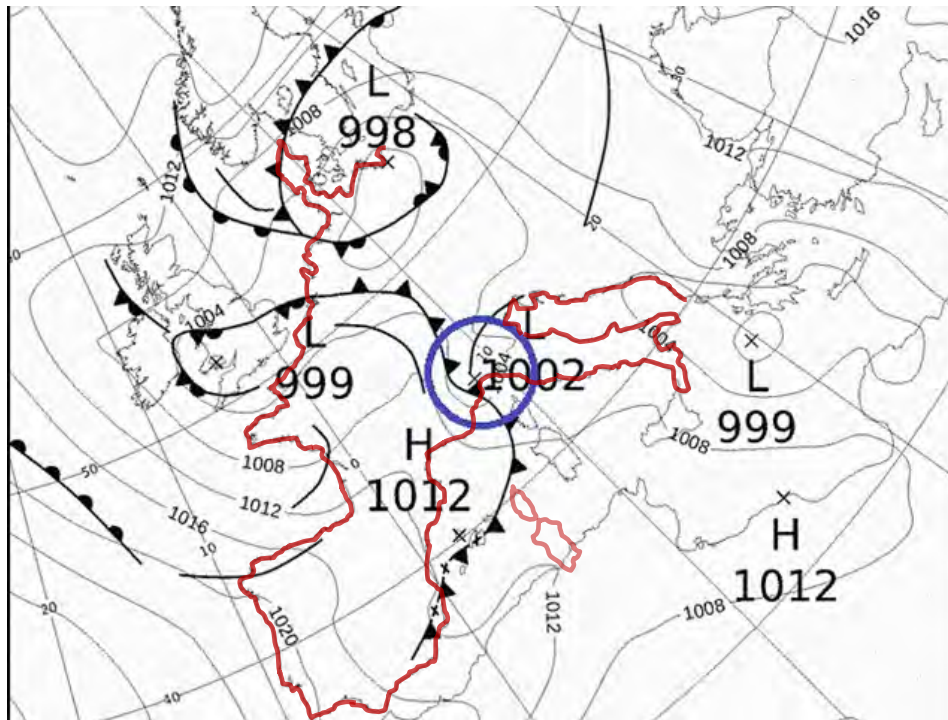


Autor: NOAA/NWS

Quelle: http://www.nhc.noaa.gov/archive/2008/graphics/al07/loop_5W.shtml



Vb-Wetterlage - stark konvektive Ereignisse häufig verbunden mit Starkniederschlägen (z.B. „Jahrtausendhochwässer“)



Mittelfristige Prognose
(Zugbahn & Intensität):
schwierig

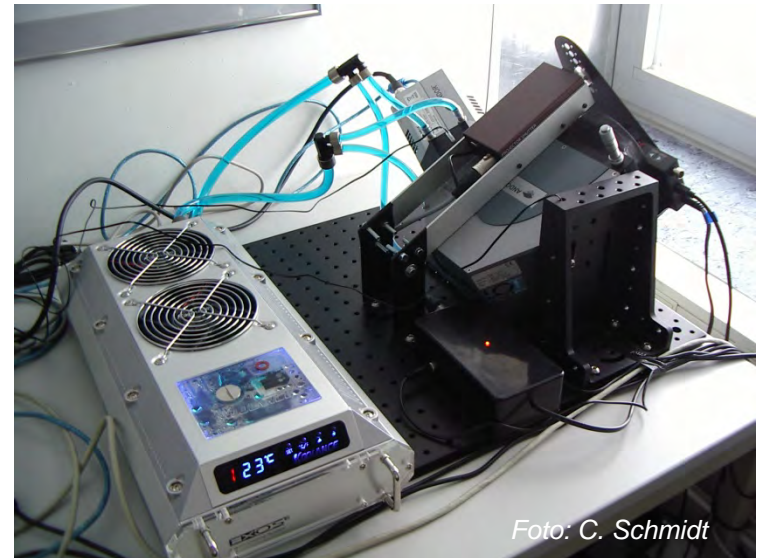
Contains public sector information licensed under the Open Government Licence
Autor: UK MetOffice, Quelle: wetter3.de,
Animation, rote Küstenlinie und Kreis: DLR

29.5.2013, 06 UTC - 31.05.2013 12UTC



Informationen notwendig

- Synoptische Messungen von Wetterdiensten ok, aber nur max. alle 6h; Messungen in kürzeren Abständen teuer und aufwendig
- Besser möglichst durchgängige Messungen, z.B. NDMC-Netzwerk
- Ausgewählte Stationen (GRIPS): Messungen mit hoher zeitlicher Auflösung von 5-15s



NDMC: Mesopause (~87km) ?
Sturm: Troposphäre (~ 0-15km)



Grundlegende Idee des Projektes CESAR

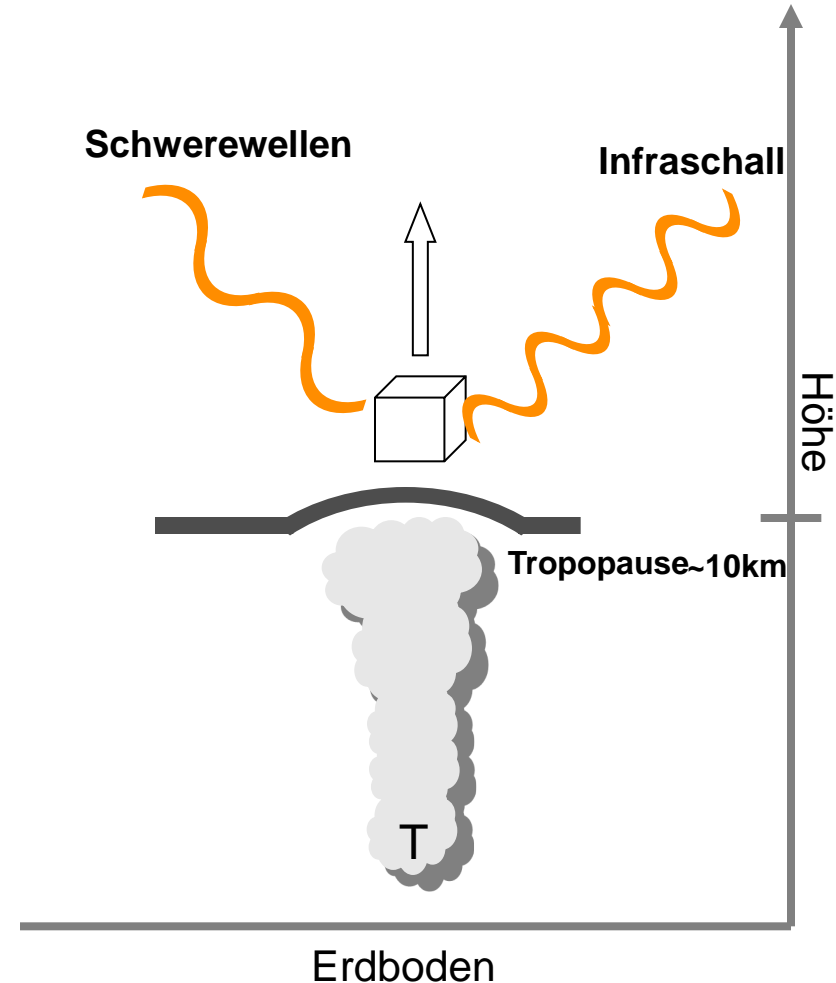
- Stürme strahlen atmosphärische Wellen ab
- Wellen können sich prinzipiell in Atmosphäre ausbreiten
- **Grundlegende Idee:** Änderung des Energieinhaltes der abgestrahlten atmosphärischen Wellenfelder
= Maß für die Änderung des Energieinhaltes des Zyklons

Notwendig:

Nachweis dieser Wellen in Messungen der mittleren Atmosphäre (10-100km)

Zuordnung zum Sturmsystem

Abschätzung der Wellenenergie



Fallbeispiel: „Medicane“ 02. – 09. November 2011

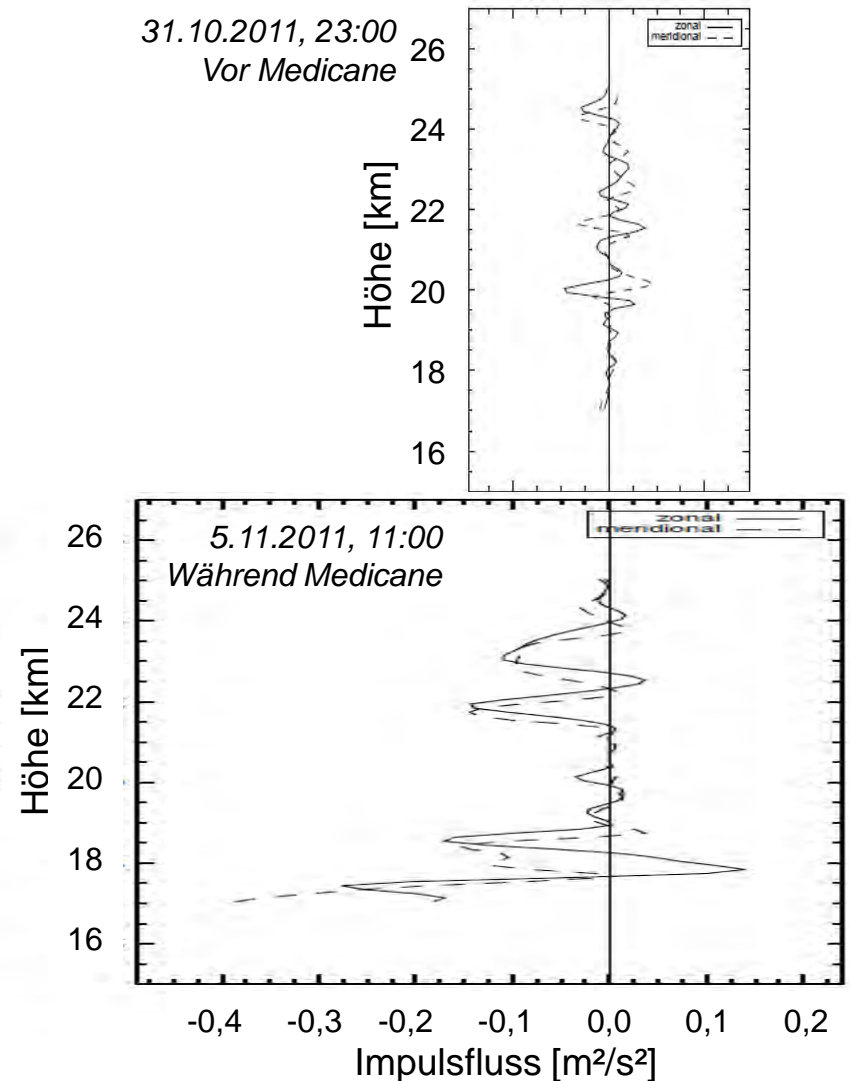
Medicane:

Hurrikanähnliches Phänomen im Mittelmeer (Auge, hohe Windgeschwindigkeiten, andere grundlegende Physik)

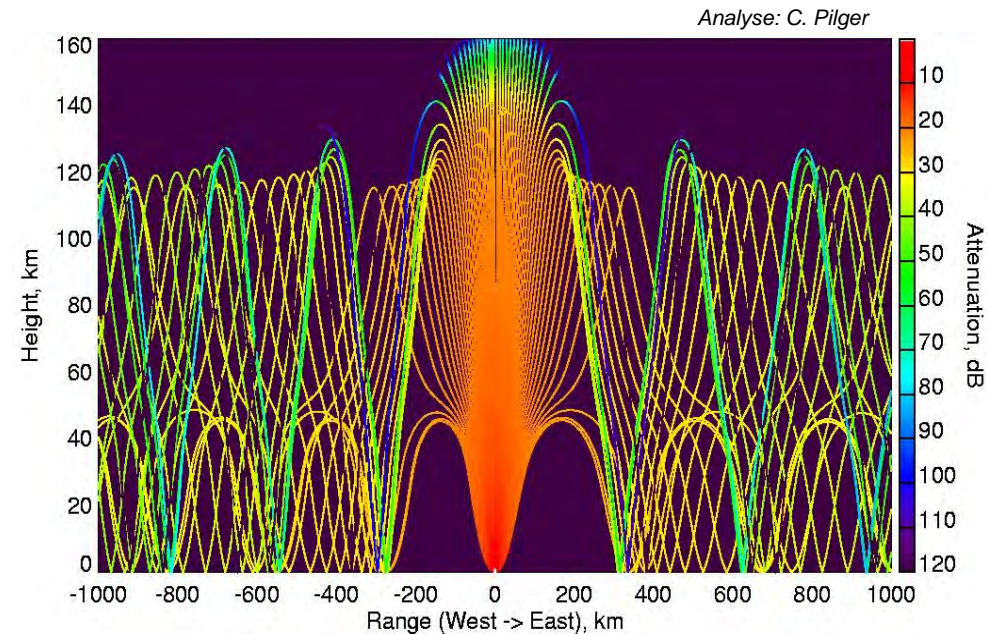
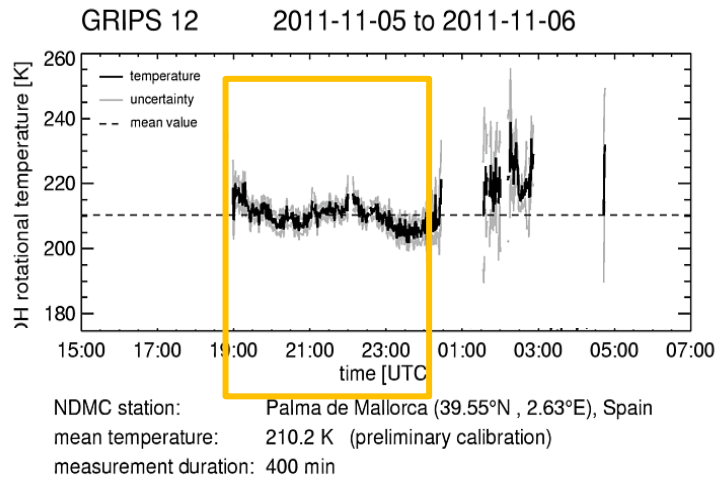
Stratosphäre:

Zusätzlicher Impulsfluss während des Sturms: $3,9 \text{ m}^2/\text{s}^2$

→ ~5-fache Erhöhung



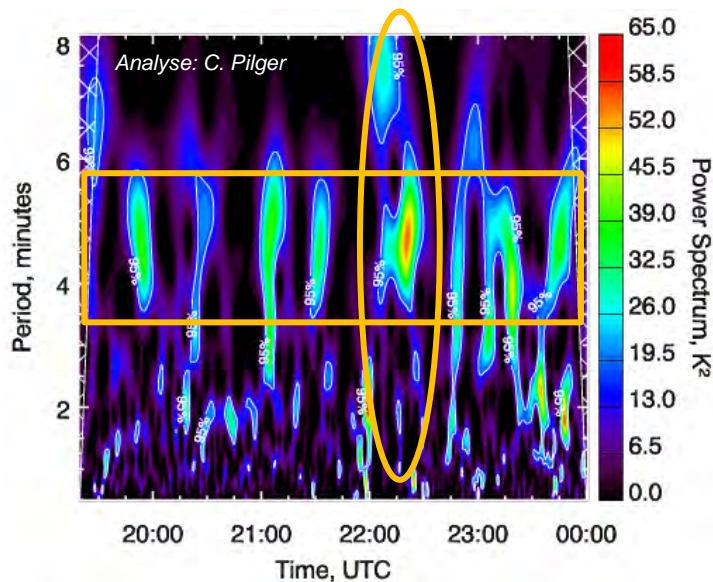
GRIPS Messungen: 5./6. November 2011, Mallorca



- Zeitliche Auflösung von GRIPS-Messungen erlaubt anders als bei Radiosondenmessungen Untersuchung von Infraschall
- Infraschall kann sich sehr gut vertikal in der Atmosphäre ausbreiten



05.11.2011: Langperiodische Infraschallaktivität



Zeitreihenanalyse mit der *Waveletanalyse* zeigt:

- *Langperiodische Infraschall-Signaturen* zwischen 3,5 und 5,5 Minuten
- In Übereinstimmung mit Beobachtungen/ Literaturangaben von Unwettersignaturen (z.B. 4,5 min ^{1,2})

→ Wahrscheinliche Quelle des Infraschalls:
Medicane

¹ Blanc, E. (1985). Observations in the upper atmosphere of infrasonic waves from natural or artificial sources. *Ann. Geo.* 3, 673-687

² Sindelarova, T., Buresova, D., Chum, J. and Hruska, F. (2009). Doppler observations of infrasonic waves of meteorological origin at ionospheric heights. *Advances in Space Research* 43, 1644–1651.



Zusammenfassung

- Tiefdruckgebiete produzieren Infraschall und Schwerewellen
- Fallstudien zeigen: Infraschall und Schwerewellen können sich bis in die Mesopause ausbreiten
- Starke Tiefdruckgebiete (Fallstudie Medicane) erhöhen den Impulsfluss durch Schwerewellen etwa um das Fünffache im Vergleich zu ruhigen Wetterbedingungen



Perspektive

- Technologische Weiterentwicklung von GRIPS
 - Verbesserte zeitl. Auflösung → Sensitivität für größeren Infrarotbereich
 - Automatische Wolkendetektion
 - Tageslichtfähigkeit
- Jetzige Ergebnisse Grundlage für Zusammenarbeit mit Modellierern bzgl.
 - Überprüfung, ob sich allein die Integration von sturminduzierter Schwerwellenaktivität lokal positiv auf die Prognosegüte von Wettermodellen auswirkt
 - Diskussion, in Form welcher Variablen die Information über Fähigkeit eines Sturmsystems atmosphärische Wellen zu generieren, in das Modell eingebracht werden kann
- GRIPS auf Satellit?

