



Extremereignisse im Klimawandel: Was erwartet uns?

Douglas Maraun & David Kneidinger
Forschungsgruppe Regionales Klima

Hintergrund



Wie hat der Klimawandel solche Extremereignisse bereits beeinflusst?

Worauf müssen wir uns künftig einstellen?

Menti Fragen



www.menti.com

Code: 3840 3084



Forschungsgruppe Regionaler Klimawandel



Klimaprozesse: Wie funktionieren Extremereignisse? Im Klimawandel?

Klimaprognosen: Was können wir über regionale Klimaänderungen sagen?

Schnittstelle: Wie stellen wir Informationen kontextrelevant bereit?

Wie hat der Klimawandel Extremereignisse schon beeinflusst?

Menti-Frage

Was bedeuten Aussagen wie die folgende eigentlich in der Regel?

“Die Hitzewelle wäre ohne Klimawandel quasi unmöglich gewesen.” [z.B. 49,7°C für Kanada 2021]

Ohne Klimawandel

- a) hätte es keine Hitzewelle gegeben;
- b) hätte es eine deutlich schwächere ($\sim 35^{\circ}\text{C}$) Hitzewelle gegeben;
- c) hätte es eine schwächere ($\sim 47^{\circ}\text{C}$) Hitzewelle gegeben.

Menti-Frage

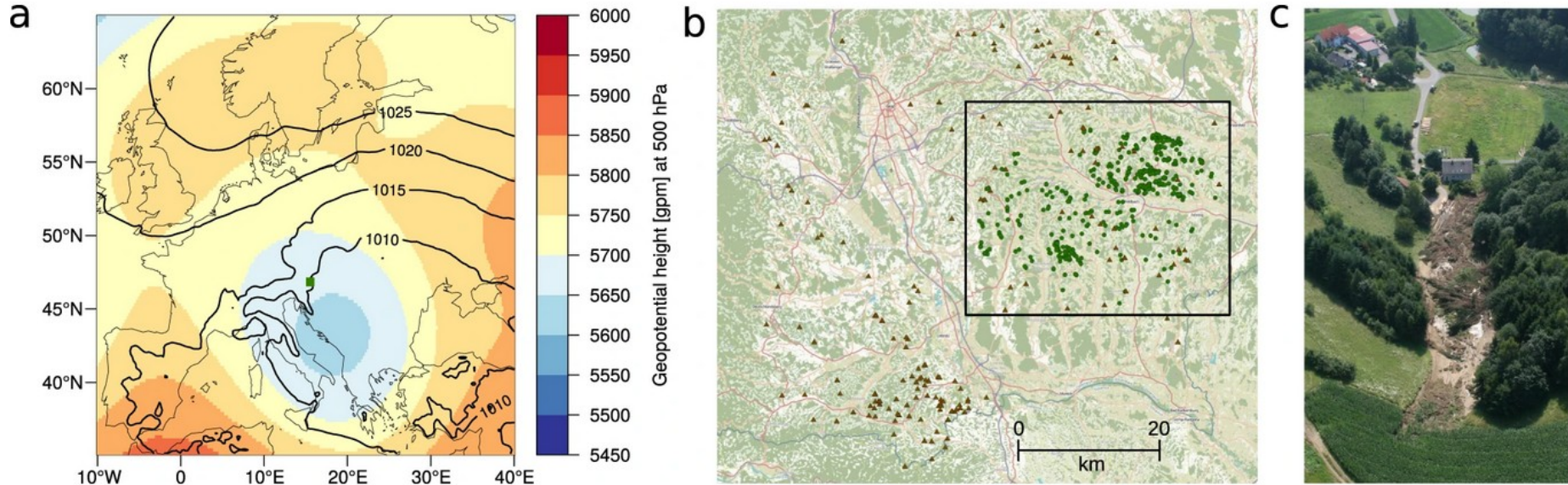
Was bedeuten Aussagen wie die folgende eigentlich in der Regel?

“Diese Hitzewelle von 49,7 °C wäre ohne Klimawandel quasi unmöglich gewesen.”

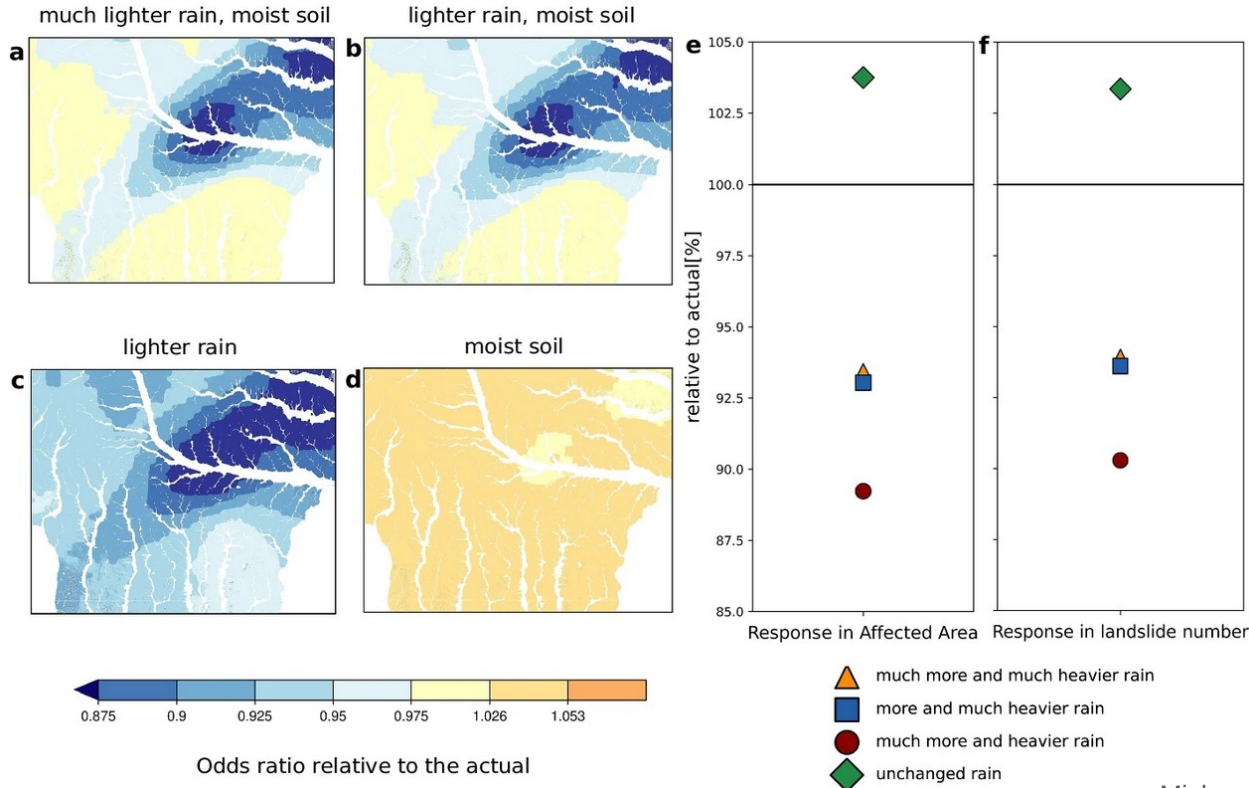
Ohne Klimawandel

- a) hätte es keine Hitzewelle gegeben;
- b) hätte es eine deutlich schwächere ($\sim 35^{\circ}\text{C}$) Hitzewelle gegeben;
- c) hätte es eine schwächere ($\sim 47^{\circ}\text{C}$) Hitzewelle gegeben.**

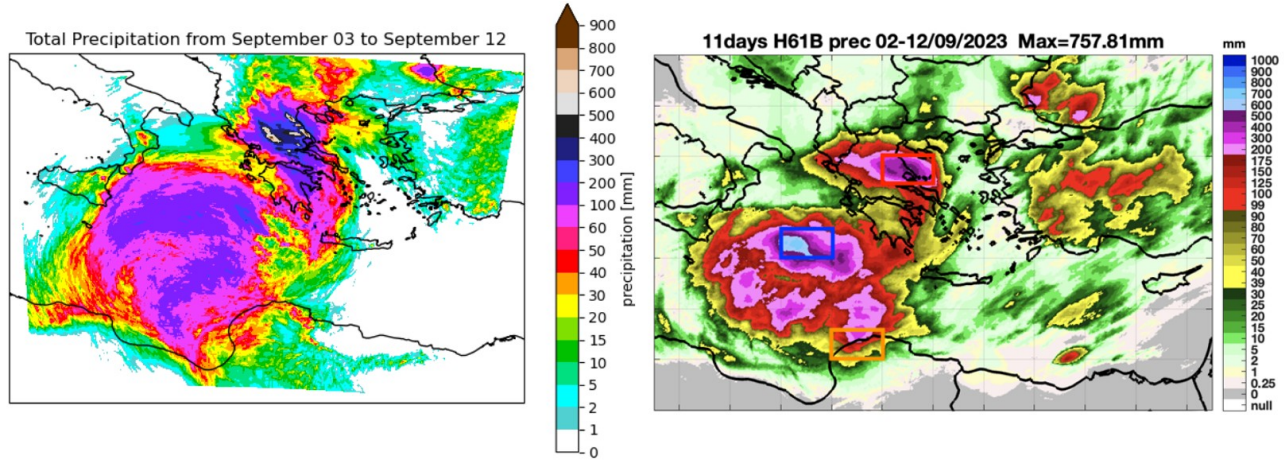
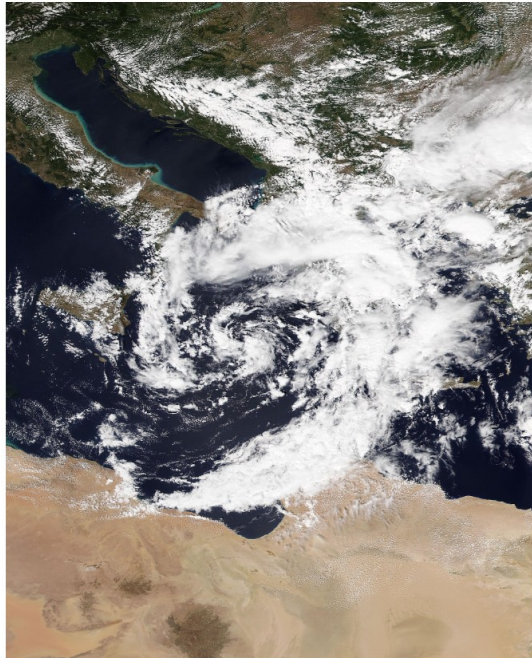
Mehr als 1000 Hangrutschungen in der Region Feldbach im Juni 2009



Der Klimawandel war bereits für bis zu 10% der Hangrutschungen verantwortlich



Sturm Daniel hat im September 2023 Griechenland verwüstet und als Medicane in Libyen eine Katastrophe ausgelöst.



Gesamtniederschlag. Links: Modell. Rechts: Beobachtung

Menti-Frage

Wie hat der Klimawandel die Niederschläge von Sturm Daniel über Libyen beeinflusst?

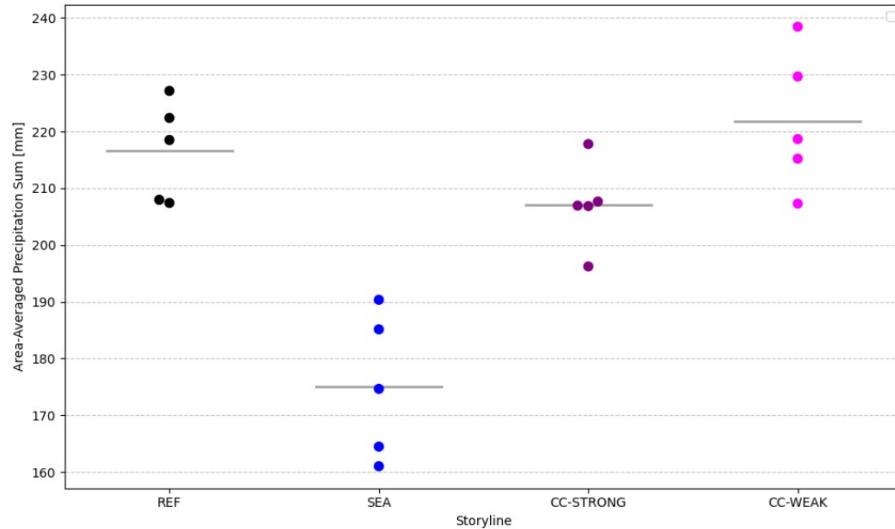
- a) gar nicht;
- b) er hat sie etwas (~10 Prozent) verstärkt;
- c) er hat sie deutlich (mehr als 30%) verstärkt.

Menti-Frage

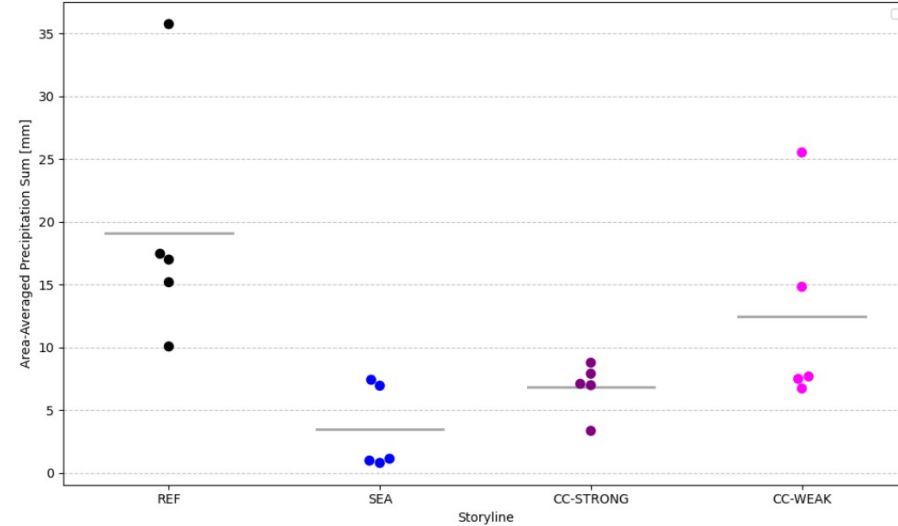
Wie hat der Klimawandel die Niederschläge von Sturm Daniel über Libyen beeinflusst?

- a) gar nicht;
- b) er hat sie etwas (~10 Prozent) verstärkt;
- c) er hat sie deutlich (mehr als 30%) verstärkt.**

Ohne Hitze im Mittelmeer und Klimawandel wäre der Niederschlag über Libyen deutlich schwächer gewesen.

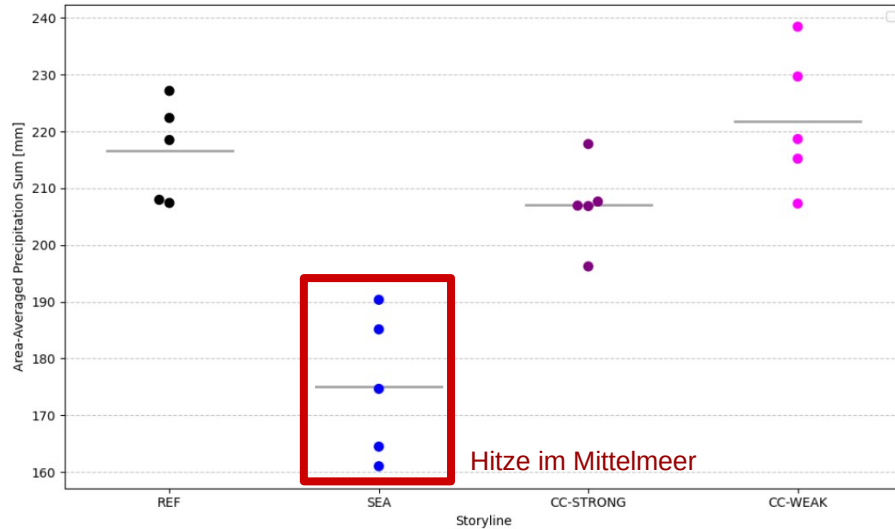


Griechische Phase

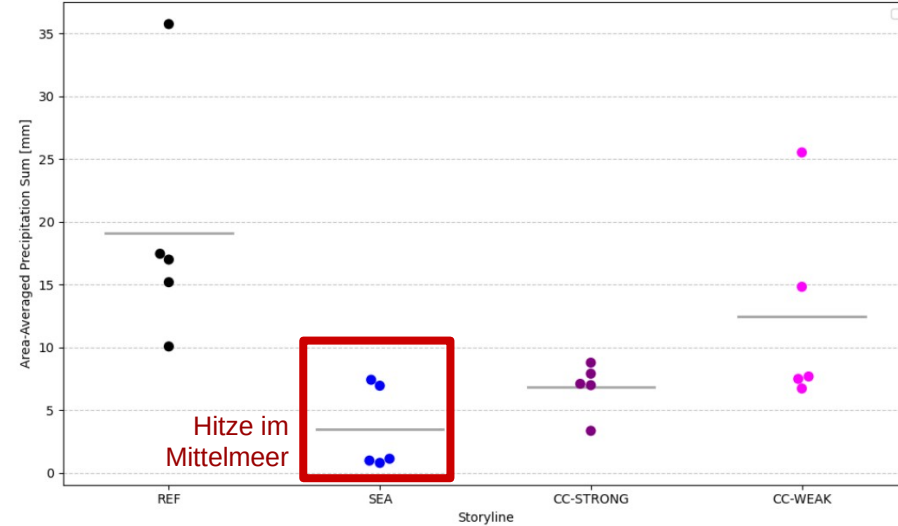


Libysche Phase

Ohne Hitze im Mittelmeer und Klimawandel wäre der Niederschlag über Libyen deutlich schwächer gewesen.

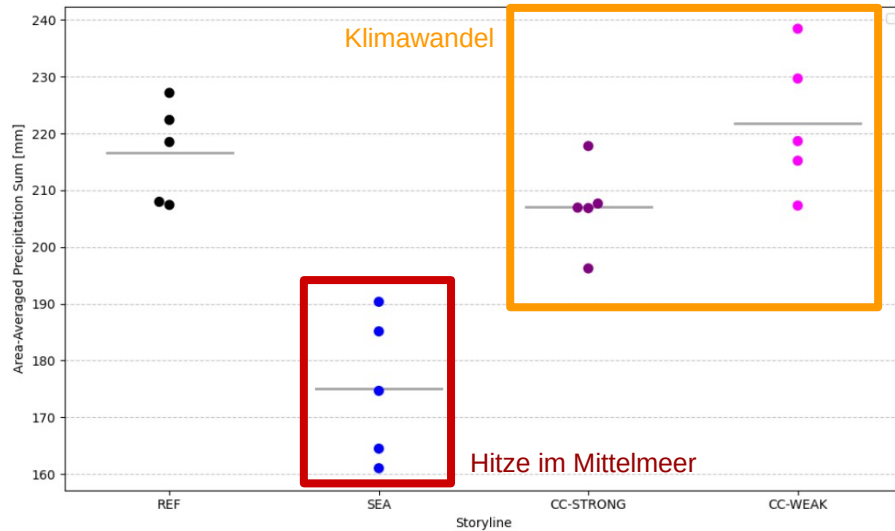


Griechische Phase

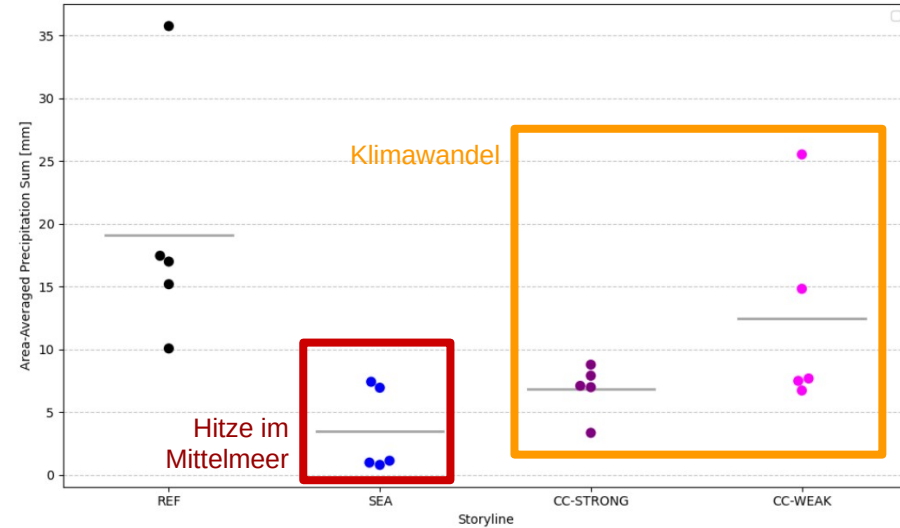


Libysche Phase

Ohne Hitze im Mittelmeer und Klimawandel wäre der Niederschlag über Libyen deutlich schwächer gewesen.



Griechische Phase

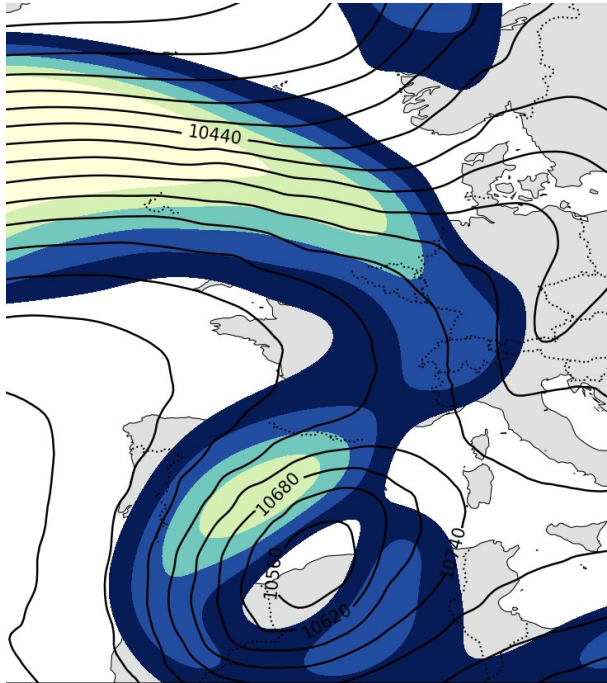


Libysche Phase

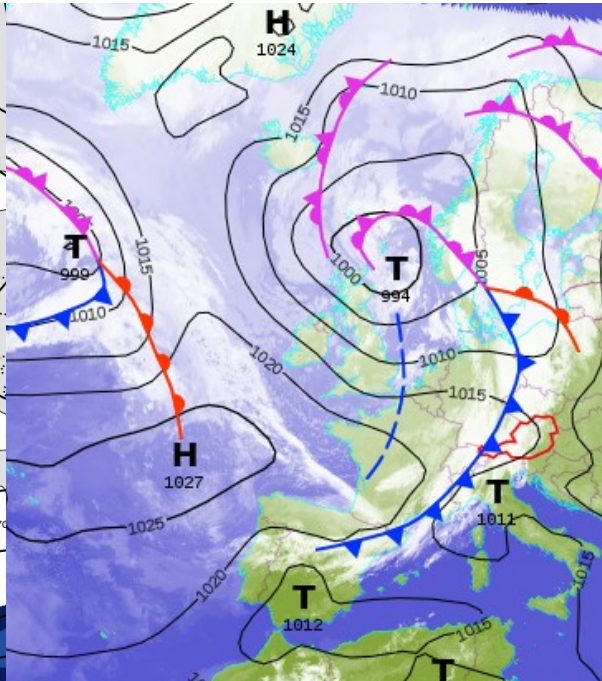
Worauf müssen wir uns zukünftig einstellen?

Extremwetter Phänomene

Cut-Off Low



Wetterfronten

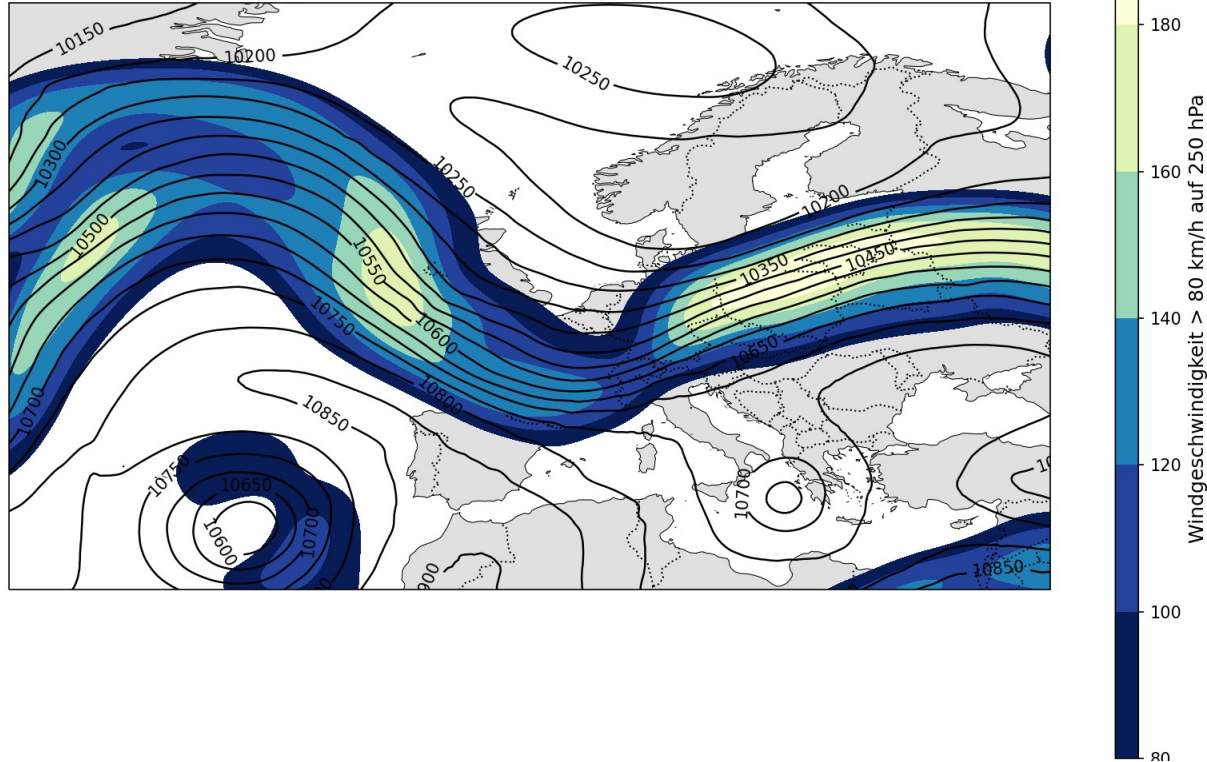


Mesoskalige Konvektive Systeme

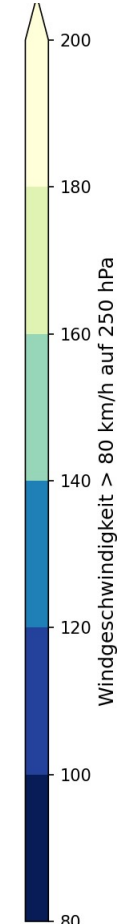
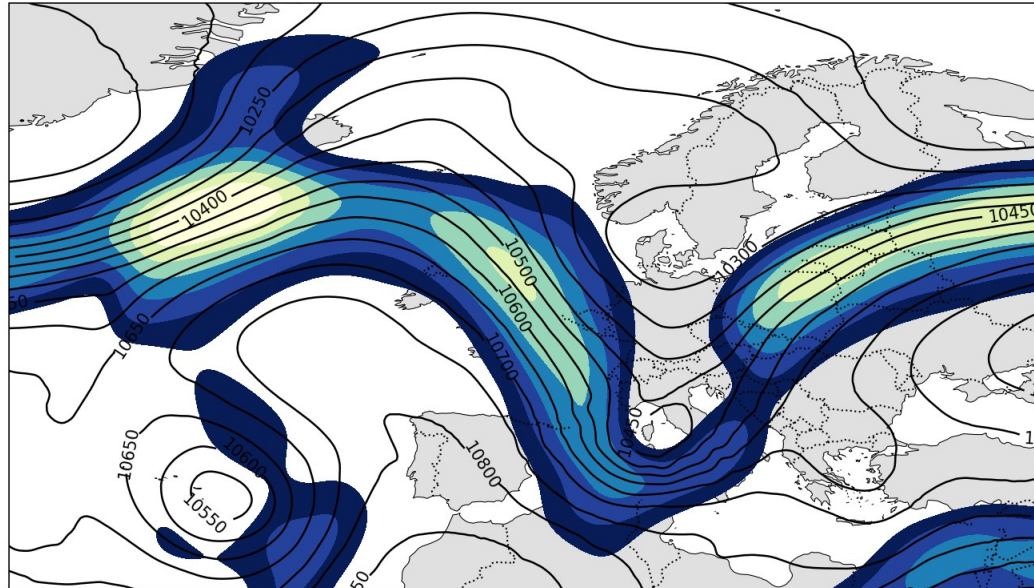


Was ist ein Cut-Off Low?

Cut-Off Low - Jetstream & Geopotenzial (250 hPa, ca. 10 km Höhe)
2009-06-20 00:00 UTC

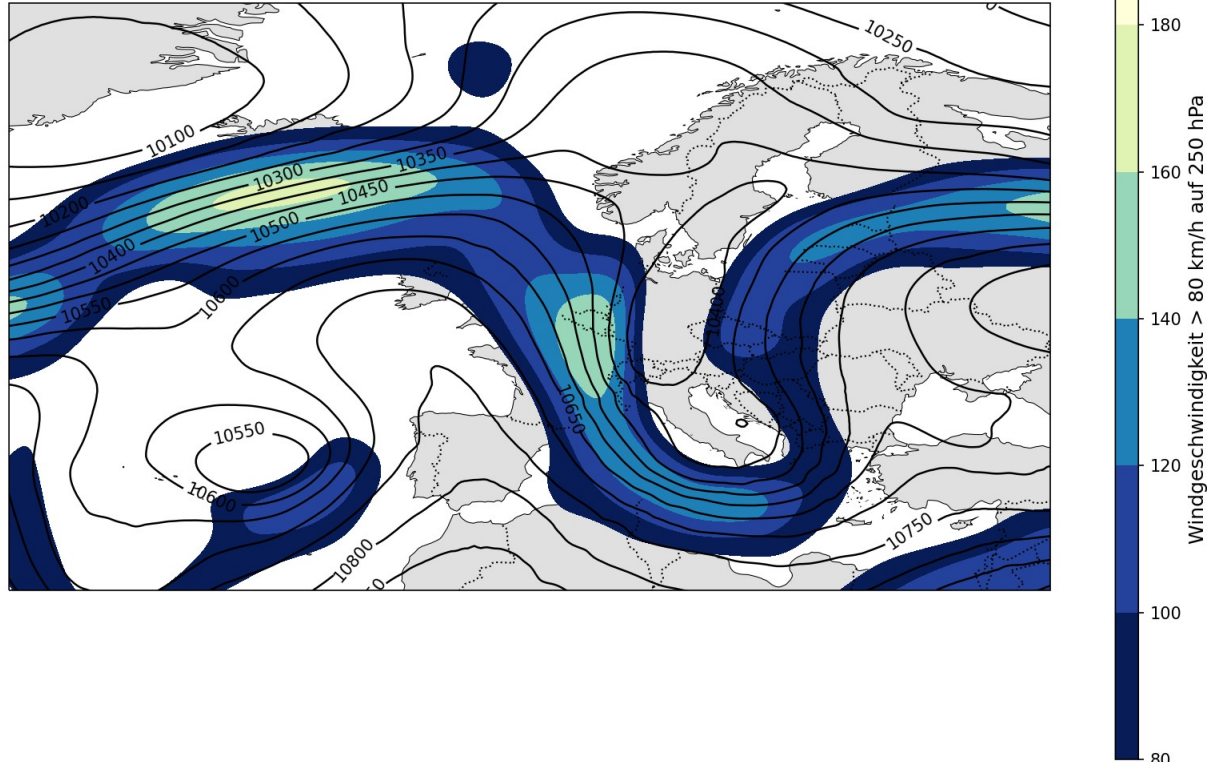


Wegener Center



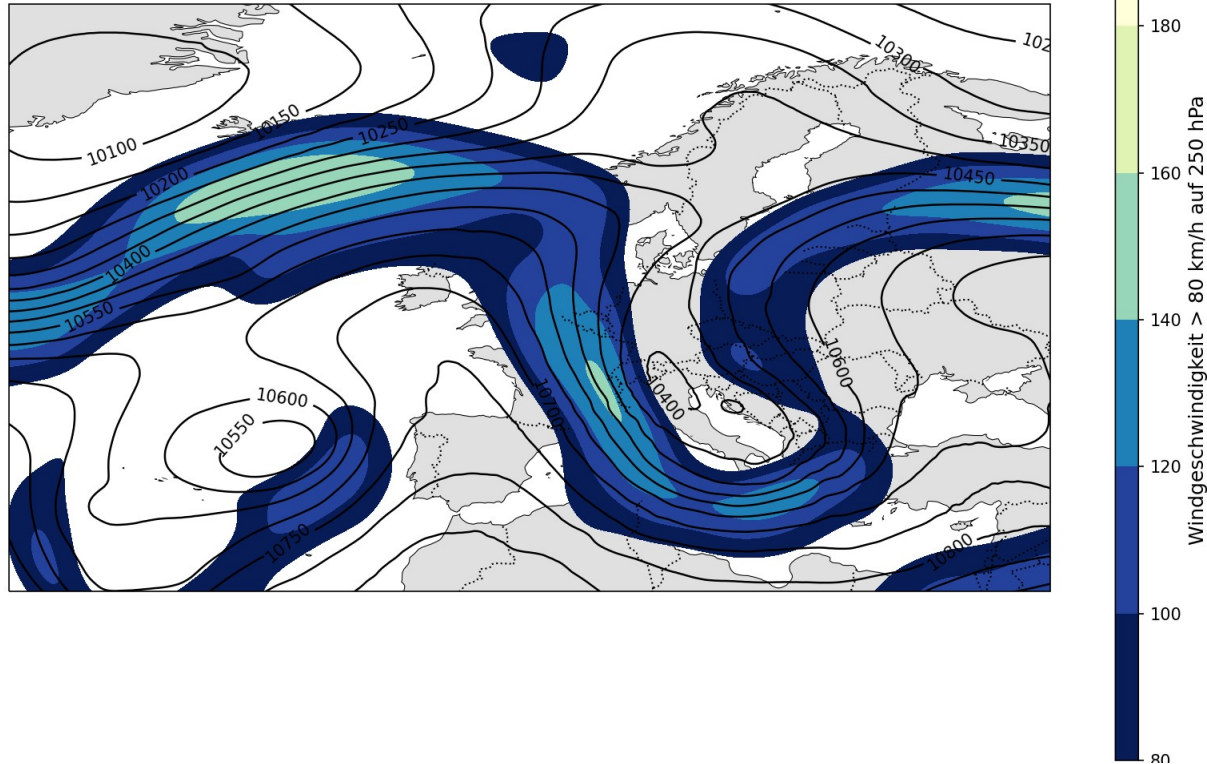
Was ist ein Cut-Off Low?

Cut-Off Low - Jetstream & Geopotenzial (250 hPa, ca. 10 km Höhe)
2009-06-22 06:00 UTC



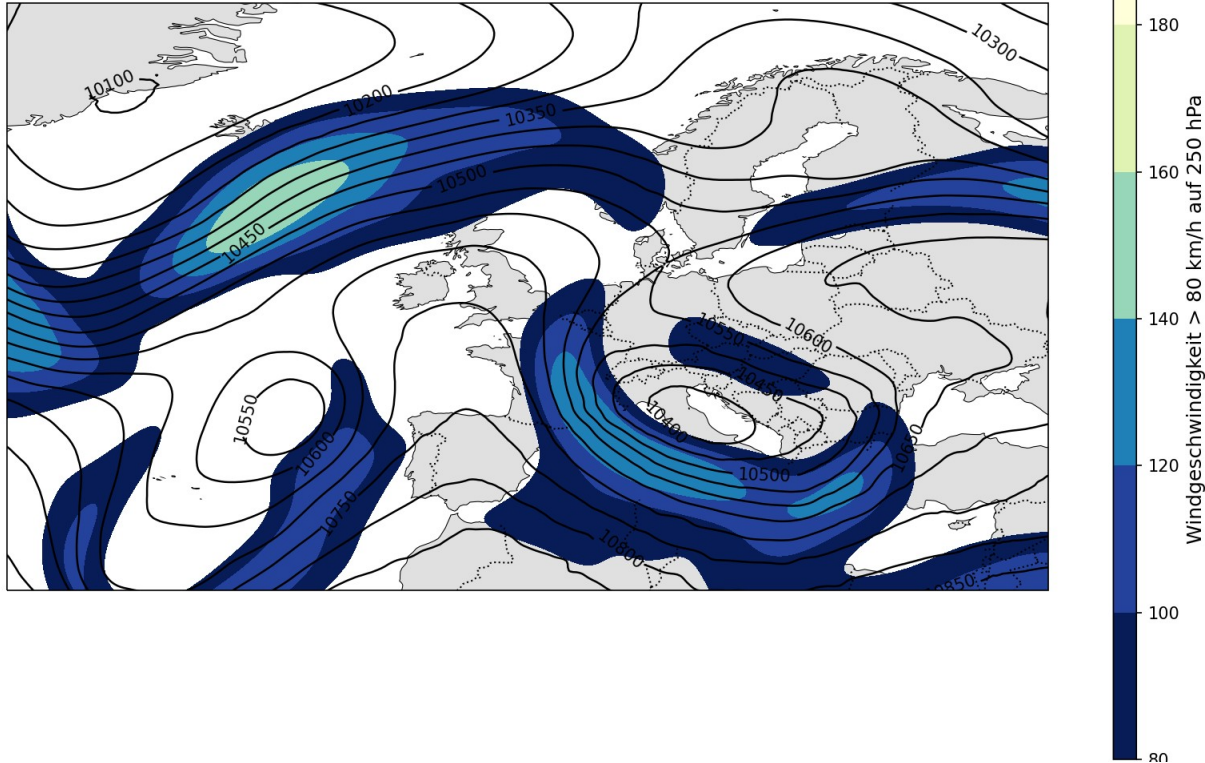
Was ist ein Cut-Off Low?

Cut-Off Low - Jetstream & Geopotenzial (250 hPa, ca. 10 km Höhe)
2009-06-22 12:00 UTC



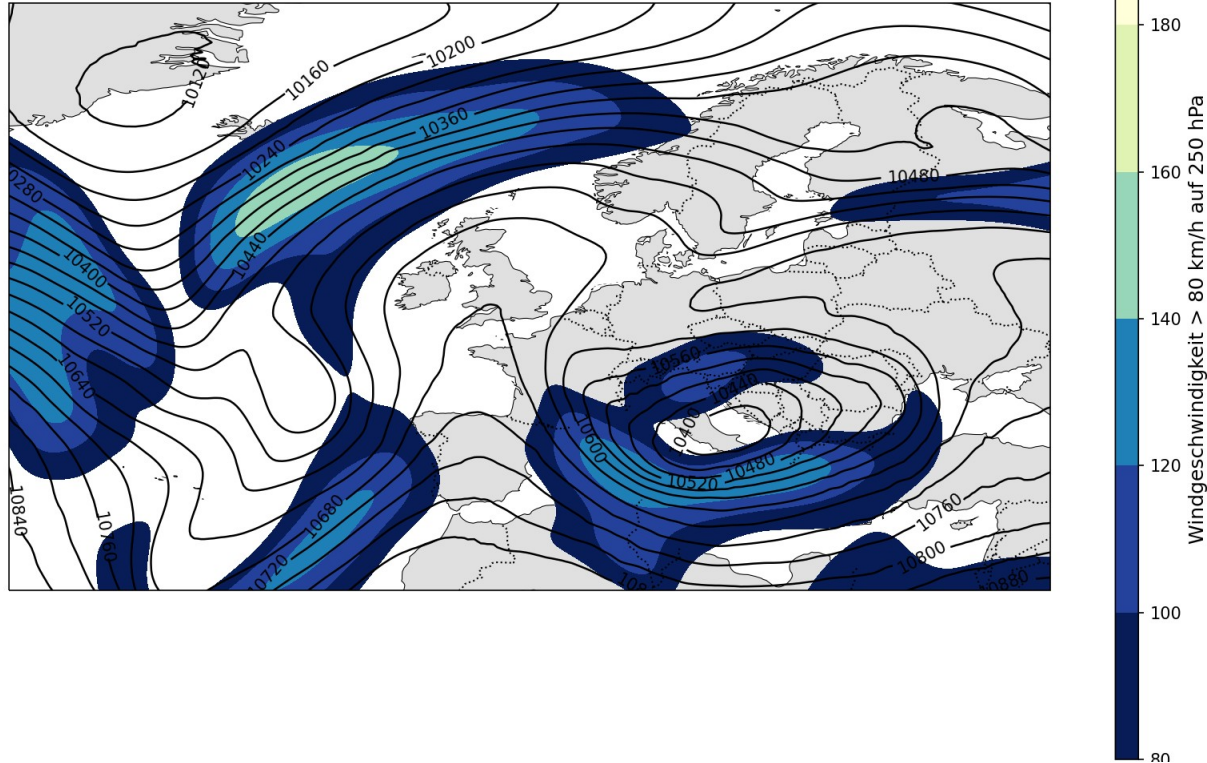
Was ist ein Cut-Off Low?

Cut-Off Low - Jetstream & Geopotenzial (250 hPa, ca. 10 km Höhe)
2009-06-23 00:00 UTC



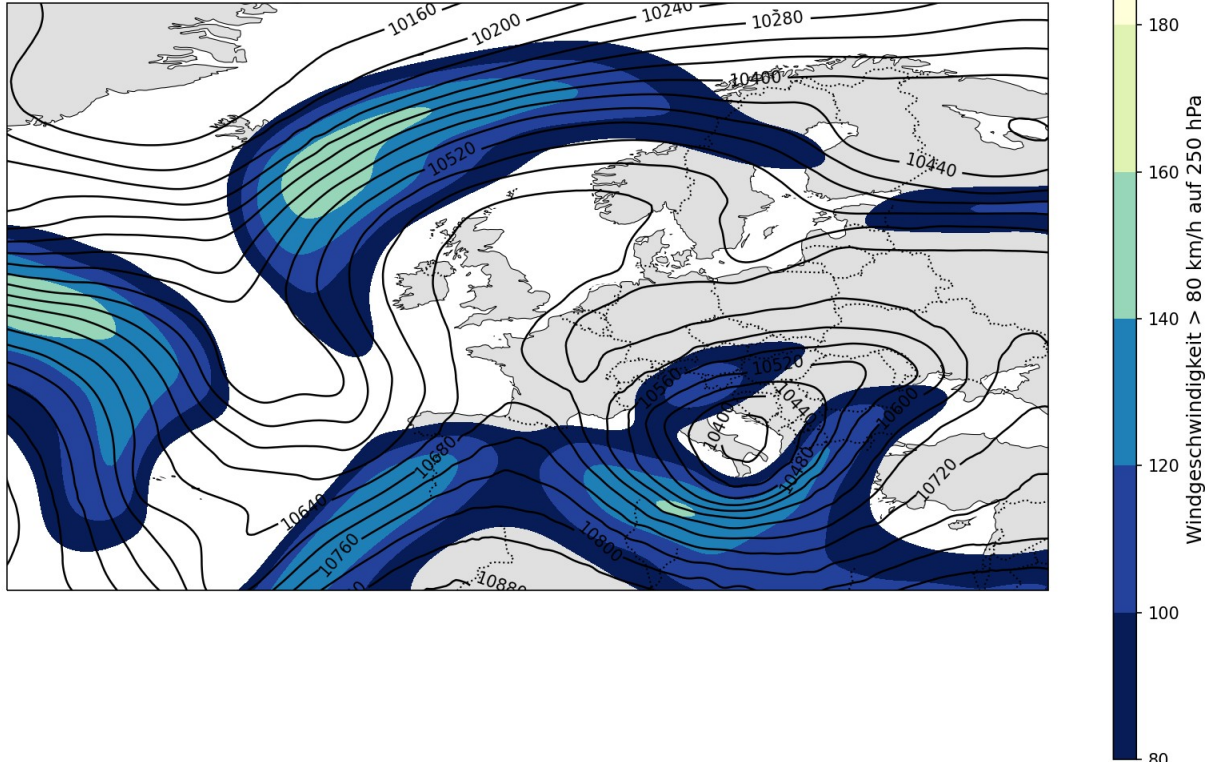
Was ist ein Cut-Off Low?

Cut-Off Low - Jetstream & Geopotenzial (250 hPa, ca. 10 km Höhe)
2009-06-23 12:00 UTC



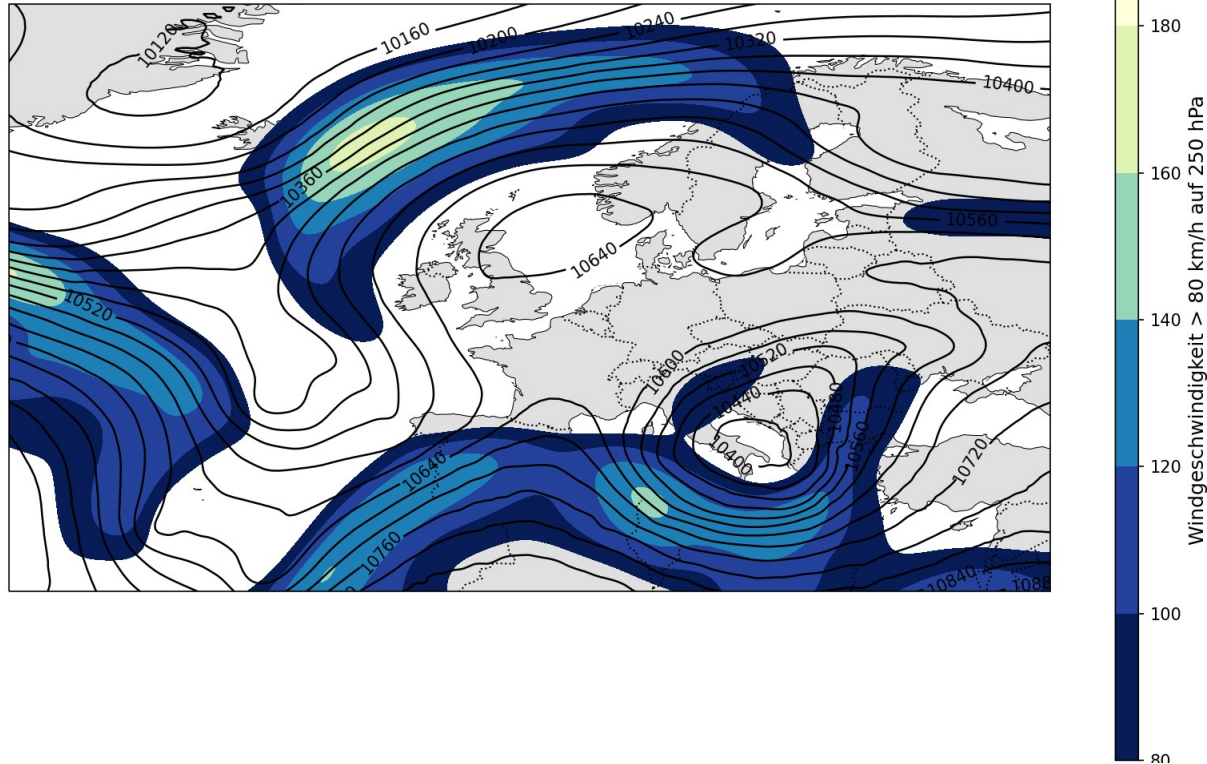
Was ist ein Cut-Off Low?

Cut-Off Low - Jetstream & Geopotenzial (250 hPa, ca. 10 km Höhe)
2009-06-24 00:00 UTC



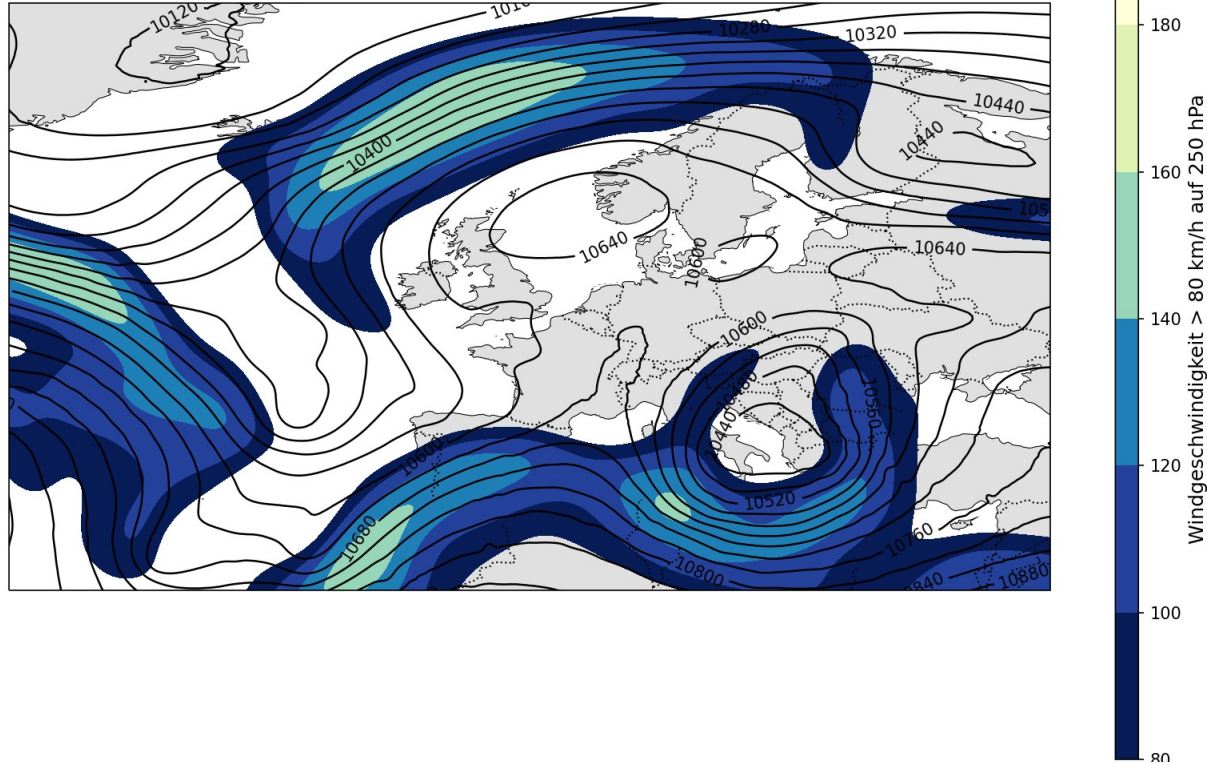
Was ist ein Cut-Off Low?

Cut-Off Low - Jetstream & Geopotenzial (250 hPa, ca. 10 km Höhe)
2009-06-24 06:00 UTC



Was ist ein Cut-Off Low?

Cut-Off Low - Jetstream & Geopotenzial (250 hPa, ca. 10 km Höhe)
2009-06-24 12:00 UTC



Menti-Frage

Warum sind Cut-Off Lows so schlimm?

Weil sie ...

- a) sich so langsam bewegen;
- b) sich so schnell bewegen;
- c) hohe Niederschlagsraten haben;

Menti-Frage

Warum sind Cut-Off Lows so schlimm?

Weil sie ...

- a) sich so langsam bewegen;**
- b) sich so schnell bewegen;
- c) hohe Niederschlagsraten haben;**

Die stationäre Gefahr: Warum Cut-Off Lows so tückisch sind

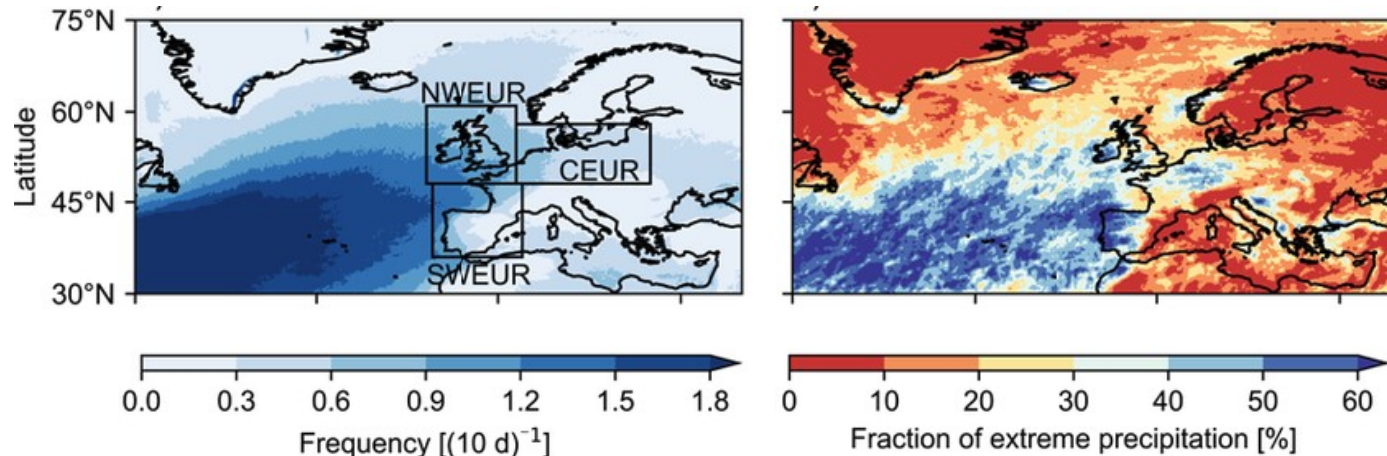
- Durch die Abkopplung vom Jetstream bleiben die Systeme stationär, bewegen sich also nur langsam.
- Stationäre Lage führt zu langanhaltendem Regen in derselben Region.
- Dies ist oft Auslöser für Katastrophen: Hangrutschungen 2009, Ahr Hochwasser 2021, NÖ 2024, aber auch Valencia 2024, ...

Langlebige Cut-Off Lows werden in Zukunft häufiger

- Die "Saison" für diese Extremereignisse in Europa wird sich in den **Frühling** ausdehnen.
- Besonders betroffen sind die **langlebigsten und stärksten** Events (**Zunahme bis zu 70%**).
- Der Effekt im Frühling wird teilweise kompensiert durch erhöhte Geschwindigkeit.
- Leichte Verschiebung in Richtung Norden Europas.

Wetterfronten

- Am häufigsten treten sie entlang der Zugbahn der Tiefdruckgebiete über dem Nordatlantik auf.
- Kaltfronten sind im Winter in Teilen Europas für bis zu 50% des stündlichen Extremniederschlags verantwortlich.

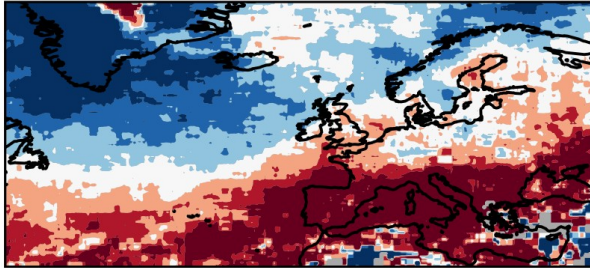


Stärkere Extreme

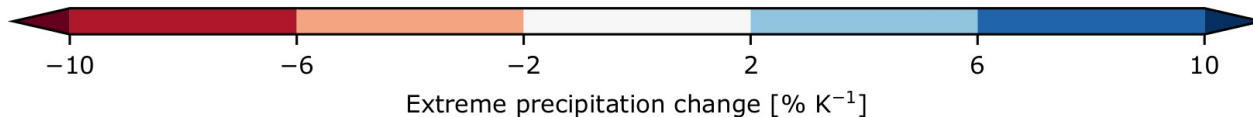
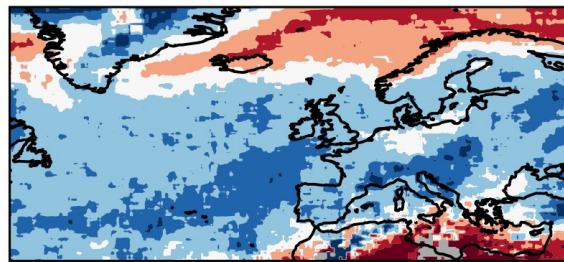
- Extremniederschlag durch Fronten steigt **über 10% pro Grad globale Erwärmung**.
- Verschiebung der Zugbahnen in Richtung Norden.

Änderung des Starkniederschlags in Prozent pro Grad

Sommer

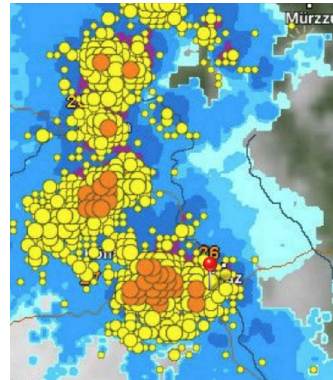
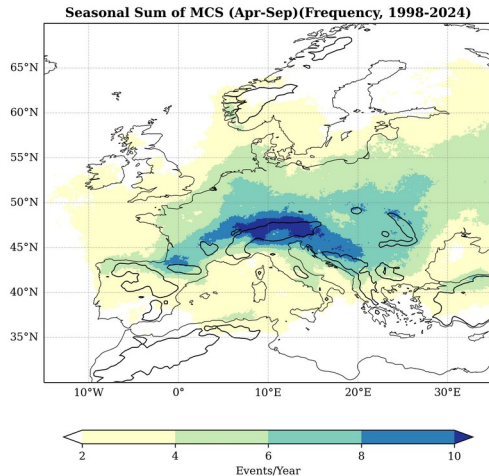


Winter



Mesoskalige Konvektive Systeme

- Ausdehnung bis über 10 000 km² und Lebensdauer bis deutlich über 10 Stunden.
- Verantwortlich für bis zu ~30% des gesamten Extremniederschlags im Sommer.



Wie werden sich Mesoskalige Konvektive Systeme in Zukunft verhalten?

Diese Frage werden wir in den kommenden Jahren im Rahmen des ACRP Projekts MoCCA beantworten.

Menti-Frage

Wie werden sich Jahrhundert-Hitzewellen im Klimawandel ändern?

- a) stärker als moderate Hitzewellen;
- b) so stark wie moderate Hitzewellen;
- c) schwächer als moderate Hitzewellen.

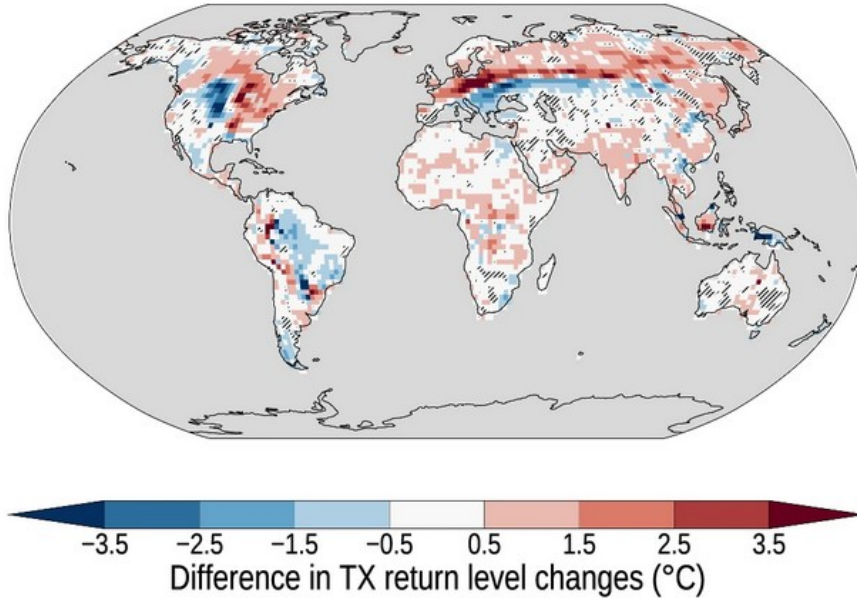
Menti-Frage

Wie werden sich Jahrhundert-Hitzewellen im Klimawandel ändern?

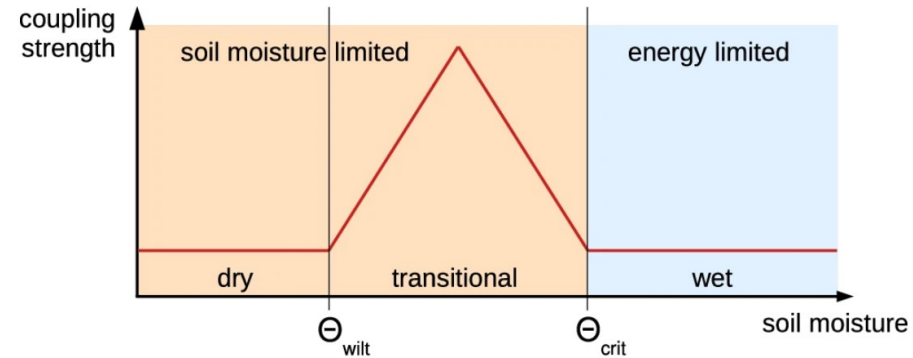
- a) stärker als moderate Hitzewellen;**
- b) so stark wie moderate Hitzewellen;**
- c) schwächer als moderate Hitzewellen.**

[je nach Region]

Extreme Hitze kann sich deutlich anders ändern als moderate Hitze



Ursache: Änderung in der Kopplung von Bodenfeuchte und Temperatur



Unterschied in der Änderung von 200-Jahres Hitze und 2-Jahres Hitze