



Univers

Müssen wir in Zukunft vermehrt mit extremerem Hochwasser rechnen?

Universität für Bodenkultur, Wien

Institut für Meteorologie

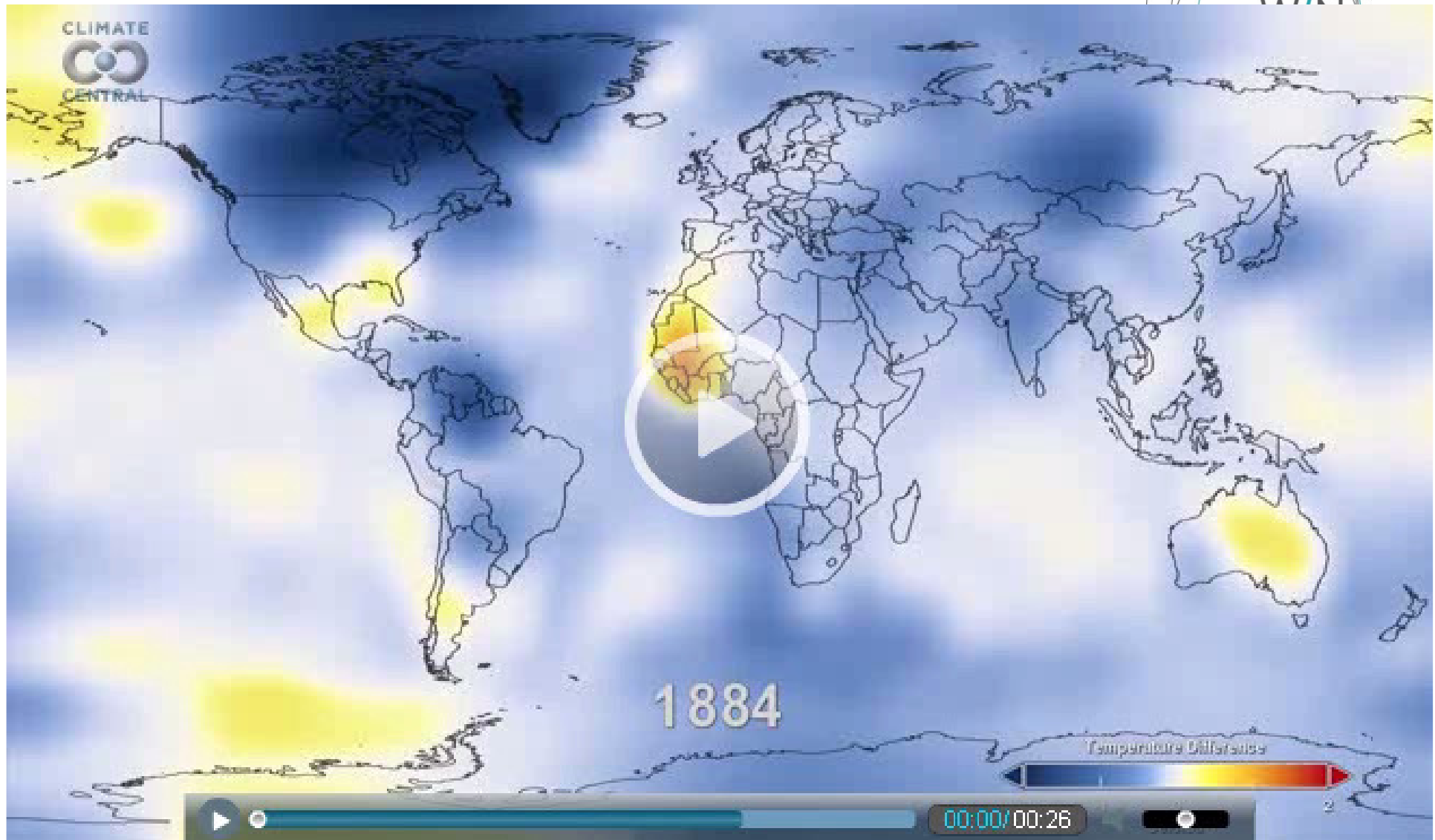
und

Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit

Univ. Prof. Dr. Helga Kromp-Kolb



131 Jahre Temperaturentwicklung





Gedankengang

- Extremereignisse - ein Grund zur Besorgnis
- Was heißt „extrem“
- Annäherungsmöglichkeiten
- Hochwasser: die Zutaten und deren Veränderungen

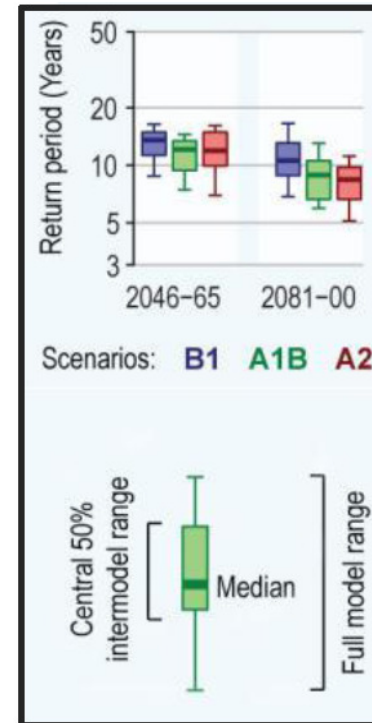
IPCC 2014 (Band 2): 5 Gründe für Besorgnis



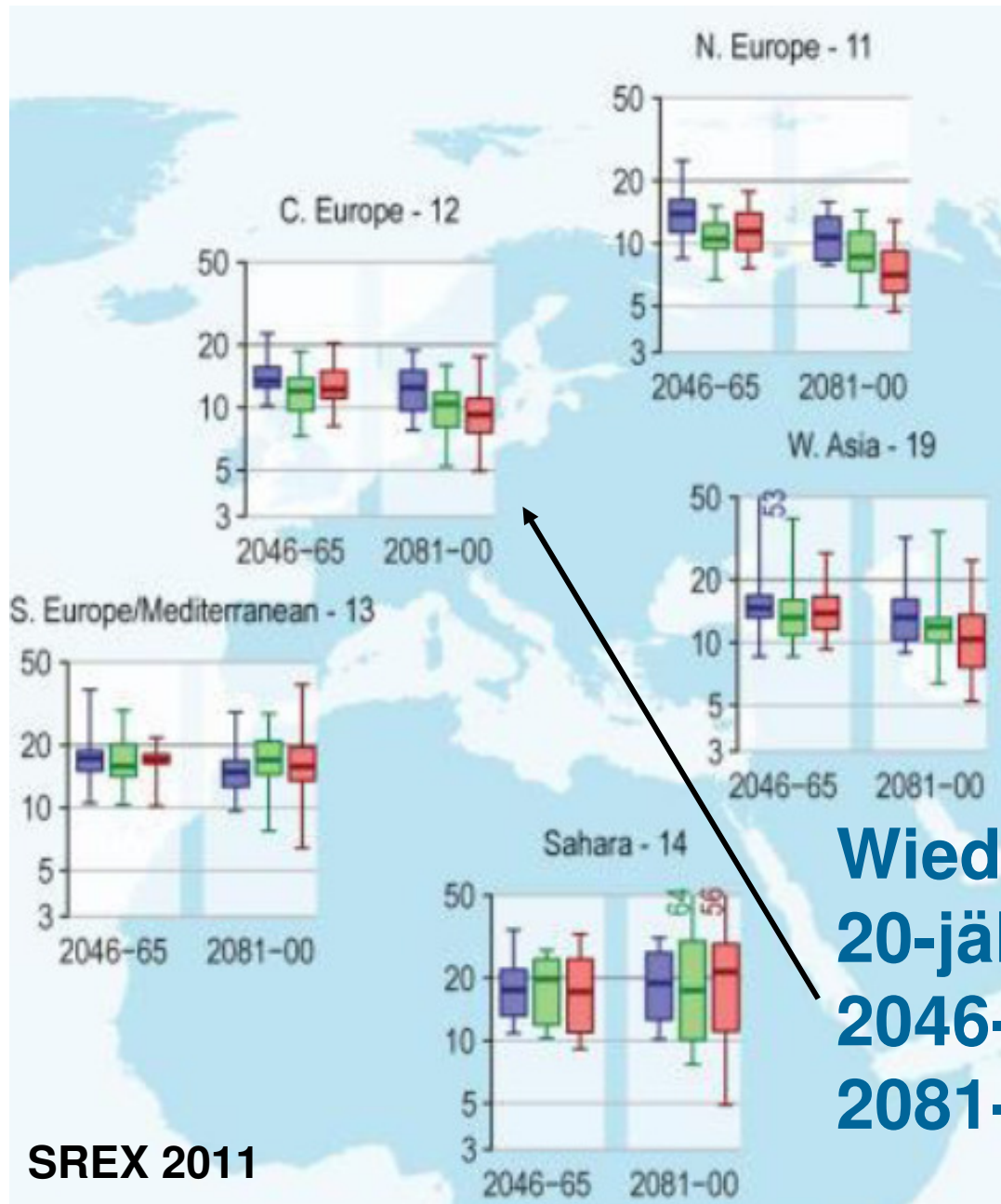
- Einzigartige und gefährdete Systeme
- **Extreme Wetterereignisse**
- Verteilung der Auswirkungen
- Aggregierte, globale Auswirkungen
- Singuläre Ereignisse großen Maßstabs

Universität für Bodenkultur Wien

IPCC WGII 2014



**Wiederkehrzeit derzeit
20-jähriger RRmax:
2046-2065 – 12-13 Jahre
2081-2100 – 9-12 Jahre**

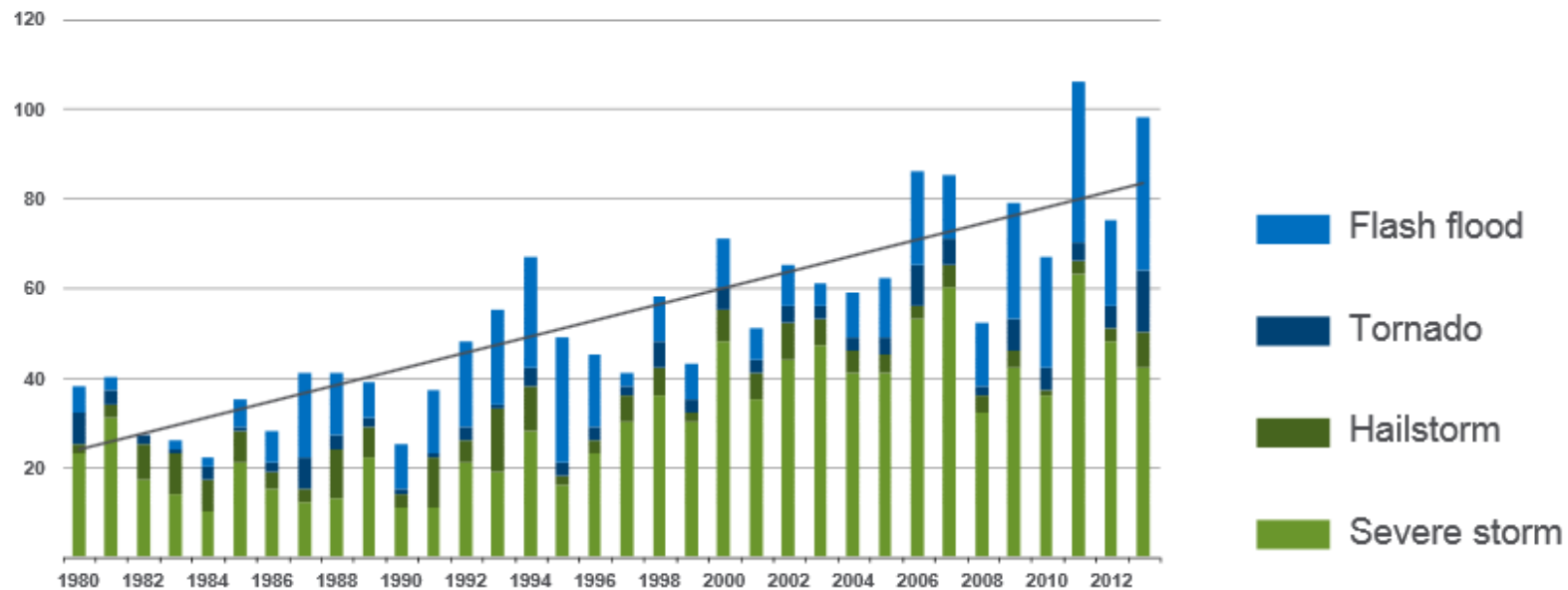


SREX 2011

Konvektive Ereignisse Europa



Convective storms in Europe 1980–2013 Number of events



Source: Munich Re

Universität für Bodenkultur Wien



MüRe

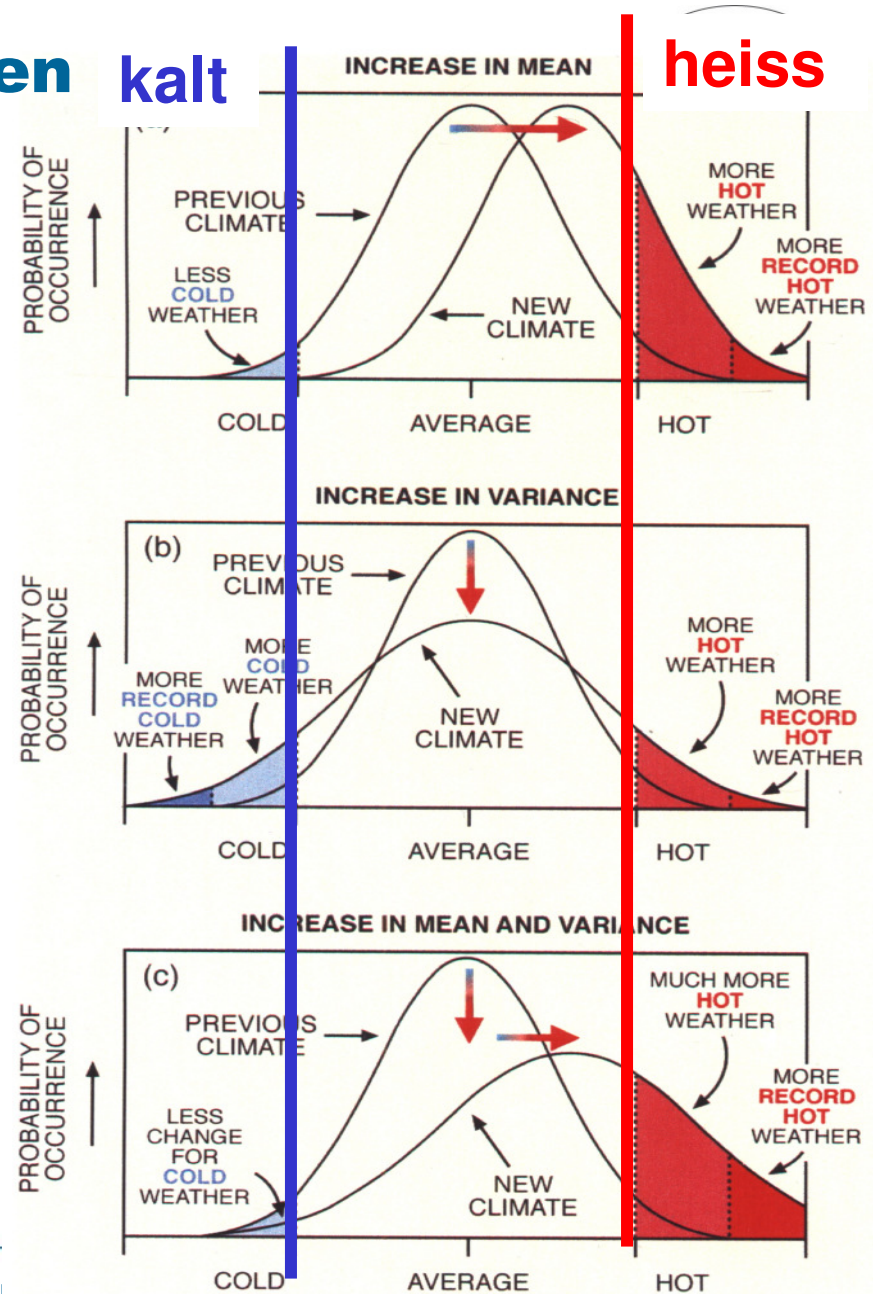
- Die Zahl von wetterbedingten Naturkatastrophen, die Schäden verursacht haben, ist von 1980-2013 weltweit auf etwa das Dreifache gestiegen. Auch die Zahl konvektiver (Gewitter-) Schadenereignisse in Europa hat sich in diesem Zeitraum mehr als verdreifacht. Es kommt signifikant häufiger zu intensiven Sommerstürmen mit Hagel. Einer der Gründe hierfür ist der zunehmende Wassergehalt der Atmosphäre. So war der weltweit teuerste versicherte Unwetterschaden im Jahr 2013 ein Hagelsturm in Deutschland mit einer versicherten Schadenssumme von 2,8 Mrd. € (Gesamtschaden 3,6 Mrd. €). Im Juni 2014 verursachte der konvektive Sturm Ela in Deutschland, Belgien und Luxemburg wirtschaftliche Schäden von 2,3 Mrd. € und versicherte Schäden von 1,8 Mrd. €. Der beobachtete Trend zu solchen Wettermustern verändert die Wahrscheinlichkeit sowie die Intensität von Hagel und Sturzfluten und somit mögliche Schäden.



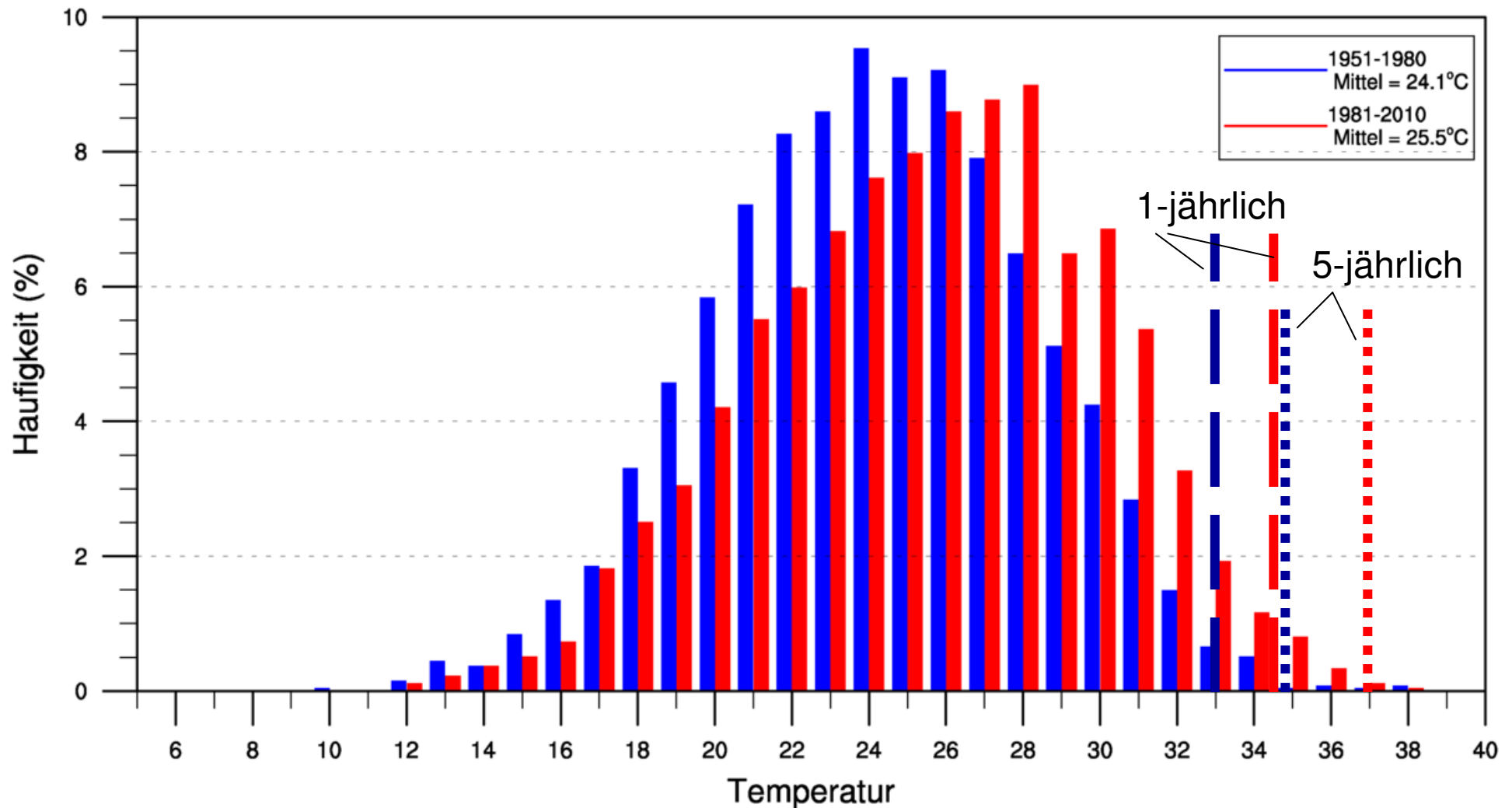
- Wann ist ein Ereignis ein Extremereignis?
 - Magnitude
 - Wiederkehrwahrscheinlichkeit
 - Auswirkungen
- Wetter- oder Klimaereignis, das über oder unter einer Schranke liegt, nahe den äußeren Enden der beobachteten Werte einer Klimagröße.

Statistische Überlegungen

- Zunahme des Mittelwertes
- Zunahme der Varianz
- Zunahme von Mittelwert und Varianz



Wien (HW) - Sommer (JJA) Maximumtemperatur



Datenquelle: ZAMG

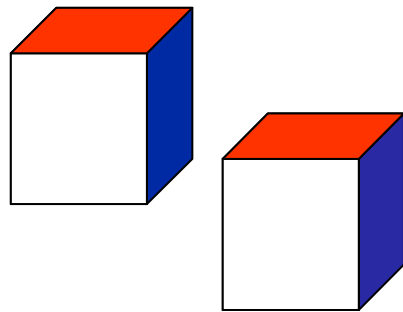
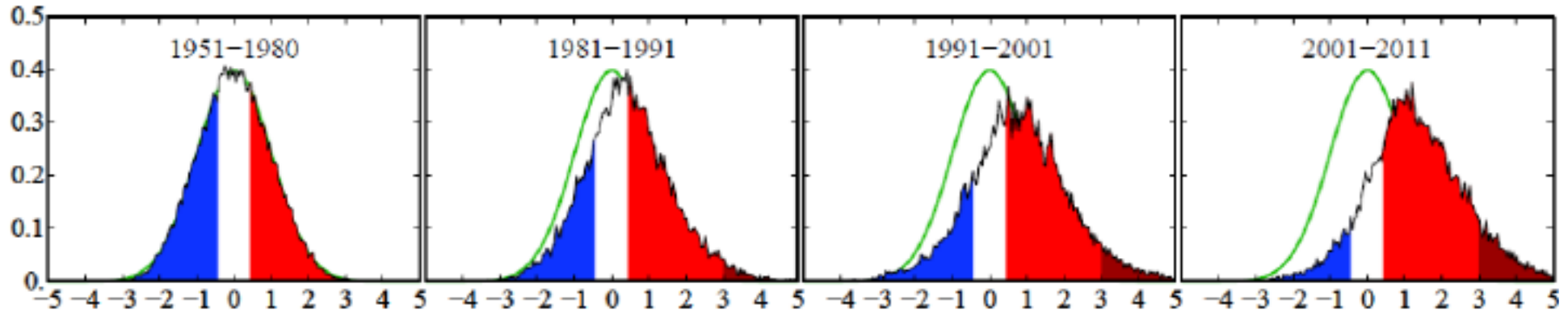
Formayer et al. 2012

Gezinkter Klimawürfel

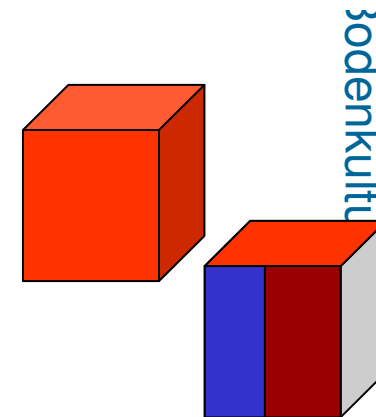
NH Landflächen



Shifting Distribution of Summer Temperature Anomalies



	51/80	01/11
blau/kalt	2	1/2
weiss/normal	2	1
rot/heiss	2	4
dunkel/sehr heiss	2	1/2





Annäherungsmöglichkeiten

- Statistisch
 - Daten
 - Wetterlagen
- Physikalisch

Stationsnetz der ZAMG



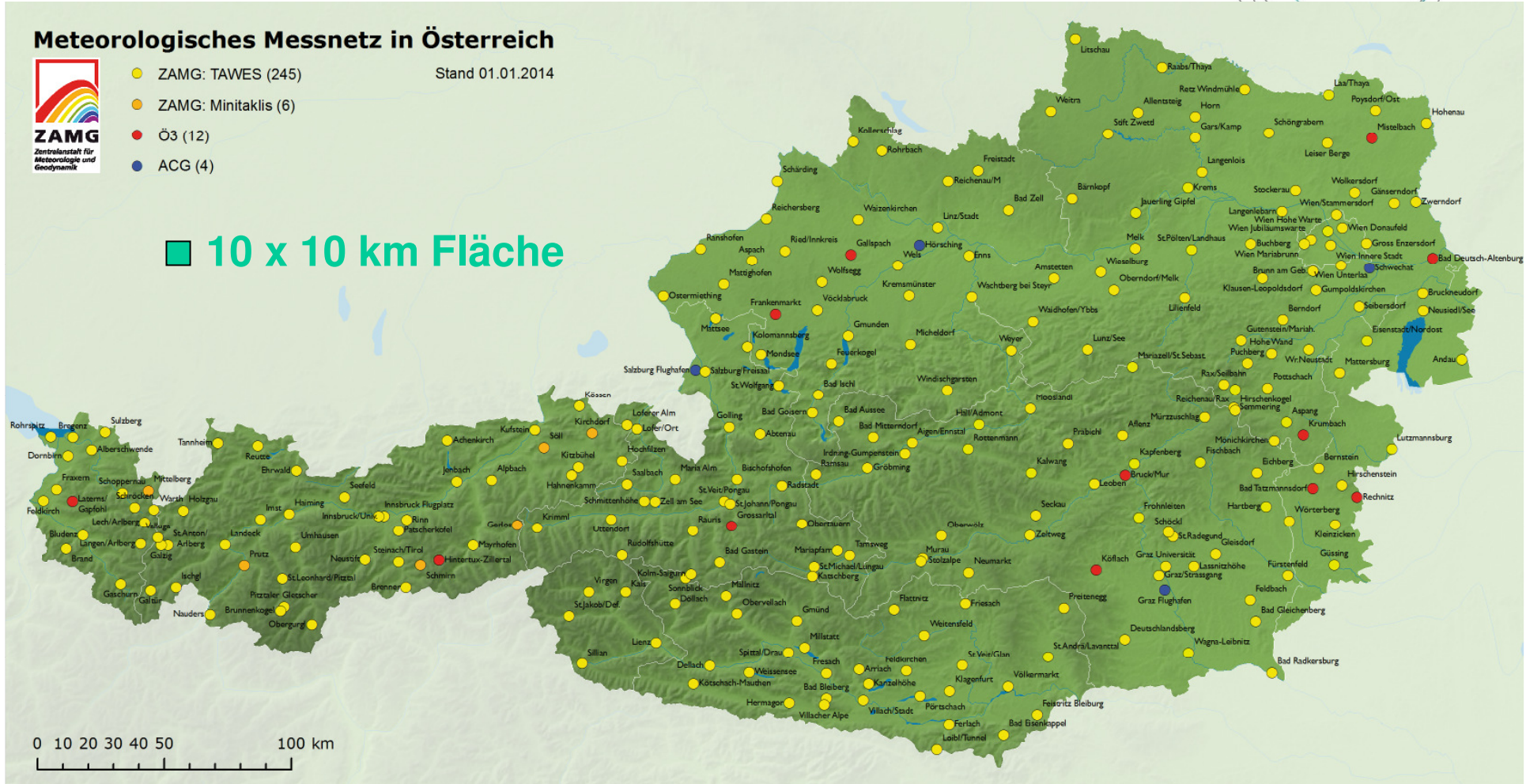
Meteorologisches Messnetz in Österreich



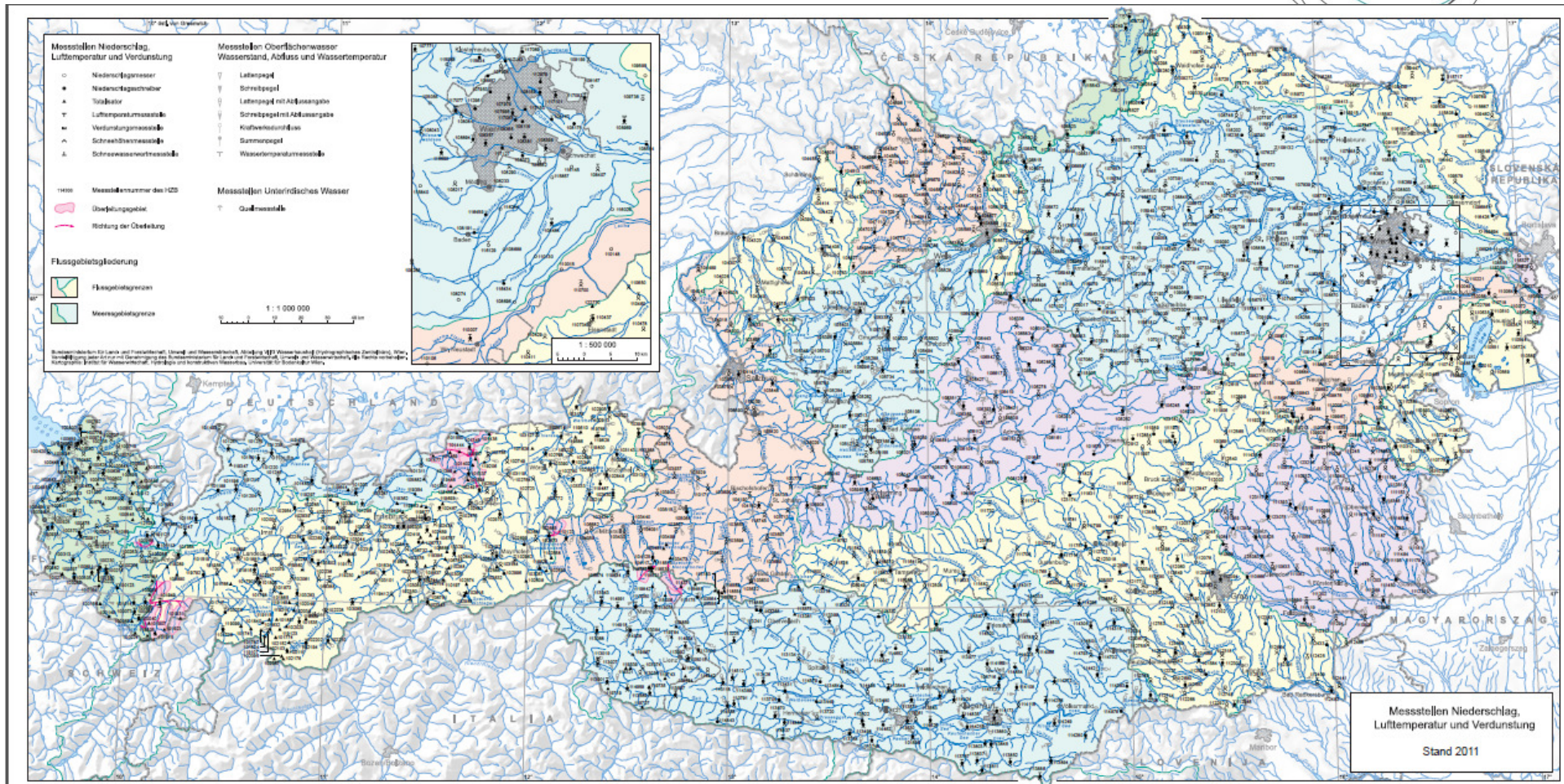
- ZAMG: TAWES (245)
- ZAMG: Minitaklis (6)
- Ö3 (12)
- ACG (4)

Stand 01.01.2014

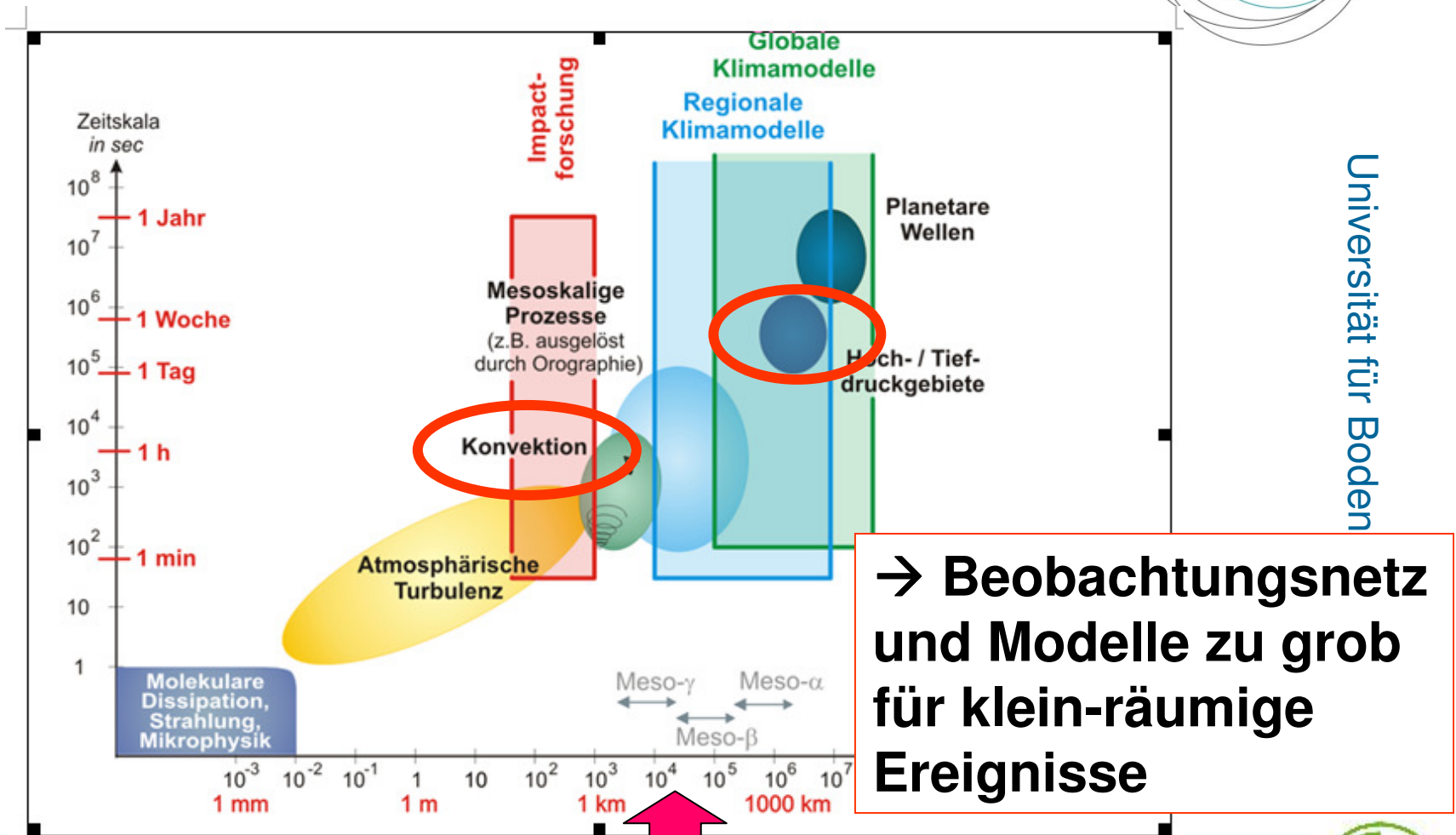
■ 10 x 10 km Fläche



Niederschlagsmessnetz des Hydrographischen Dienstes



Skalen der Wetterereignisse



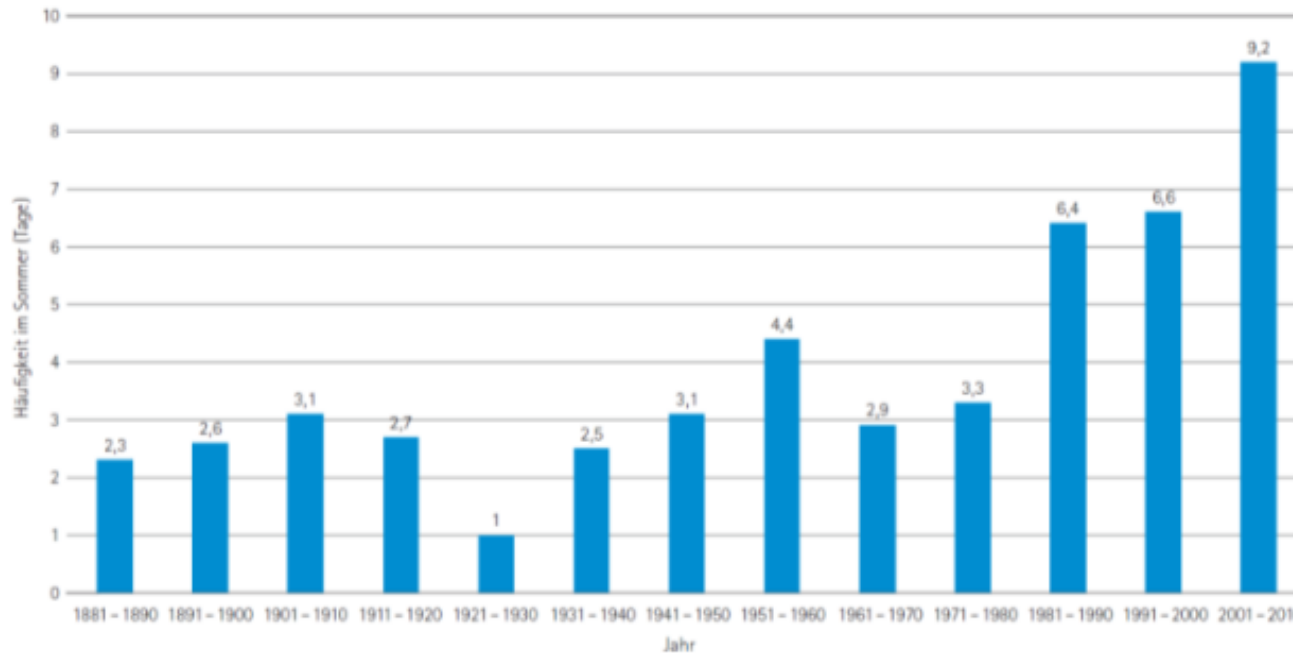
Universität für Boden



Wetterlage: Trog über Mitteleuropa



Number of days (as mean value per decade in summer) with troughs over Central Europe

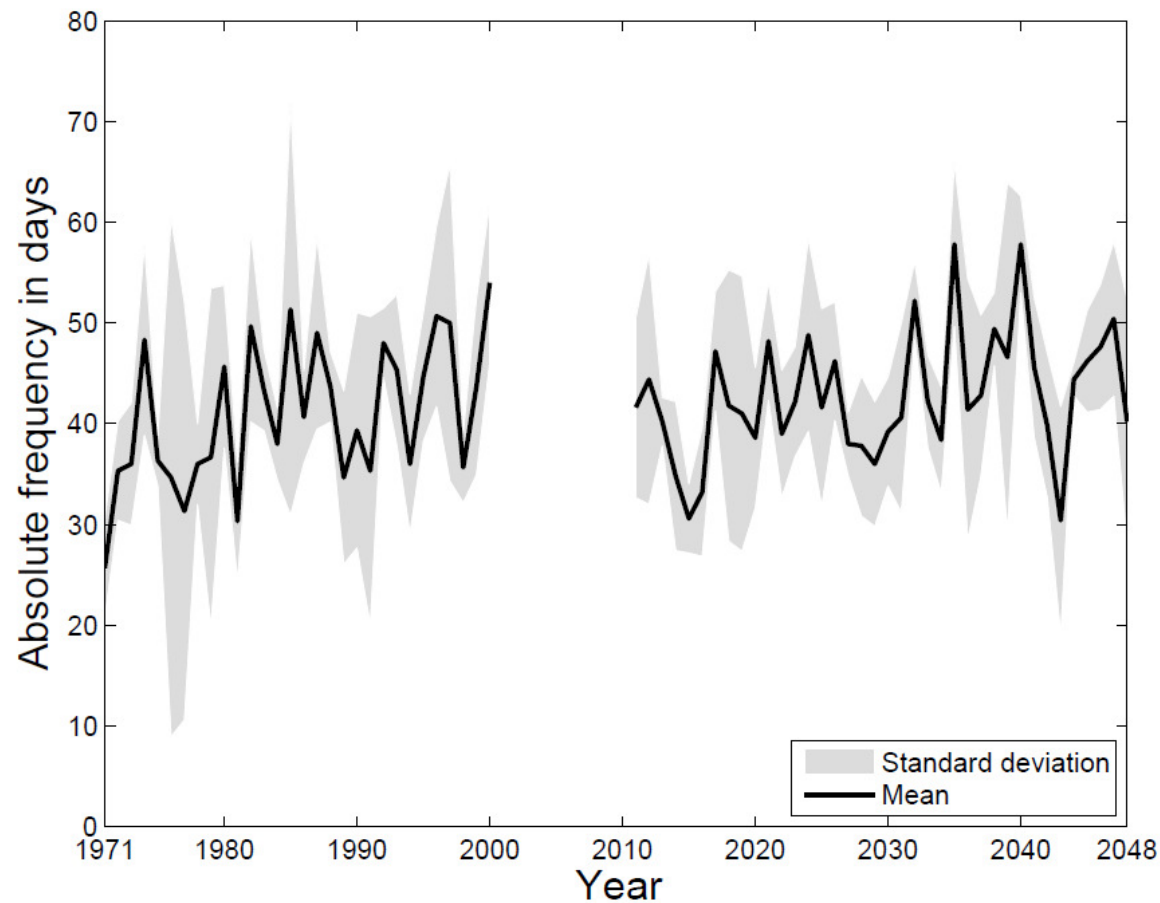


Incidence trend of the weather pattern "trough over Central Europe" as mean value per decade in summer, 1881-2008

Universität für Bodenkultur Wien

Source: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2010

Annäherung über Wetterlagen: Hagelträchtige Wetterlagen



Universität für Bodenkultur Wien

Welche Zutaten ergeben Hochwasser?



- Viel Niederschlag
 - (Kurze) starke Schauer
 - Langanhaltender Regen
- Rascher Abfluss
 - Regen statt Schnee
 - Beton statt Wald oder Wiese
- Wenig Retentionsmöglichkeit
 - Gesättigter Boden
 - Bis zum Ufer bebaut
 - Hochwasserschutz stromaufwärts



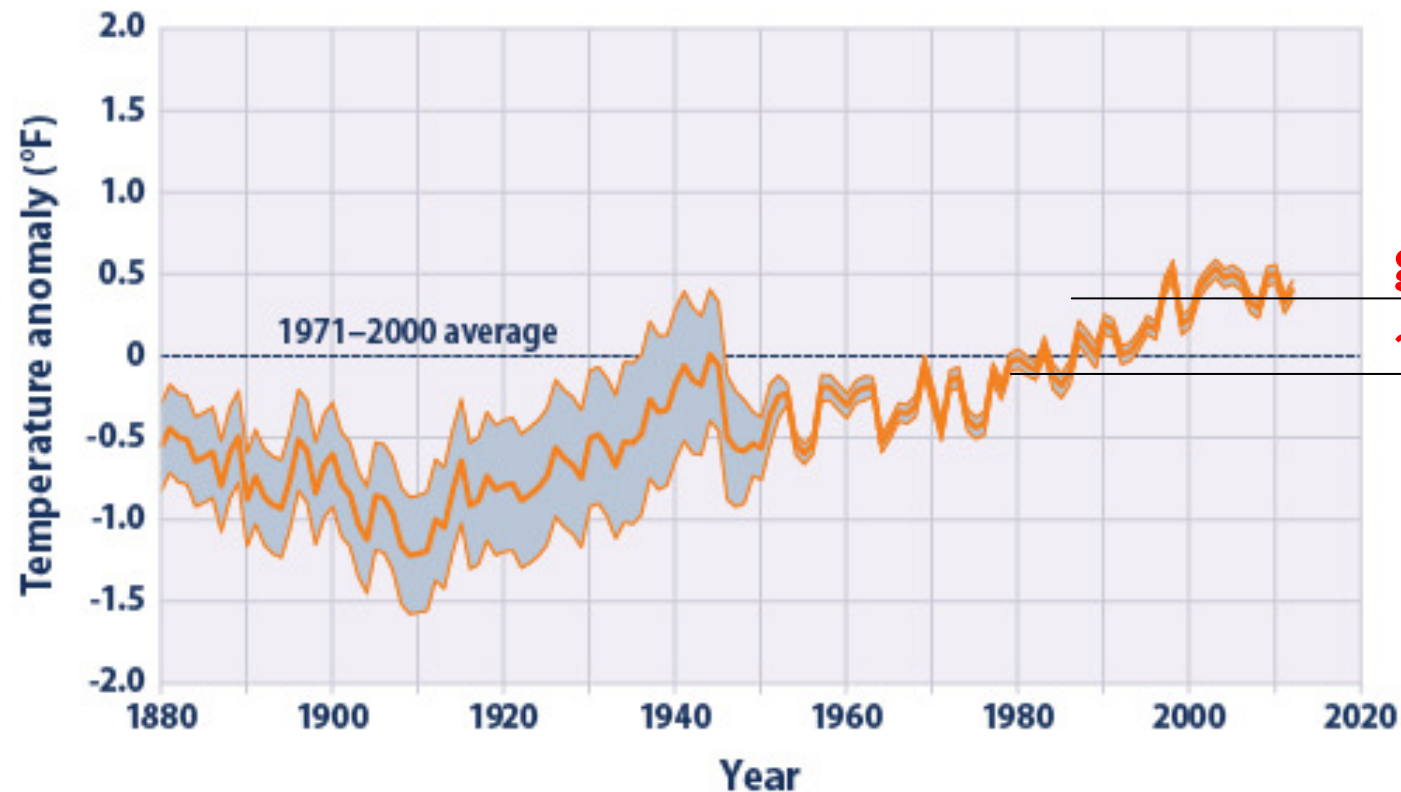
Viel Niederschlag ...

- Kurze starke Schauer
 - Wärmeres Meer → mehr Verdunstung
 - Wärme Atmosphäre
 - mehr Wassergehalt (ca. 7%/K)
 - potentiell stärkere Niederschläge
 - Bisher +2°C Erwärmung
 - potentiell + 15% Niederschlag

Wärmere Meeresoberfläche



Figure 1. Average Global Sea Surface Temperature, 1880–2012

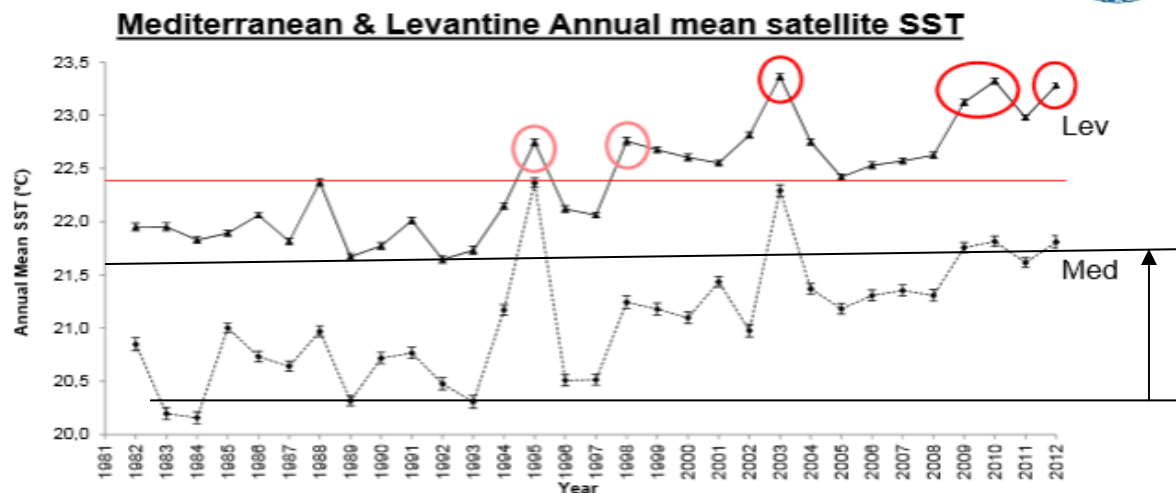


global
~ 0,5°C

Universität für Bodenkultur Wien

<http://www.epa.gov/climatechange/science/indicators/oceans/sea-surface-temp.html>

Oberflächentemperatur des Mittelmeeres (1982 – 2012)



**Mittelmeer
~ 1,3°C**

Mediterranean:

1982-2012 general increase: ~ 1.30°C
 1982-2012 average: 21.08°C
 0.042°C/year

Levantine:

1982-2012 general increase: ~ 1.33°C
 1982-2012 average: 22.39°C
 0.045°C/year

World Oceans:

1985-2004: **0.017±0.005°C/year** (Good et al., 2007)
 Since 1950s: **0.014°C/year** (Scott et al., 2010)
 Since 1970s: **0.0048°C/year** (Abraham et al., 2013)

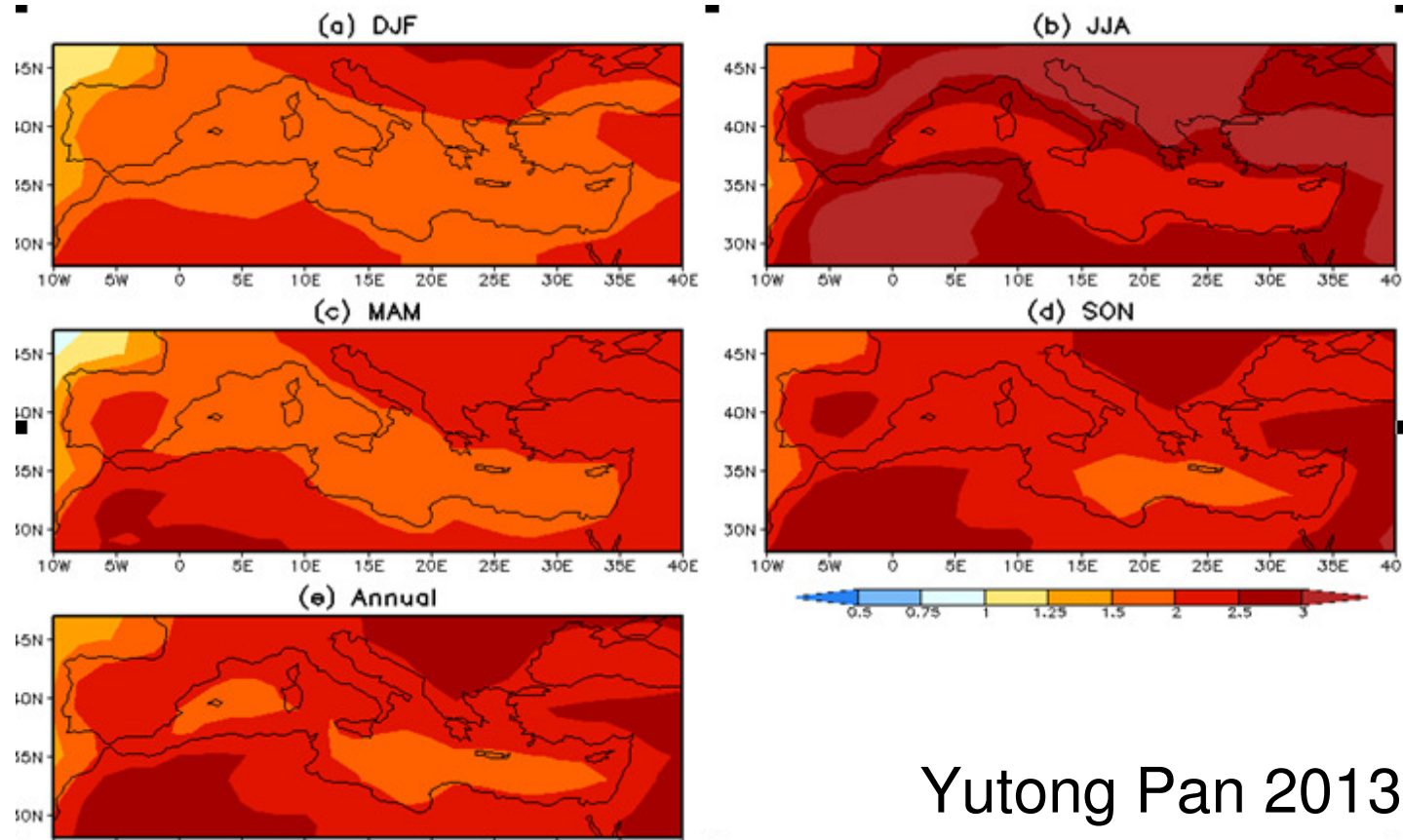
Samuel-Rhoads 2014

Universität für Bodenkultur Wien

http://adaptclimate.uest.gr/full_paper/adapt2014-sst-YSR.pdf



Oberflächentemperatur Mittelmeer (2071–2100 vs. 1980–2005)

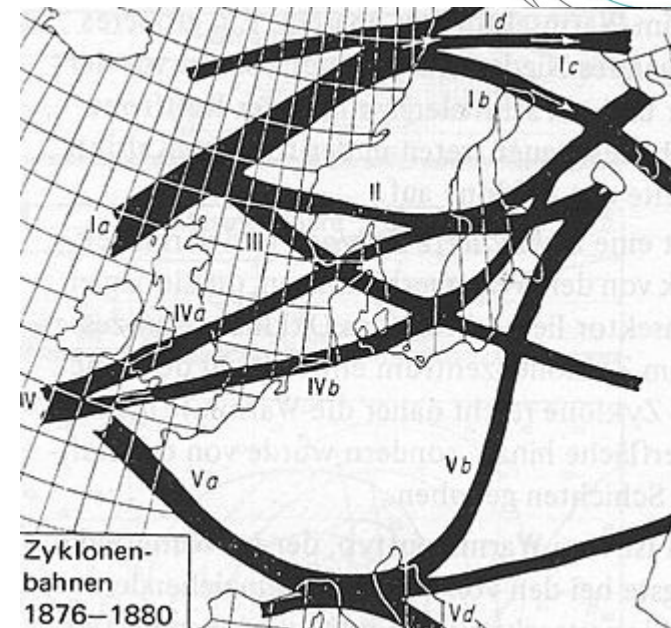
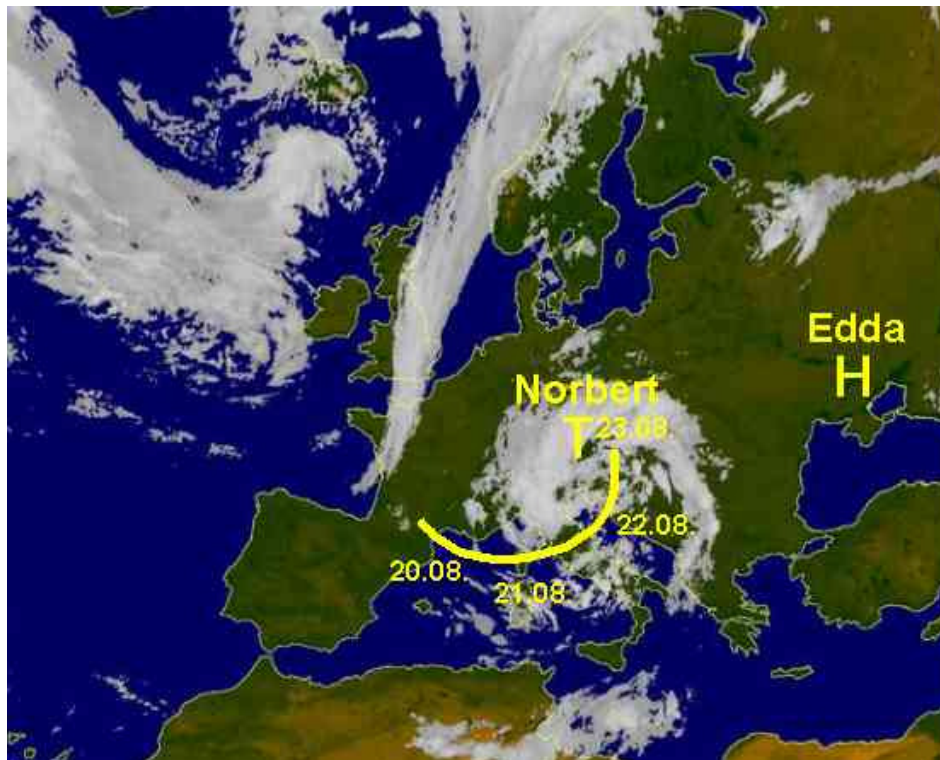


Universität für Bodenkultur Wien

Yutong Pan 2013

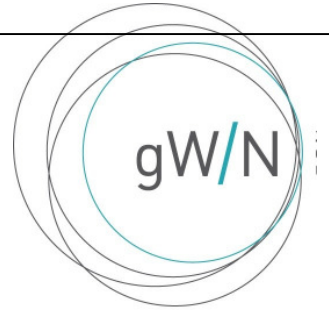


Besonders relevant für Vb-Lagen



Van Beber Zugbahnen

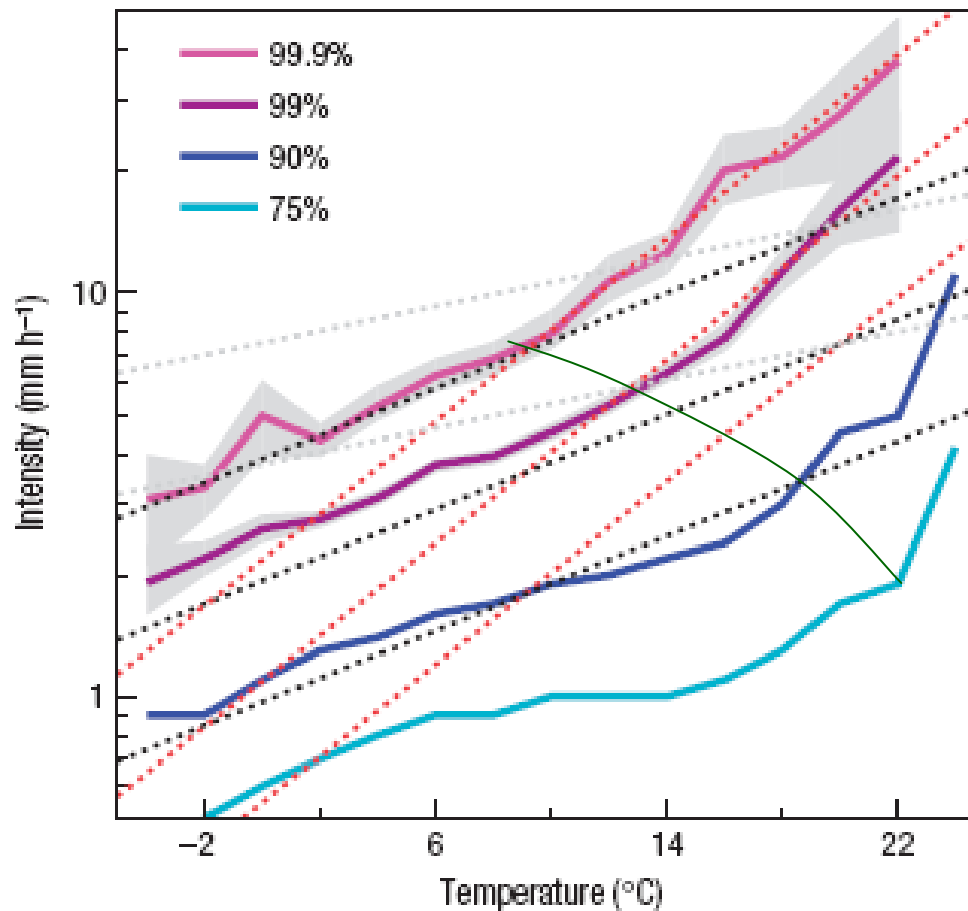
Universität für Bodenkultur Wien



Universität für Bodenkultur Wien



Temperatur und Niederschlagsintensität



> 7% Anstieg

7% Anstieg
Clausius-
Clapeyron

Quelle:
Lenderink & Meijgaard, 2008

Universität für Bodenkultur Wien



Viel Niederschlag

- Mehr Wasser in der Atmosphäre ✓
- Mechanismen, die Regen auslösen ?

Aufsteigen der Luft

- an Gebirgen
- an Fronten
- durch Konvektion

Showalter Index - ein Maß für Labilität



Eine Voraussetzung für die Entwicklung von Gewittern ist eine labile Luftschichtung.

Definition: SWI = T500 - TP

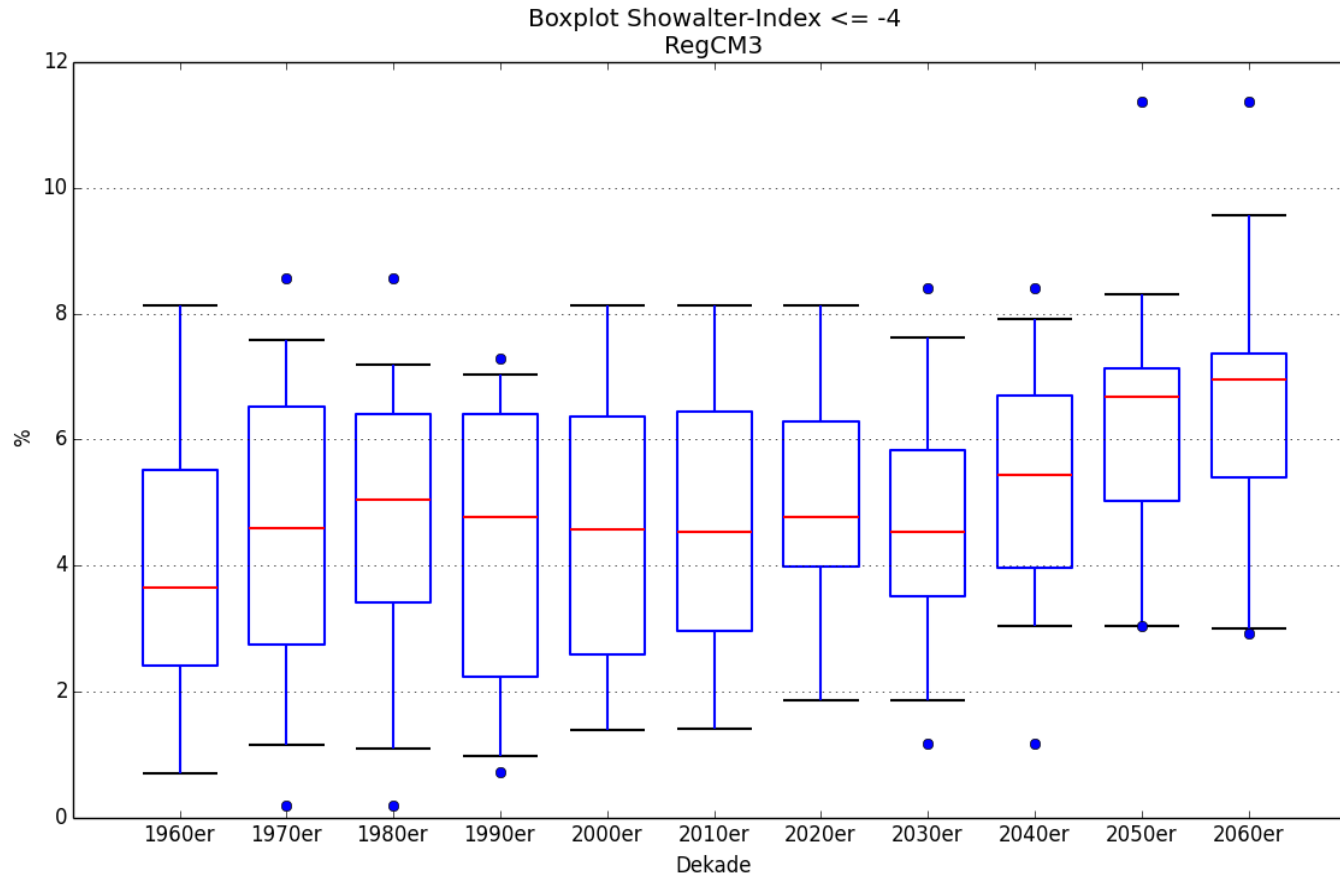
T500= Temperatur in 500 hPa

TP =Temperatur eines Luftpaketes aus 850 hPa

Kritische Werte

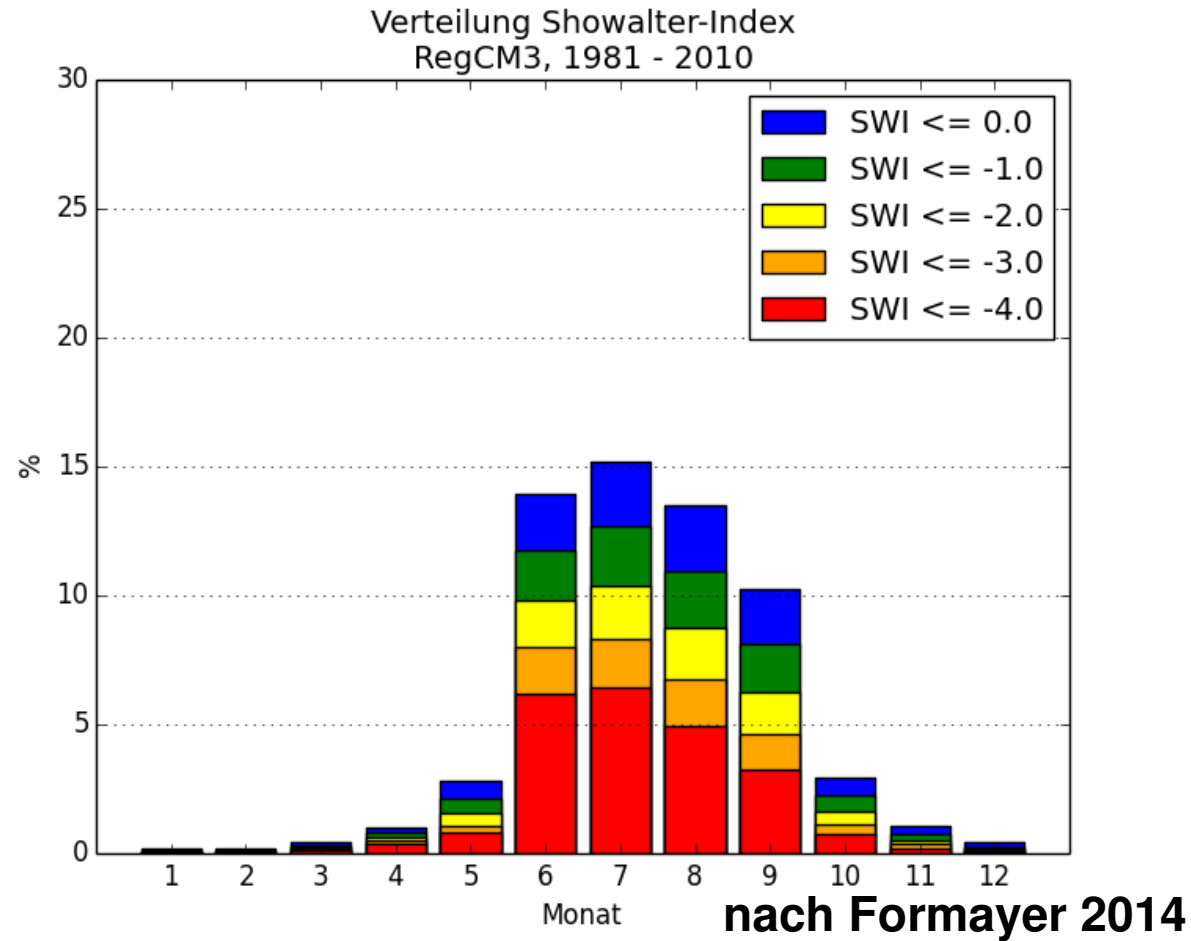
- < 0 Gewitter möglich**
- < -2 Gewitter sehr wahrscheinlich**
- < -4 Auch starke Gewitter möglich**

Showalter Index < -4 als Maß für Wahrscheinlichkeit starker Gewitter

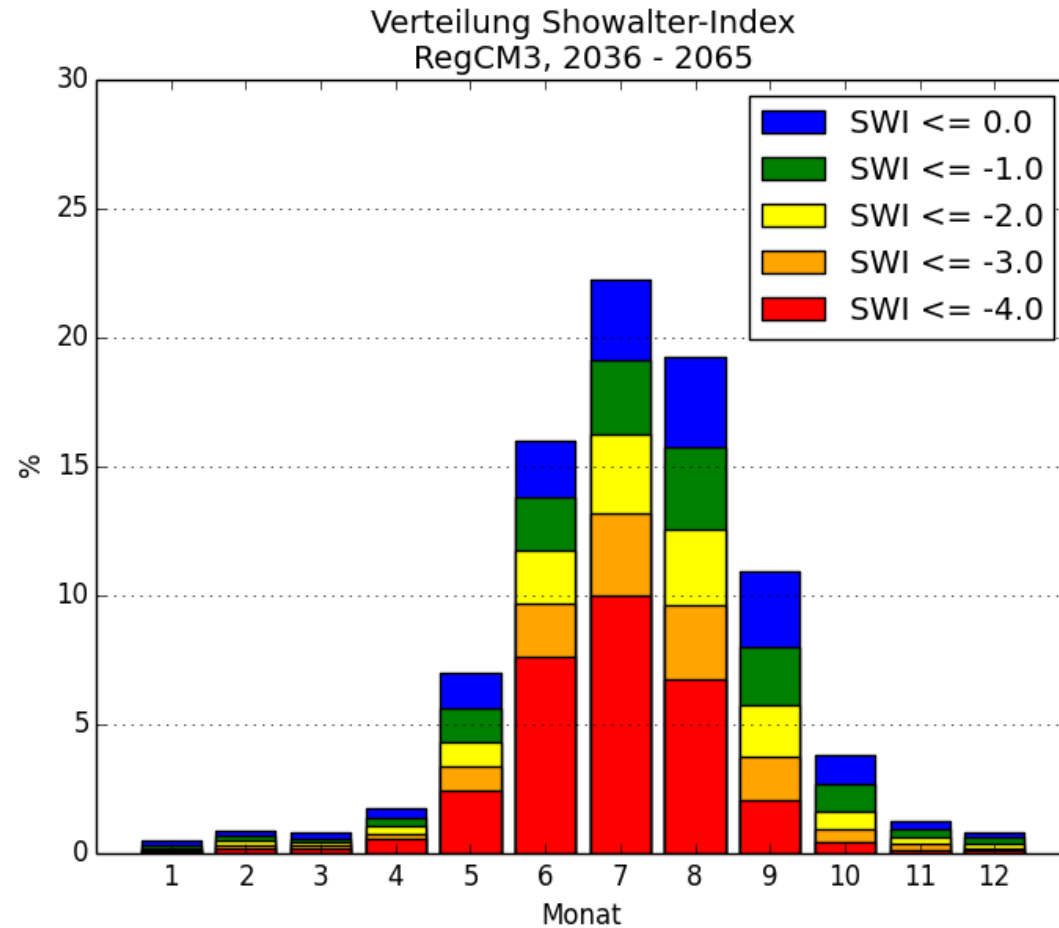


Showalter Index als Maß für Labilität

Trend



Showalter Index als Maß für Labilität Trend

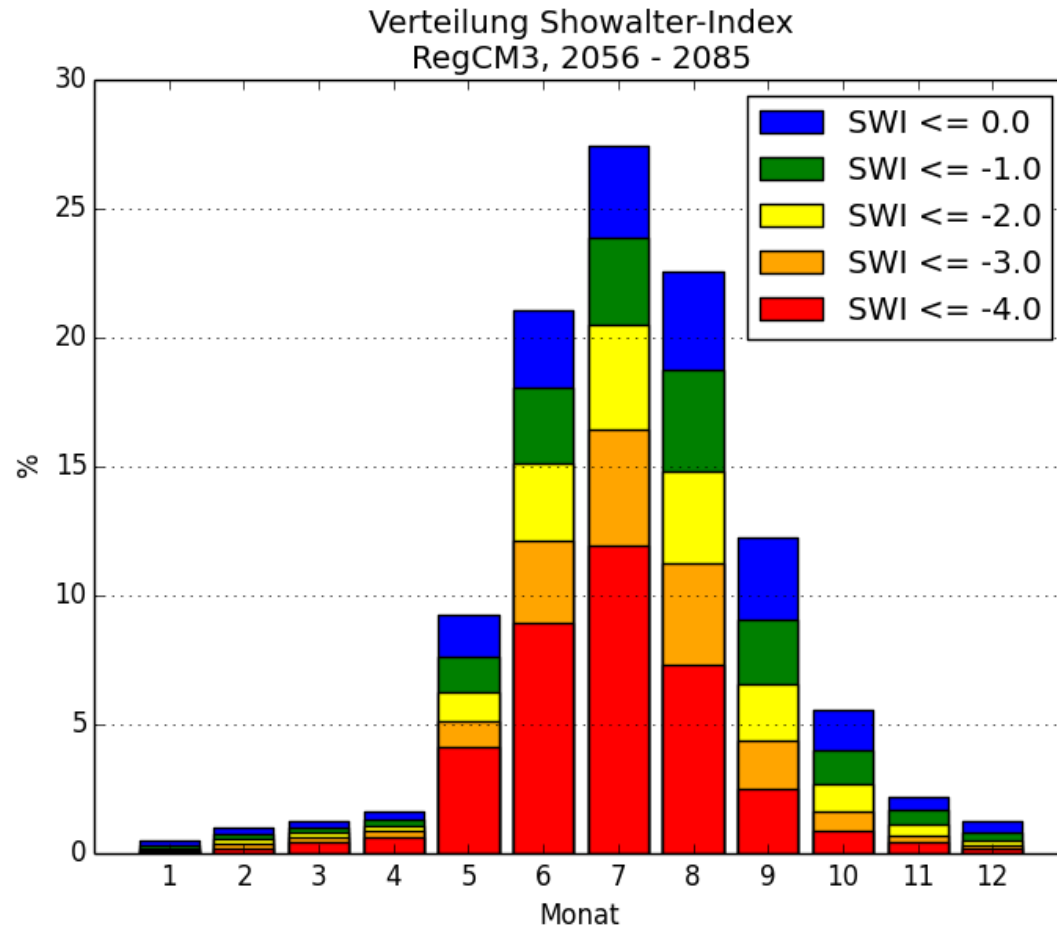


Showalter Index als Maß für Labilität

Trend



Beinahe Verdoppelung sowohl von labilen Lagen [SWI<0] als auch von hoher Labilität [SWI<-4] innerhalb der nächsten 75 Jahre





Universität für Bodenkultur Wien





Viel Niederschlag

- Lang anhaltender Niederschlag
 - Trend zu anhaltenden Großwetterlagen?
 - Wissenschaftliche Diskussion noch nicht abgeschlossen

MüRe:



- Ein weiterer sich abzeichnender Trend sind länger anhaltende Wetterlagen. Im Fall von .. Tiefdruckeinfluss kann dies zu Flussüberschwemmungen führen.
- Darauf sind die Überschwemmungen in Deutschland, Tschechien und Österreich zurückzuführen, das im Jahr 2013 teuerste Wetterereignis mit 9,7 Mrd. € Gesamtschaden (2,4 Mrd. € versichert). In Großbritannien führten Fluten um die Jahreswende zu wirtschaftlichen Schäden von 1,1 Mrd. € und versicherten Schäden von 800 Mio. €.

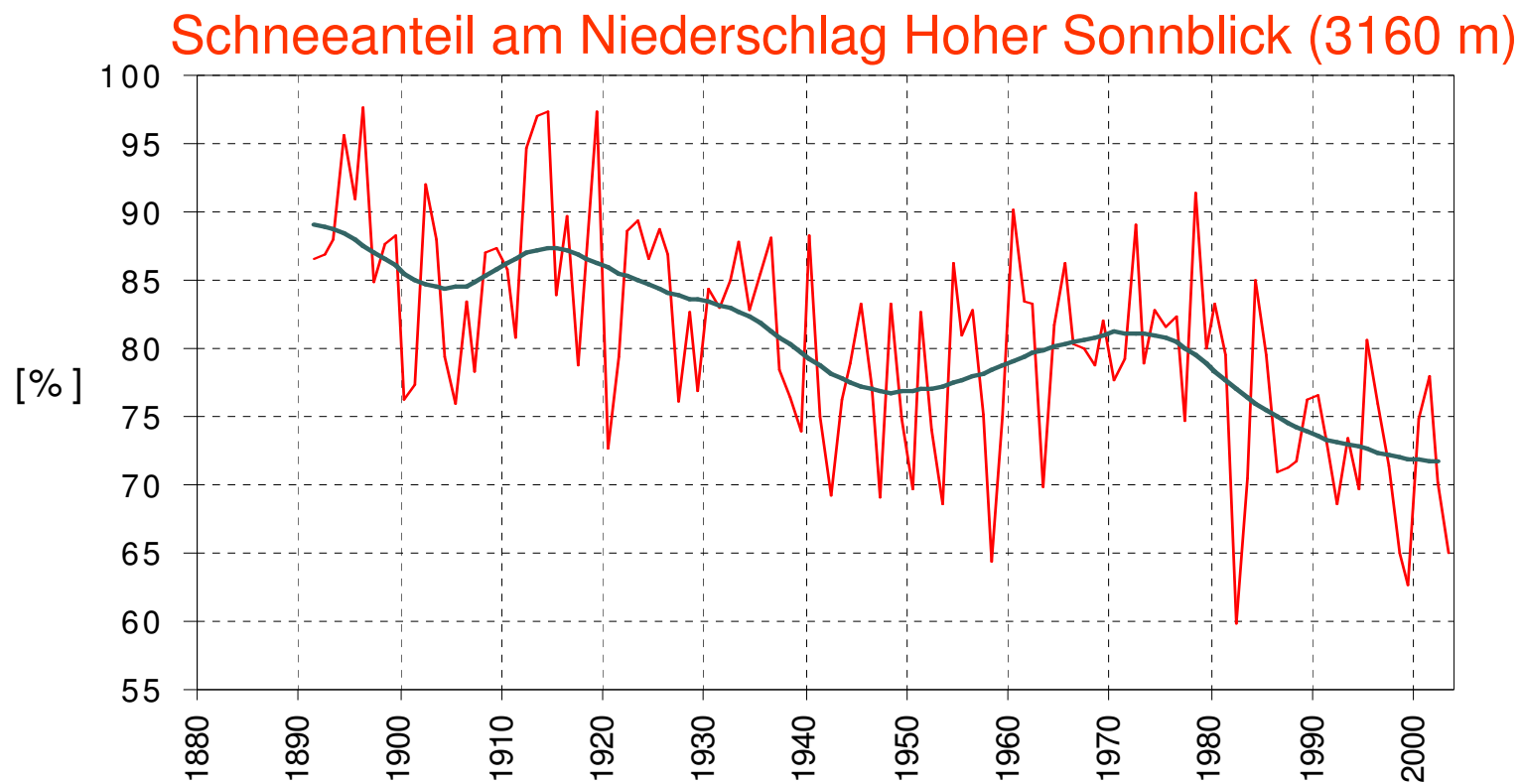
Welche Zutaten ergeben Hochwasser?



- Viel Niederschlag
 - (Kurze) starke Schauer
 - Langanhaltender Regen
- Rascher Abfluss
 - Regen statt Schnee
 - Beton statt Wald oder Wiese
- Wenig Retentionsmöglichkeit
 - Gesättigter Boden
 - Bis zum Ufer bebaut
 - Hochwasserschutz stromaufwärts

Rascher Abfluss

- Regen statt Schnee

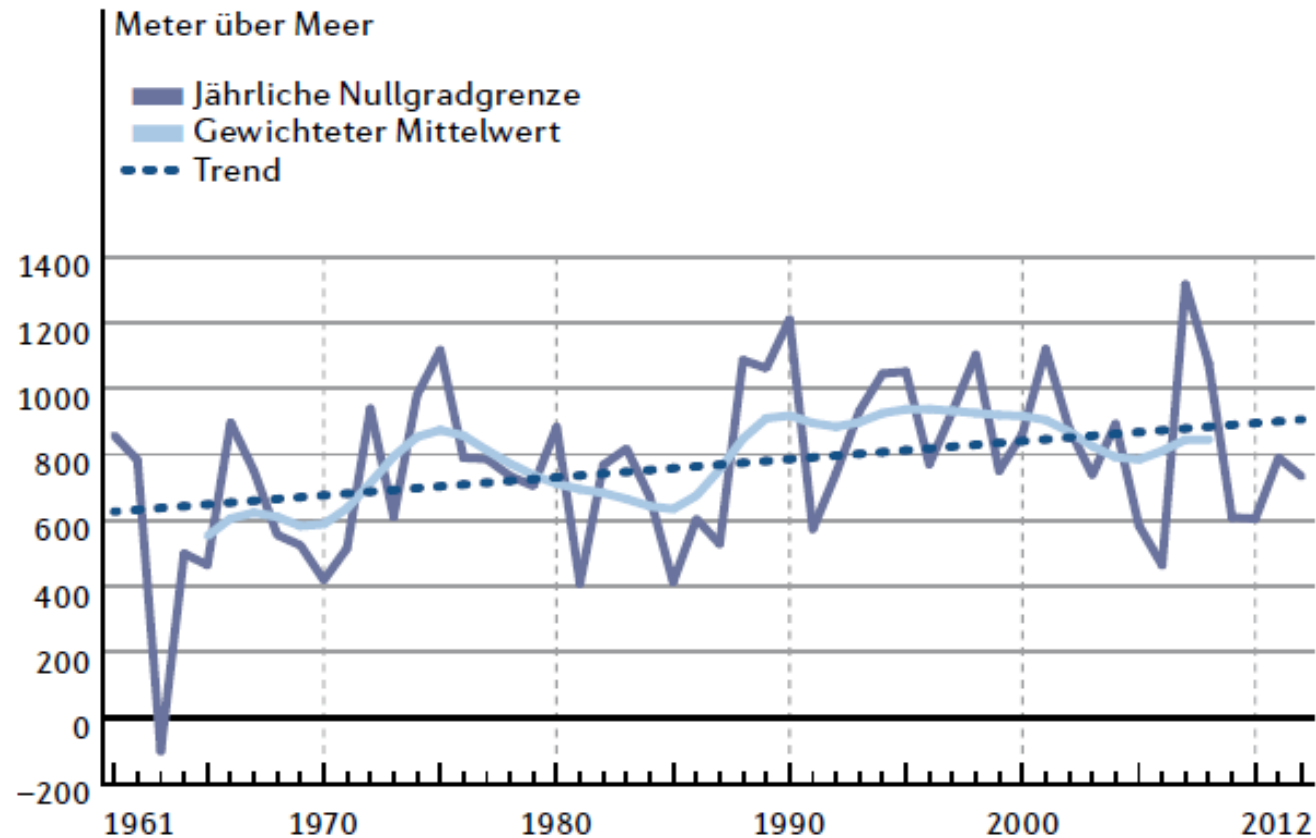


Universität für Bodenkultur Wien

Schöner
2004



Anstieg der 0°-Grenze (Schweiz)



Universität für Bodenkultur Wien

**Meteo
Schweiz**



Universität für Bodenkultur Wien



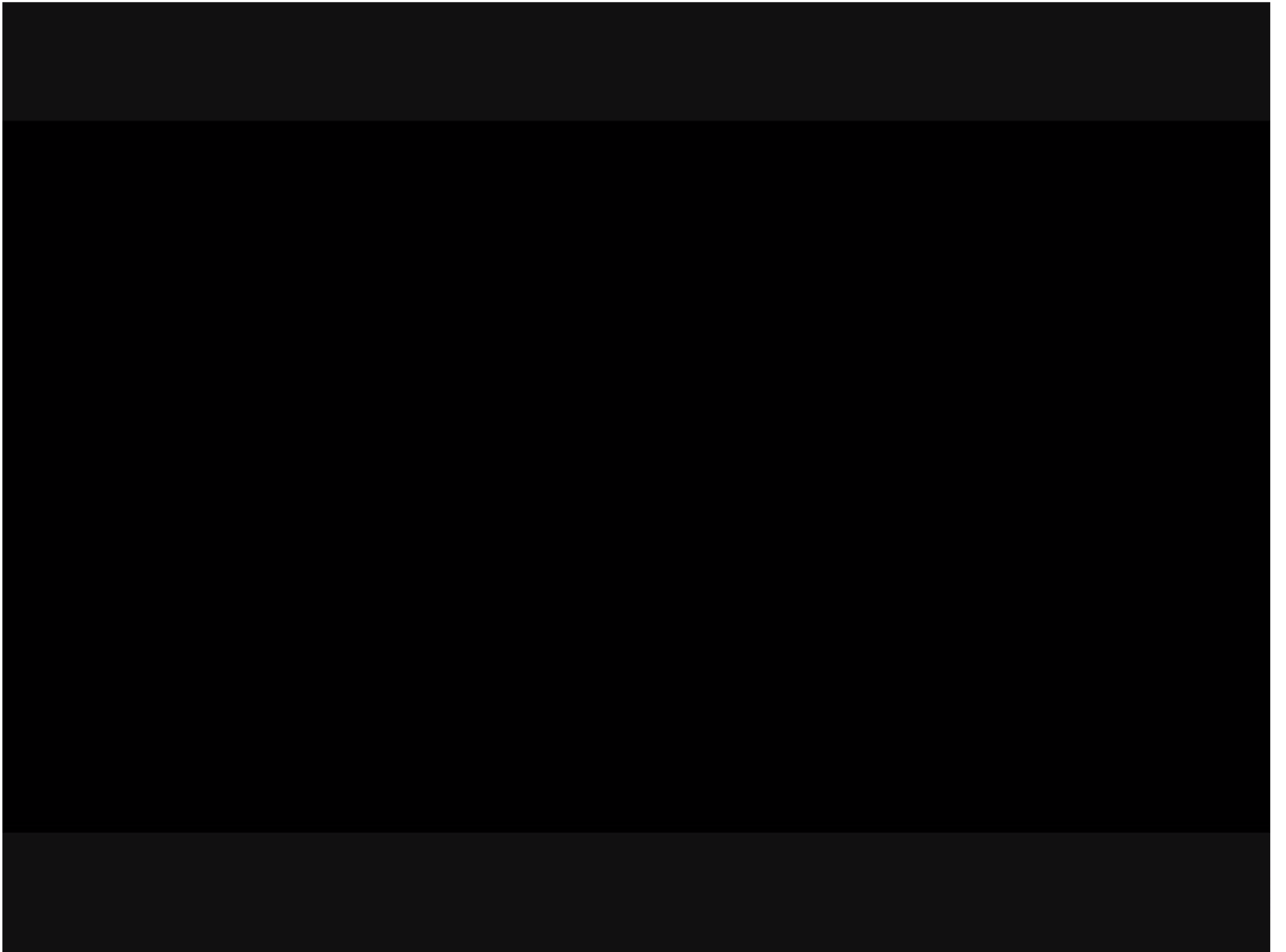


Umgang mit Unsicherheit

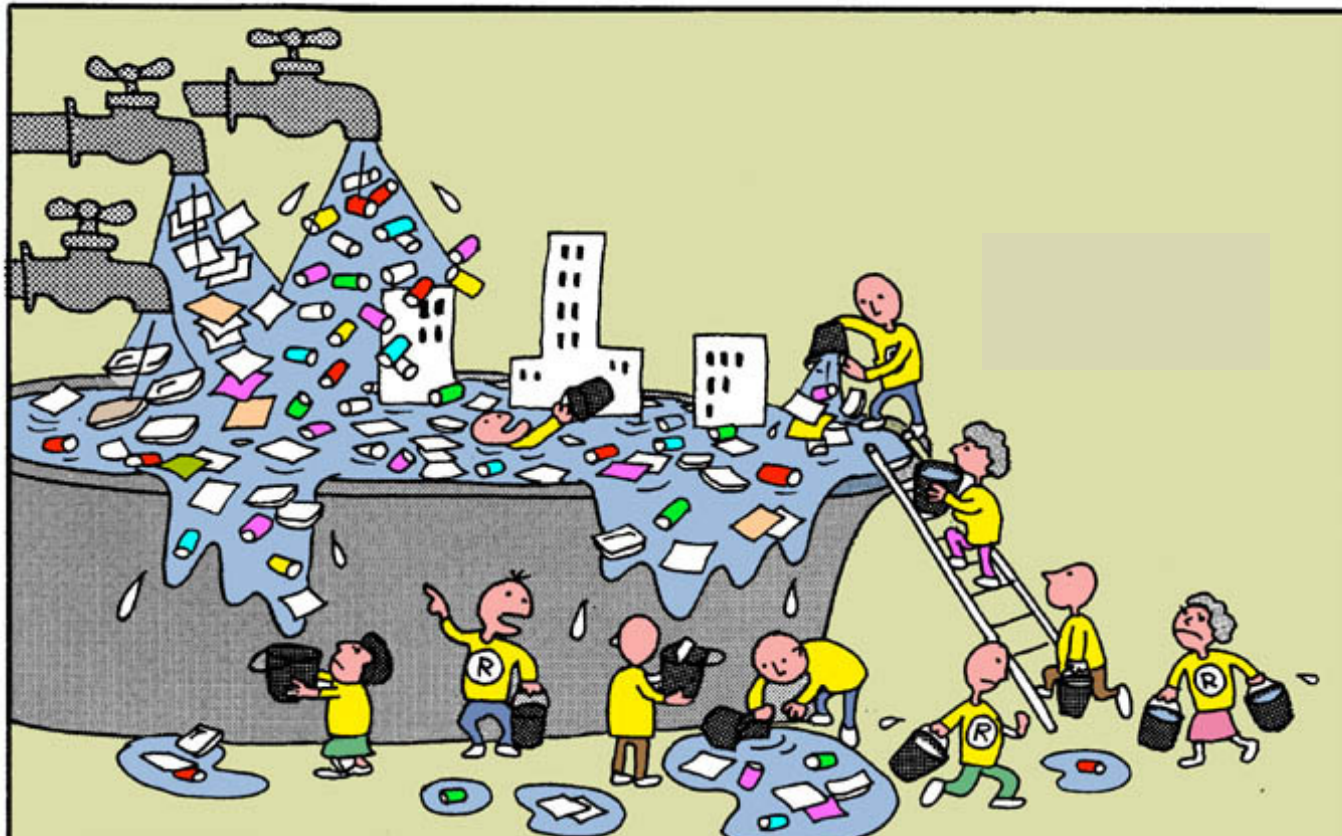
- Vorsorgeprinzip verlangt, dass Extremszenarien betrachtet werden
- Risikomanagement legt nahe, sich für den schlimmen Fall zu rüsten
- Auf wissenschaftlich robuste Antworten zu warten, kann teuer werden



- J. Hansen, **1988** (US Kongress) – als der Klimawandel noch in Frage gestellt wurde:
 - Es ist Zeit weniger zu Schwafeln und zu sagen, dass die Belege ziemlich stark sind, dass der Treibhauseffekt da ist.
- Coumcou & Rahmstorf **2013**: (Nature Climate Change) – zum Zusammenhang Klimawandel und Extremereignisse:
 - Die Belege sind stark, dass **anthropogene**, bisher unbekannte Hitze- und Niederschlagsextreme da sind – und dass sie intensives menschliches Leid verursachen.



Anpassung ist notwendig, aber ...



Universität für Bodenkultur Wien

...wäre es nicht besser, einfach die Hähne abzdrehen?



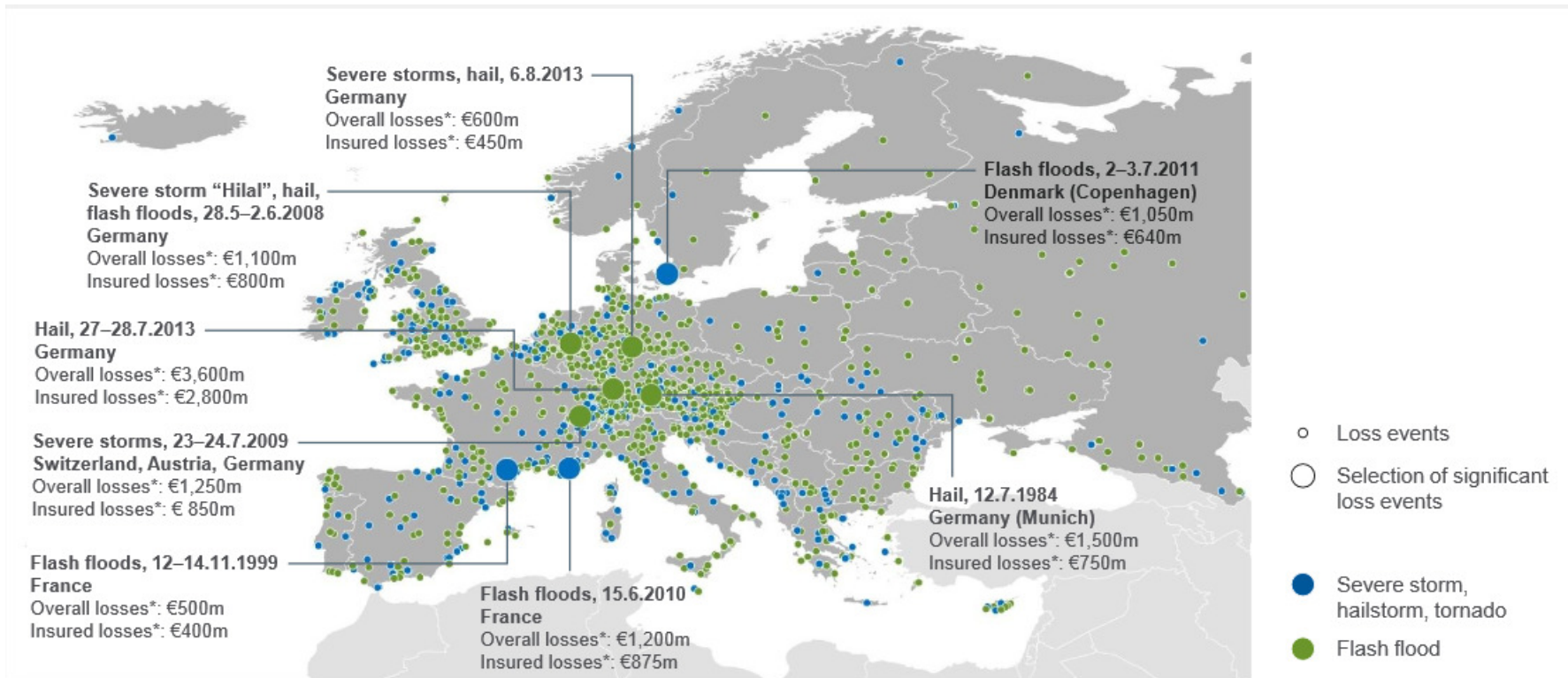
Univers

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Univ. Prof. Dr. Helga Kromp-Kolb
Universität für Bodenkultur
Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt
Institut für Meteorologie

Peter Jordanstraße 82, A-1190 Wien
Tel.: +43 1 47654 - 5600, Fax: +43 1 47654 - 5610
meteorologie@boku.ac.at, www.boku.ac.at





*Losses in original values
Source: Munich Re