

Anzeichen eines Klimawandels und Prognostizierbarkeit seiner Folgen

Rupert Klein

Mathematik & Informatik, Freie Universität Berlin

Data & Computation, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung

Numerical Analysis & Modelling, Zuse Institut Berlin

Dr. Uwe Böhm

Abtlg. Klimasystem, PIK-Potsdam

Dr. Ottmar Edenhofer

Abtlg. Soziale Systeme, PIK-Potsdam

Prof. Friedrich-Wilhelm Gerstengarbe

Meteorologie, Humboldt Universität
Abtlg. Klimasystem, PIK-Potsdam

Prof. Zbyszek Kundzewicz

Poln. Akademie der Wissensch., Poznan
Abtlg. Natürliche Systeme, PIK-Potsdam

Prof. Stefan Rahmstorf

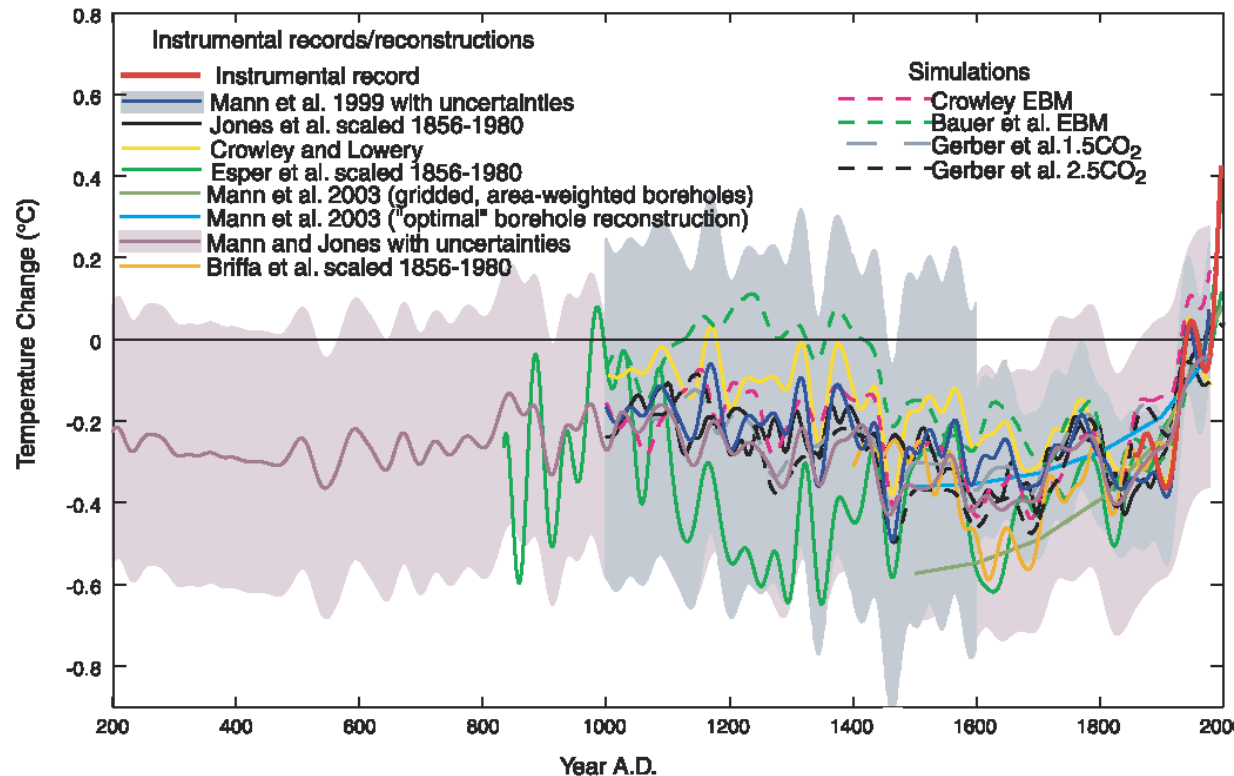
Physik, Universität Potsdam
Abtlg. Klimasystem, PIK-Potsdam

Besten Dank an ...

Globale Klimaentwicklung

Extremereignisse

Kosten



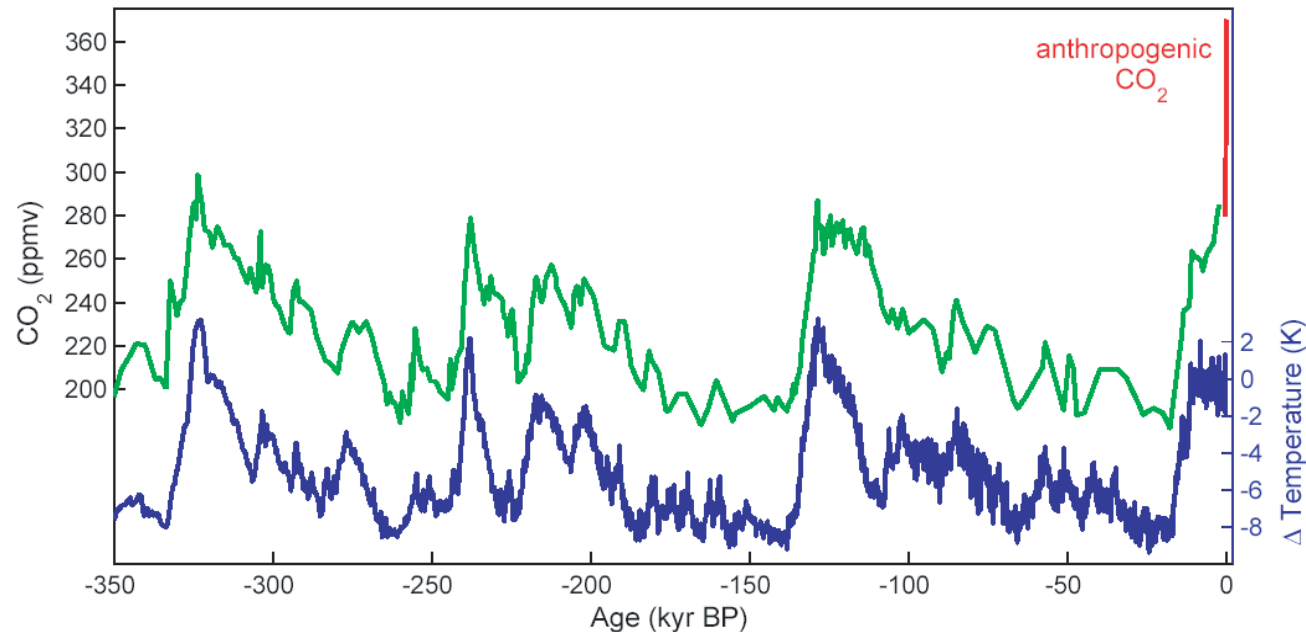
Aus: Mann et al. (2003), Eos (C), 84, 256–258

Rekonstruktionen der über gleitende 40 Jahre und die Nordhalbkugel gemittelten bodennahen Temperatur.

Vergleich (indirekter) Beobachtungen mit Modellsimulationen.

Rekonstruktionen nutzen:

- Baumringe
- Korallen
- Eisbohrkerne
- Sedimente in Seen
- Historische Dokumente
- Messungen



Temperatur und **CO₂-Gehalt** der Atmosphäre während der letzten 350,000 Jahre.
Eisbohrkernanalyse, Rahmstorf et al. (2004), Eos, 85, p. 38-41.

Anthropogener Anstieg des CO₂.

Aus Daten geschätzte „Klimasensitivität“:

3° – 4° Temperaturerhöhung bei CO₂-Verdoppelung

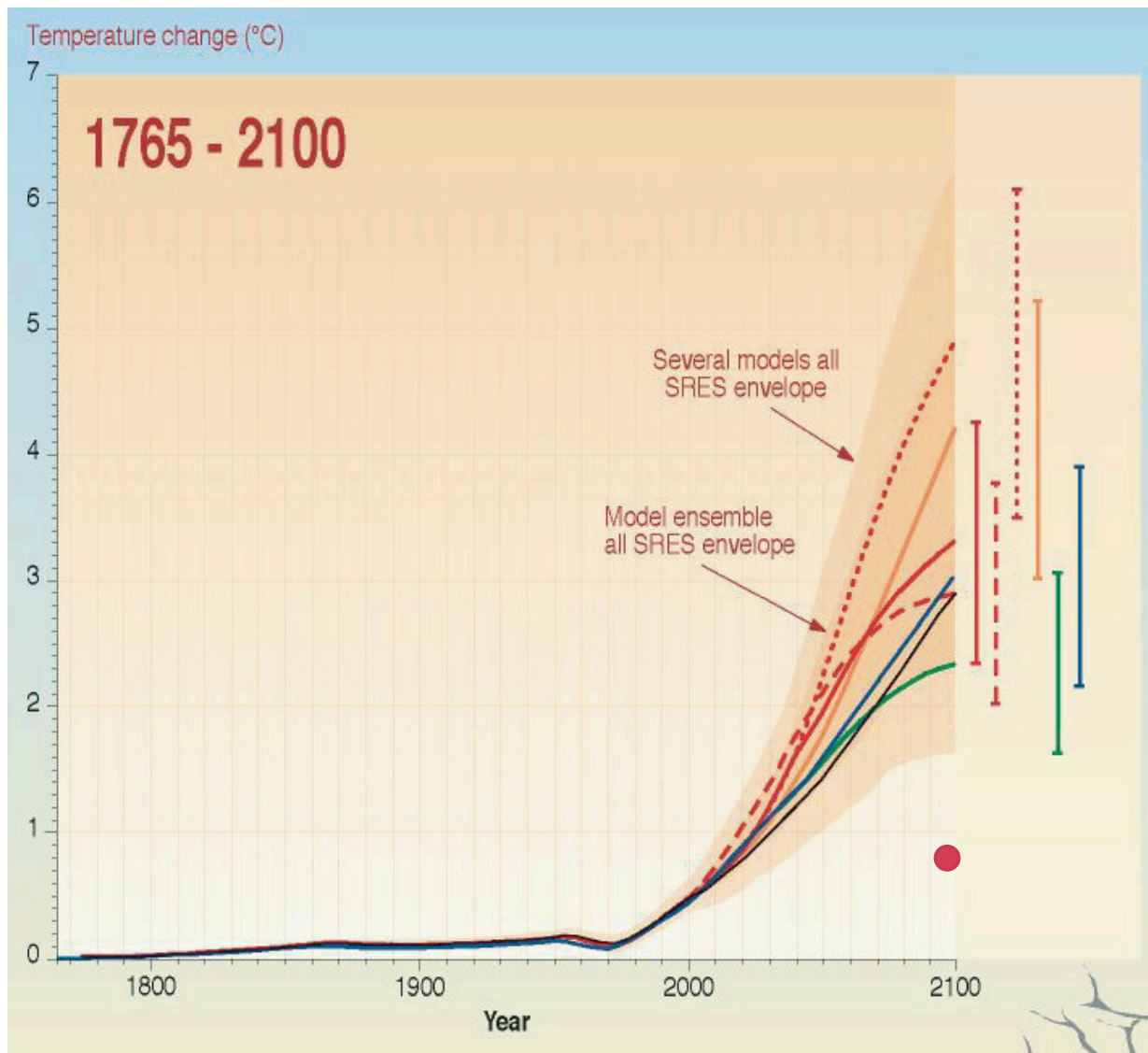
Bisher sichtbarer CO₂-Zuwachs seit 1900: ca. 30 %

Globale Klimaentwicklung

Bemerkungen:

Das thermodynamische „unendlich grosse“ (Wärme-)Bad

Der Tanker im Nebel auf dem Eismeer (I)



Aus: http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/slides/05.02.htm

Globale Klimaentwicklung

Globale Klimaentwicklung

Extremereignisse

Kosten

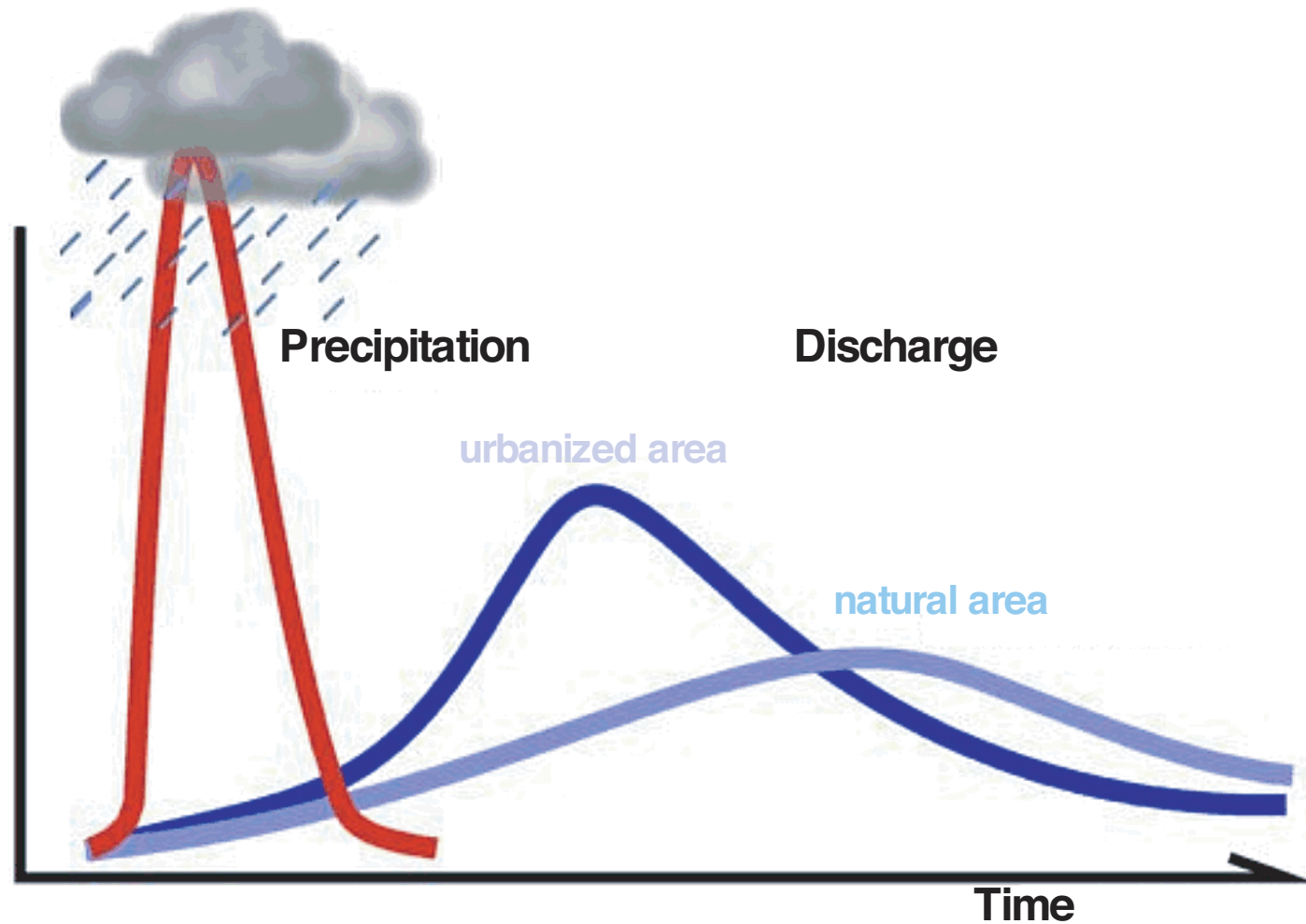


Flood 2002 – Drought 2003



Extremereignisse

Einflußfaktoren auf Flutrisiken



Extremereignisse

Statistische Auswertungen von Flut-Zeitreihen

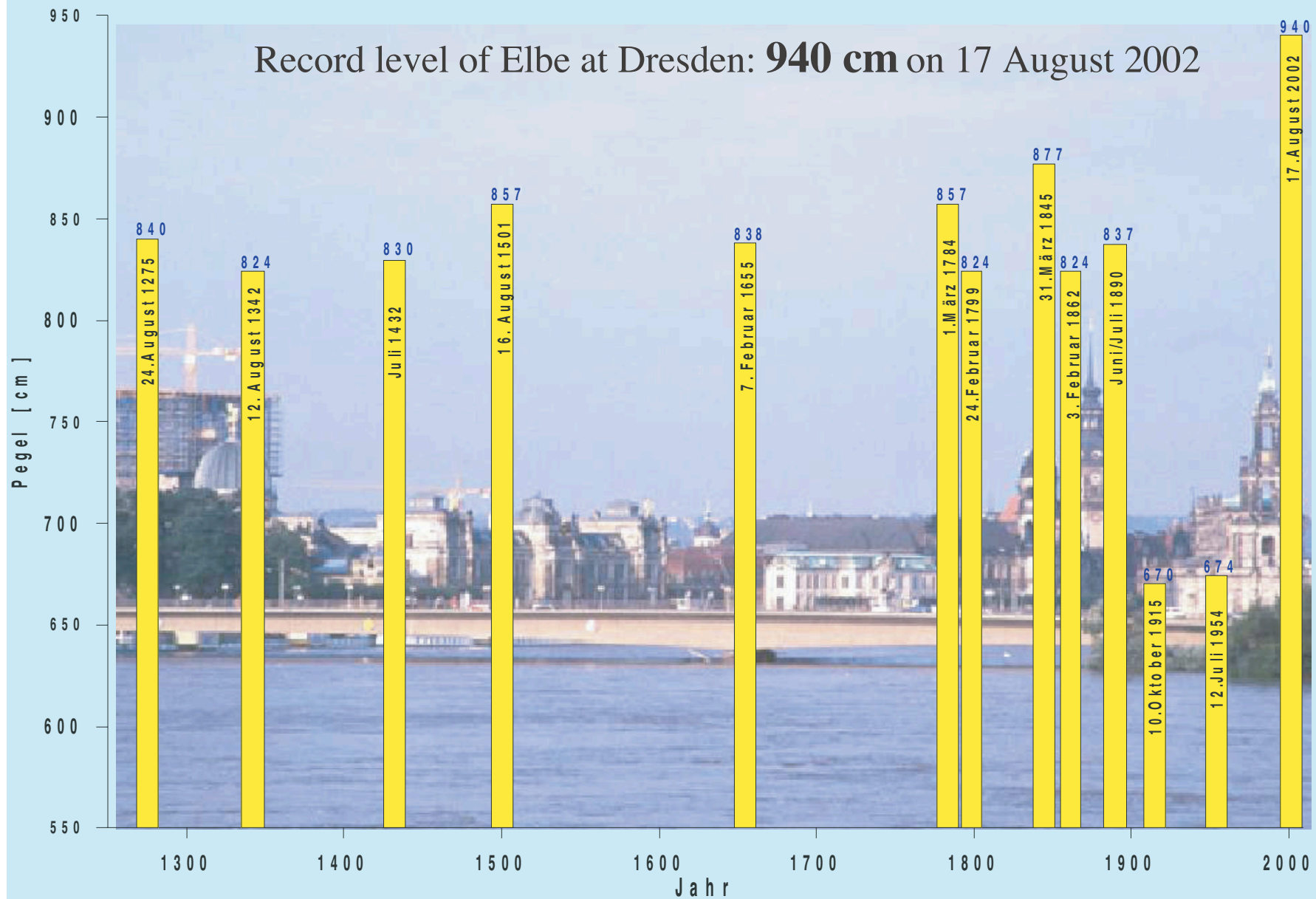
Mudelsee et al. (*NATURE*, 2003):

**No upward trends in the occurrence of extreme floods in
Central Europe**

Schiermeier (*NATURE*, 2003):

Analysis pours cold water on flood theory

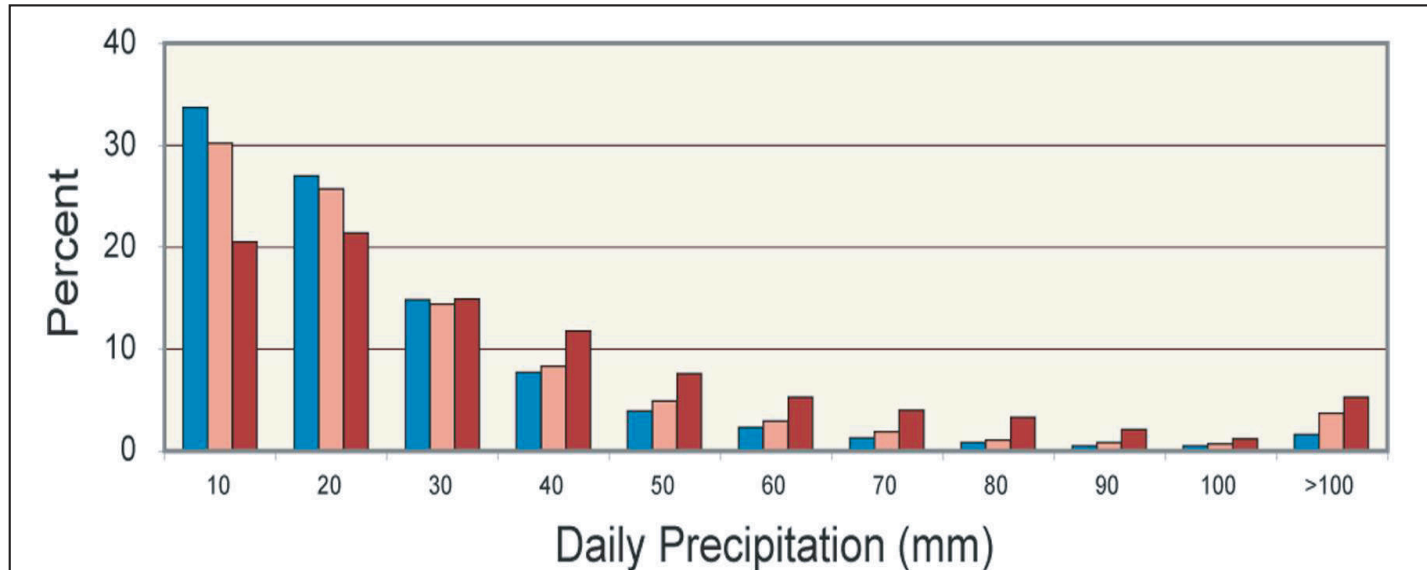
Z. Kundzewicz, Vortrag bei der Jahres-EGU Konferenz, 2004



Z. Kundzewicz, Vortrag bei der Jahres-EGU Konferenz, 2004

Extremereignisse

Statistische Auswertungen von Niederschlags-Zeitreihen



Distribution of total seasonal precipitation into intensity classes.

The warmer it is, the more precipitation falls in intense events.

Seasonal total precipitation: **230mm±5mm.**

Temperature classes: **blue bar** -3!C to 19!C,

pink bar 19!C to 29!C,

dark red bar 29!C to 35!C.

Source: **Karl & Trenberth, 2003.**

Z. Kundzewicz, Vortrag bei der Jahres-EGU Konferenz, 2004

Theoretischer Indikator

Clausius-Clapeyron-Beziehung für den Sättigungs-Wasserdampfdruck

$$\frac{T dp_s}{p_s dT} = \frac{L}{RT} \sim 18 \dots 20$$

Das heisst

$$\Delta T \sim 1^\circ \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta p_s}{p_s} \sim 6 \dots 7\%$$

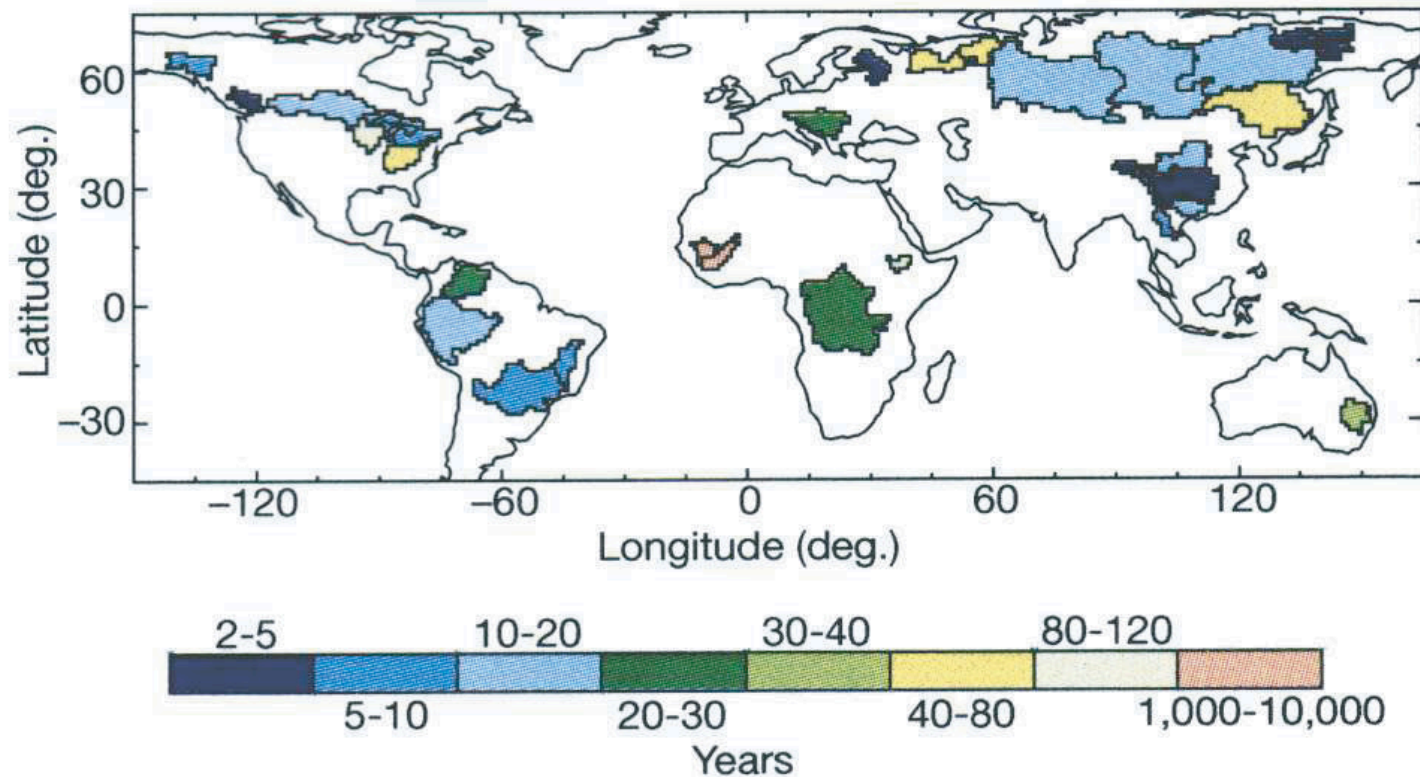
Erwartung:

Wo genügend Oberflächenwasser vorhanden ist, wird die Atmosphäre deutlich mehr Wasserdampf tragen und Niederschläge werden ergiebiger.

Wo die Luft ohnehin nicht gesättigt ist, wird sinkt die relative Feuchte weiter und es wird trockener.

Extremereignisse

Änderung der Wiederkehrzeiten von „100-Jahres-Fluten“



Milly et al., Nature, (2004)

Vorhersage mittels Modellsimulationen

Annahme einer Vervierfachung des atmosphärischen CO₂-Gehalts

Extremereignisse

Vorhersagbarkeit von Flutrisiken ?

(i) Changes in socio-economic systems	Land-use change, increasing exposure and damage potential – floodplain development, growing wealth in flood-prone areas, changing risk perception
(ii) Changes in terrestrial systems	Land-cover change - urbanization, deforestation, elimination of natural inundation areas (wetlands, floodplains), river regulation – channel straightening and shortening, embankments), damming rivers, adverse changes of conditions of transformation of precipitation into runoff
(iii) Changes in climate and atmospheric system	Holding capacity of the atmosphere, intense precipitation, seasonality, circulation patterns

Z. Kundzewicz, Vortrag bei der Jahres-EGU Konferenz, 2004

Vorhersagbarkeit von Flutrisiken mit heutigen Mitteln ?

- Kurzfristvorhersage ??
DFG-SPP „Quantitative Niederschlagsvorhersage“
- Extremwertstatistik ??
Fluten / Trockenheiten erfordern Zusammenspiel zu vieler Faktoren
- Qualitatives Verständnis ??
Mechanismen, Sensitivitäten, Unsicherheiten etc. können aufgezeigt werden