

Wetterextreme – Laune der Natur oder Klimawandel

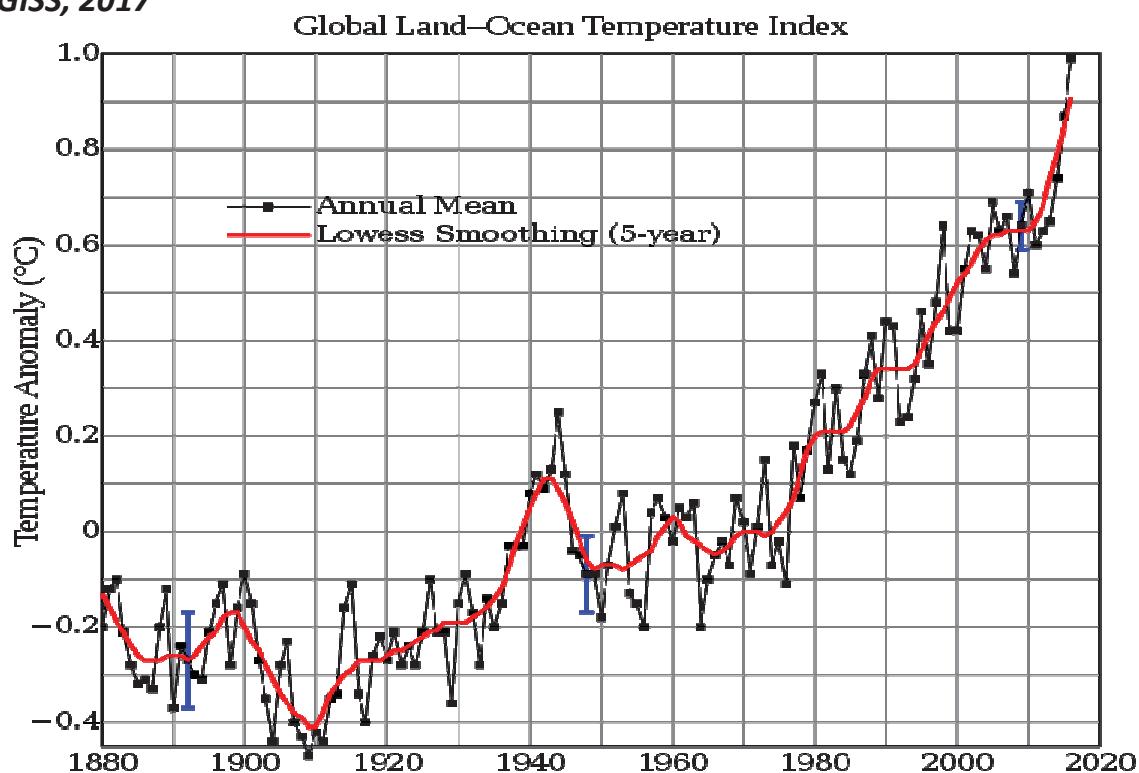
Hartmut Graßl,
Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

*Vortrag bei dem Niedersächsischen Gewässerforum
Hildesheim
11. September 2017*

Der mir vorgeschlagene Titel des Vortrages ist breit gefasst, aber ich werde mich heute konzentrieren auf die intensiven Niederschläge und die Versuche, einen Anteil des erhöhten Treibhauseffektes an einzelnen Ereignissen zu bestimmen.

Da *Klima* eine sehr wichtige natürliche Ressource für alle Lebewesen ist, und es sich nachweislich seit Milliarden von Jahren immer wieder bei vielen Parametern in vielen Regionen ändert, ist es zurzeit bei überaus raschen Klimaänderungen verständlich, dass bei jedem außergewöhnlichen *Wetter* gefragt wird, ob der „Klimawandel“ daran schuld sei.

Mittlere globale Lufttemperaturänderung seit 1880 in Jahresschritten mit und ohne Glättung über 5 Jahre sowie mittlerem Fehler (blau), nach NASA GISS, 2017

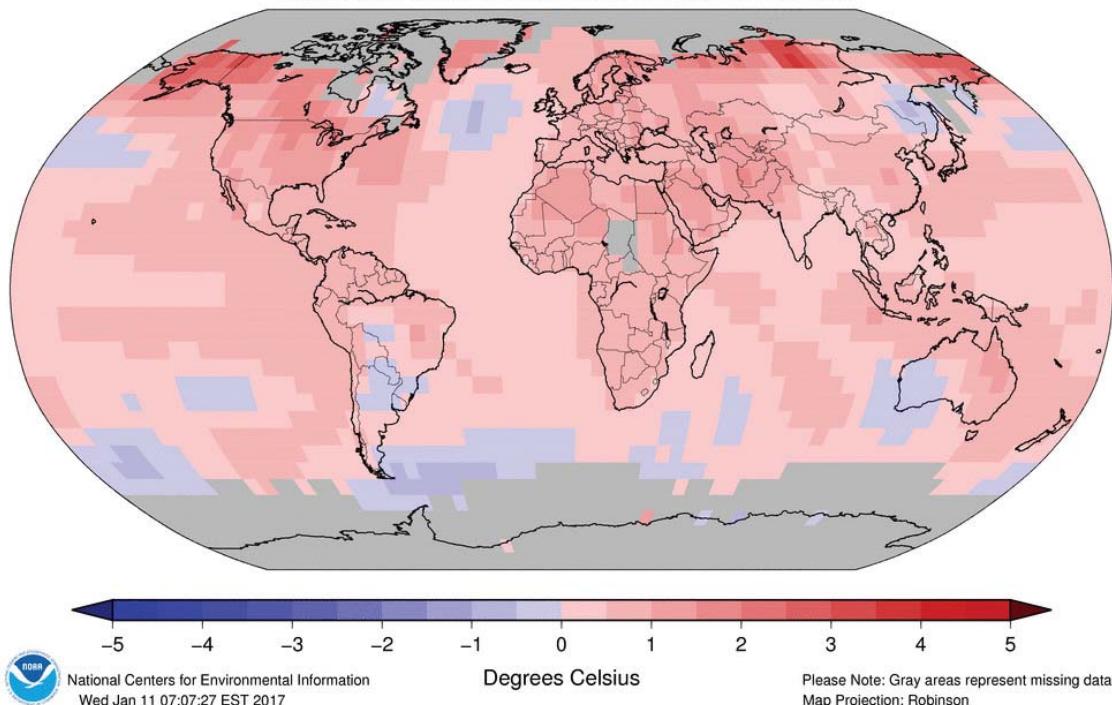


Das Temperaturrekordjahr 2016

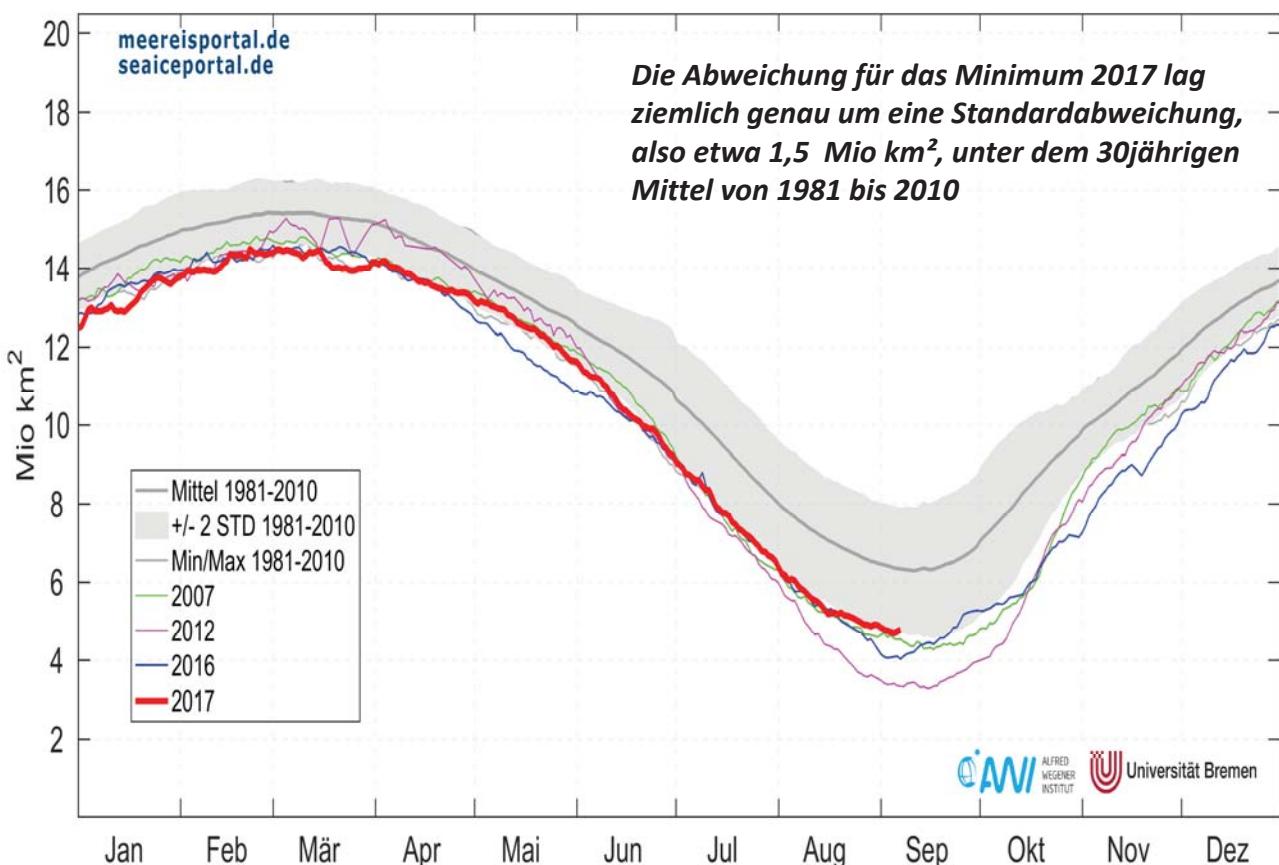
Land & Ocean Temperature Departure from Average Jan–Dec 2016

(with respect to a 1981–2010 base period)

Data Source: GHCN-M version 3.3.0 & ERSST version 4.0.0



Meereis-Ausdehnung Arktis (Meereiskonzentration >15%) 07.09.2017: 4.77 Mio km²



Der Deutsche Wetterdienst am 2.8.17 über den Juli 2017

Verbreitet große Niederschlagsmengen – örtlich mit Überschwemmungen

Mit bundesweit rund 130 Litern pro Quadratmeter (l/m^2) erreichte der Juli 163 Prozent seines Solls von 78 l/m^2 . Damit gehört er zu den zehn niederschlagsreichsten Julimonaten seit Messbeginn 1881. Die ersten beiden Dekaden verliefen sehr abwechslungsreich. Kurze trockene Abschnitte gingen meist mit heftigen Gewittern zu Ende. Diese brachten oft Sturmböen, Hagelschlag und extreme Niederschläge, wie in Friedrichshafen-Unterraderach am Bodensee am 8. mit 123 l/m^2 . Das letzte Drittel wurde geprägt von Tiefdruckgebieten. So brachte die Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“, insbesondere Tief „Alfred“, vom 24. bis zum 26. Dauerregen über dem südlichen Niedersachsen und Thüringen: An der Eckertalsperre im Harz fielen 302 l/m^2 innerhalb 72 Stunden. Zahlreiche andere Messstellen meldeten neue Monatsrekorde. In der Folge traten viele Bäche und Flüsse über die Ufer und überschwemmten Innenstädte und Dörfer.

Der Wert an der Eckertalsperre ist weit entfernt vom Tagesrekord 312 l/m^2 in Zinnwald-Georgenfeld vom August 2002 (Hinzufügung durch Autor)

Versuche den anthropogenen Anteil an der Intensivierung der Niederschlagsrate und der einzelner Ereignisse festzustellen:

- **Niederschlagsrate in Wien: Über Clausius-Clapeyron?**
- **Niederschlagsraten in Australien: Wo über und wo unter C-C?**
- **Extreme Niederschlagsereignisse: anthropogener Zuschlag?**

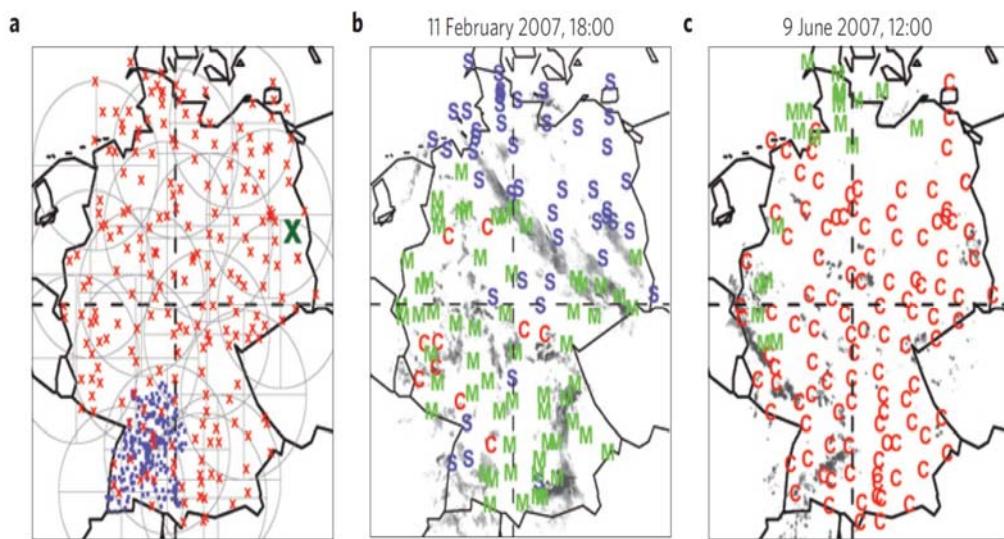
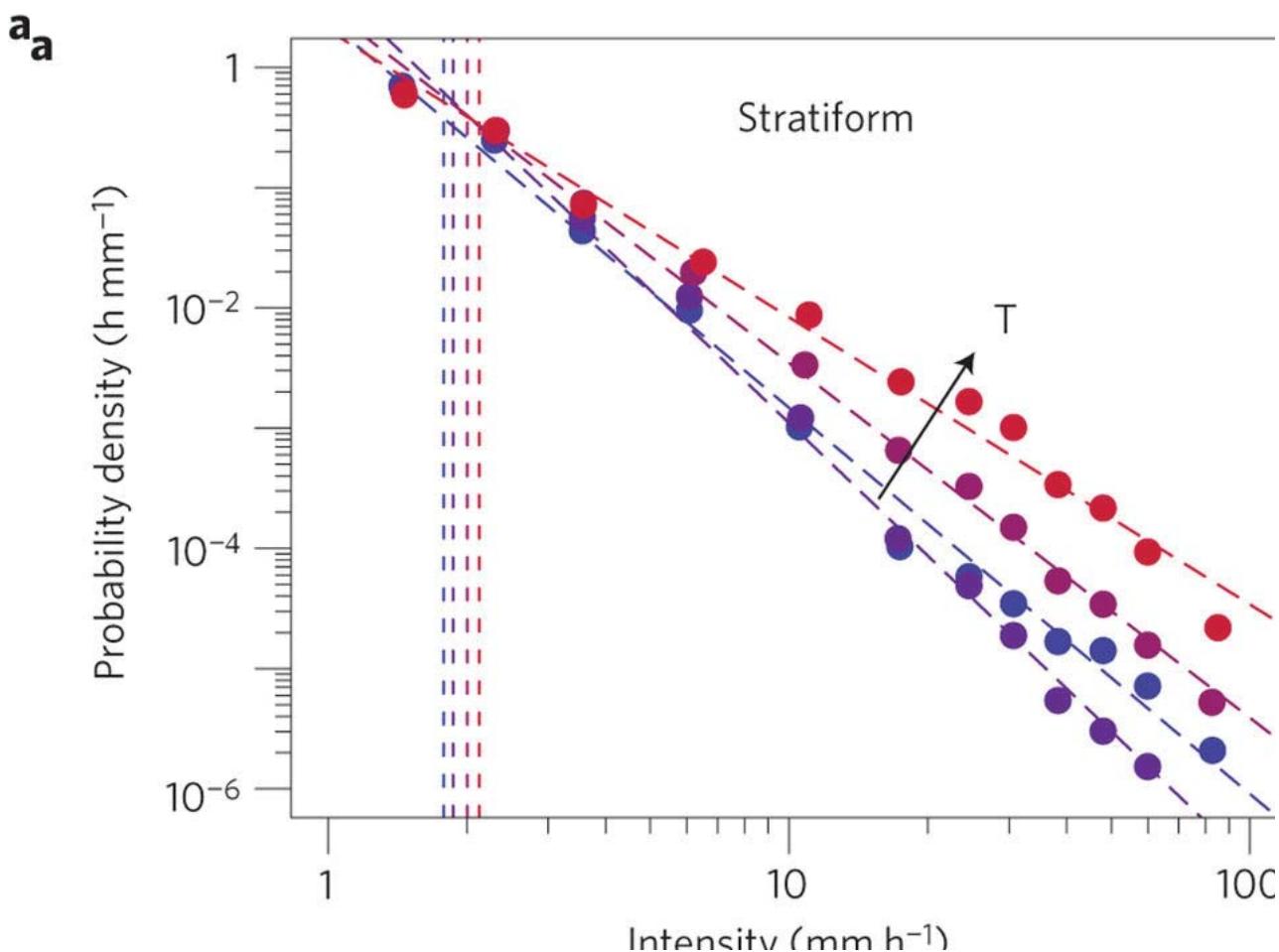
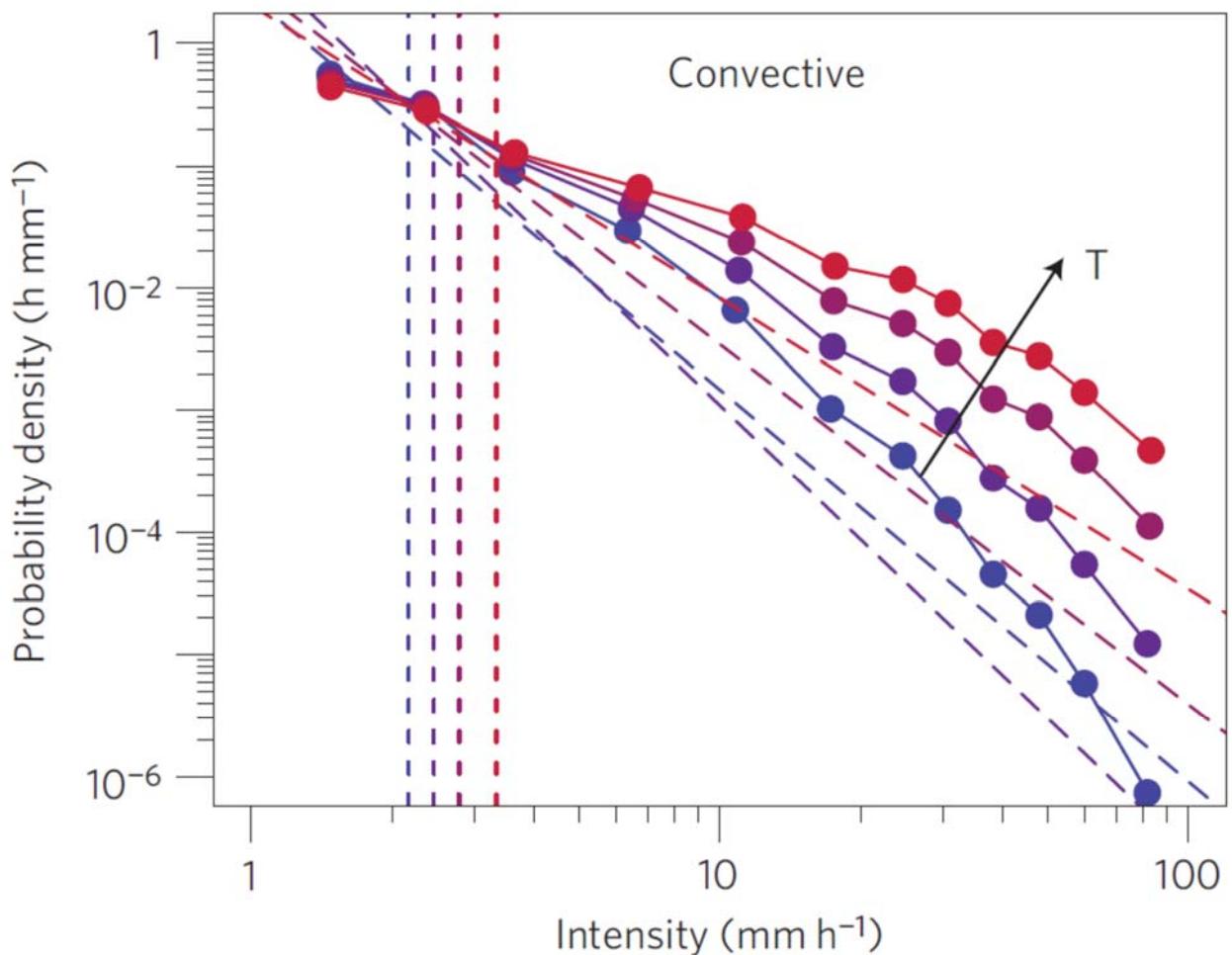
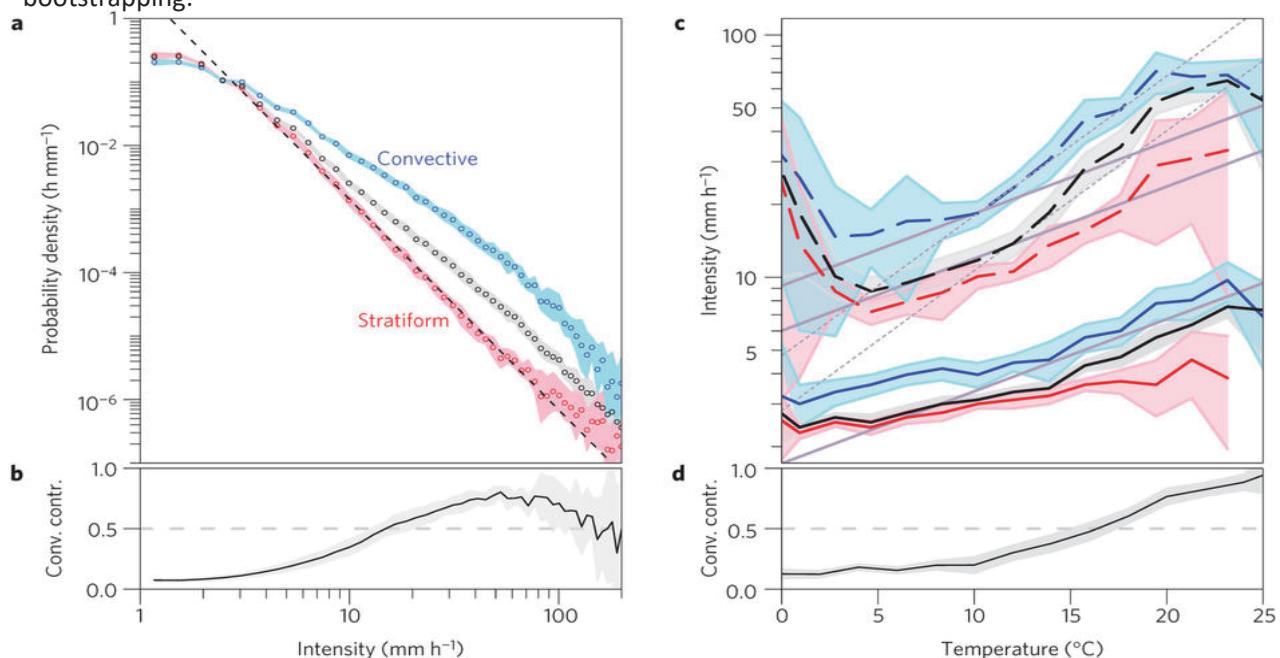


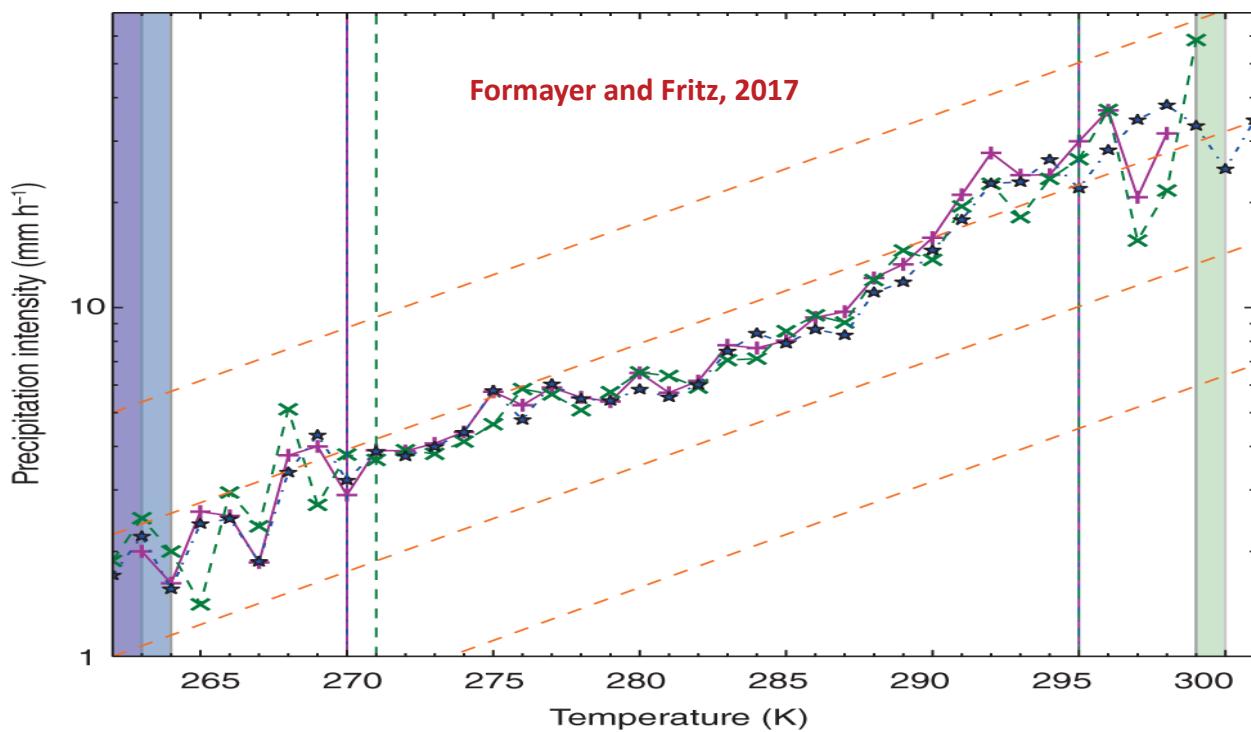
Figure 1 | Separation of precipitation types. **a**, Map of the investigation area with radar (grey circles), synoptic (red crosses) and precipitation stations (blue dots). The quadrants used for the radar processing are shown as dashed lines. The Lindenberg station for comparison with the br method (see Methods) is marked with a bold green cross. **b**, Example of a dominant stratiform synoptic weather condition. The symbols S and I observations of stratiform and mixed synoptic cloud conditions, respectively radar-observed rain intensity is marked as grey shades. **c**, The same but for dominant convective (C) conditions.



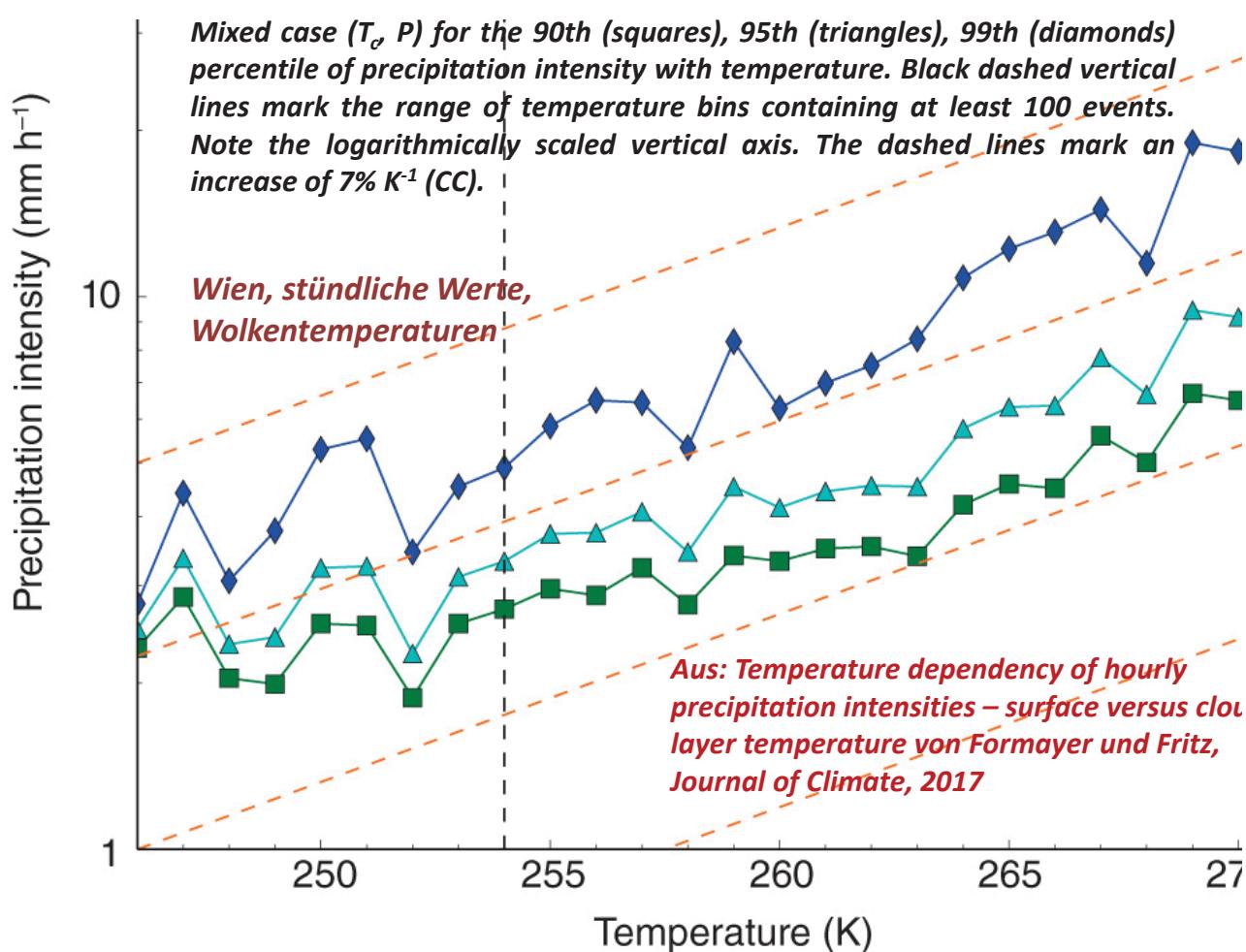


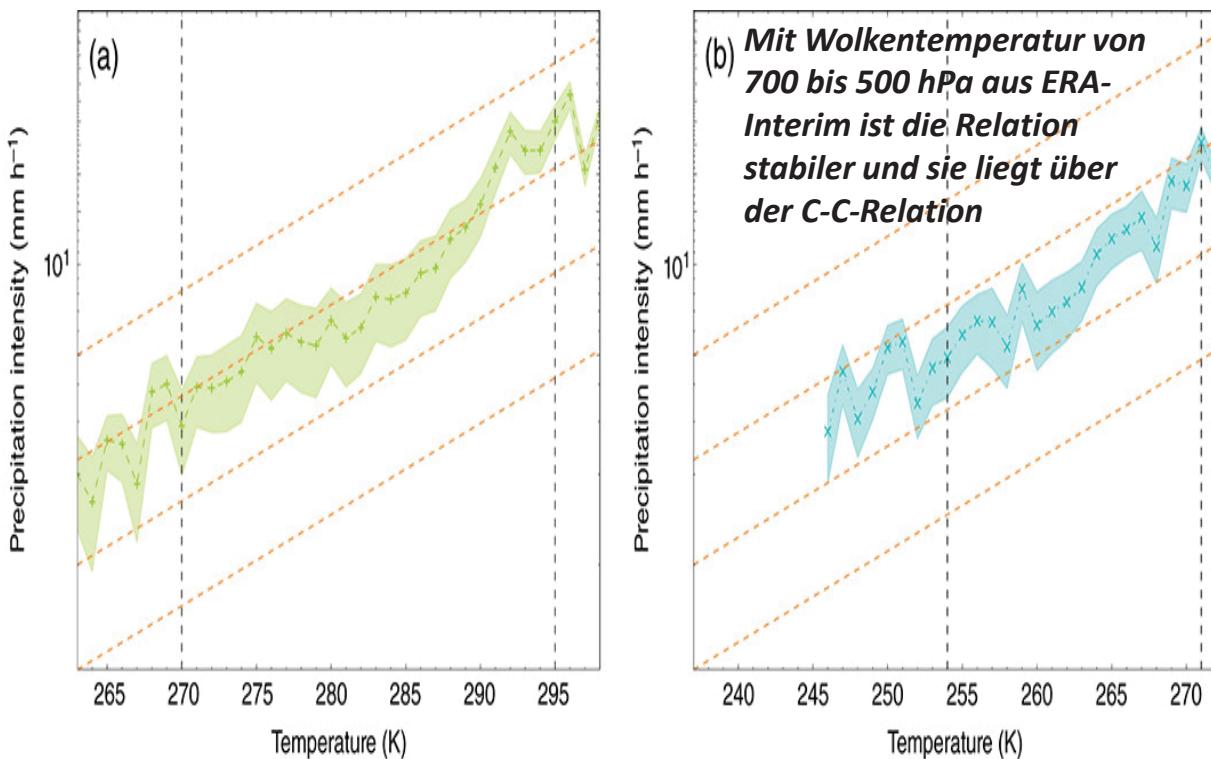
a, Five-minute precipitation intensity distribution for convective (blue), stratiform (red) and total precipitation (black) from gauges. Dashed line: power-law fit (log–log axes). b, The relative contribution of convective precipitation to the sum of the two types of precipitation as a function of intensity (logarithmic horizontal scale). c, Intensity percentiles of convective (blue), stratiform (red) and total precipitation (black) for the 75th (solid) and 99th (long-dashed) percentiles. Solid and dashed purple lines mark 7% °C⁻¹ and 14% °C⁻¹ increases, respectively (logarithmic vertical axis). d, The same as for b but as a function of temperature. Shaded areas denote the 90% confidence intervals computed by bootstrapping.





Three different methods based on station observation. 99th percentile of precipitation intensity depending on temperature based on: mean temperature at the hour of precipitation ' $T_{2\text{mh}}$ ' (- +), daily mean temperature ' $T_{2\text{md}}$ ' (—, x), temperature at the start of the precipitation accumulation period ' $T_{2\text{mb}}$ ' (- *). Dashed vertical lines mark the range of temperature bins containing at least 100 events. Bins with between one and ten events are shaded. Note the logarithmically scaled vertical axis. The dashed lines mark an increase of 7% K^{-1} (CC).



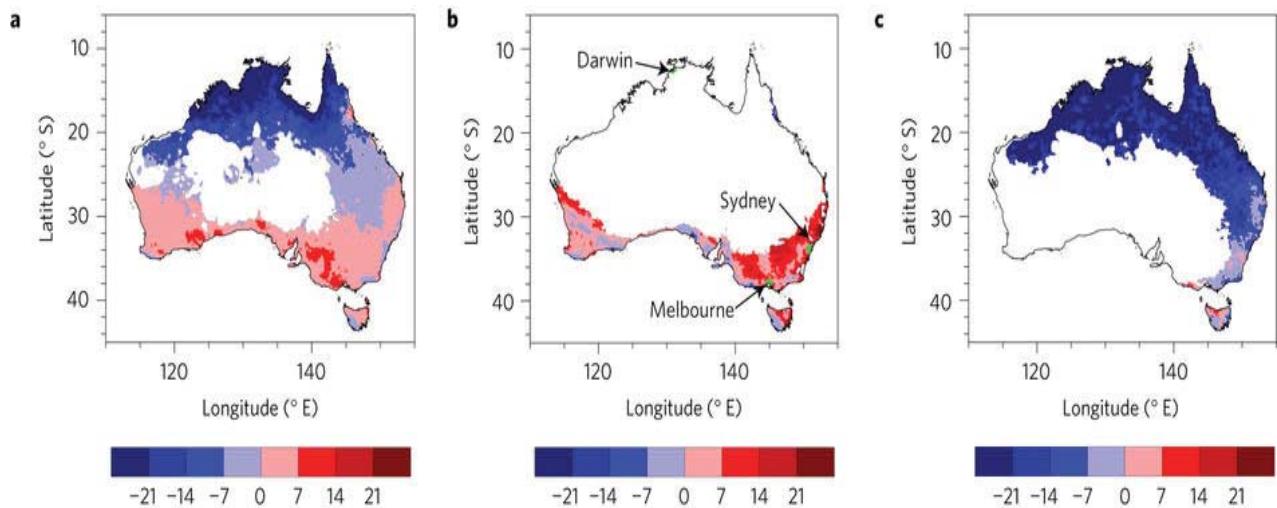


99th percentile of the precipitation intensity and 95% confidence interval. (a) station observation ($T_{2\text{m}}, P$). (b) Mixed case (T_c, P). The black dashed vertical lines mark the range of temperature bins containing at least 100 wet events. Note the logarithmically scaled vertical axis. The dashed lines mark an increase of 7% K⁻¹ (CC). [Formayer and Fritz, 2017](#)

Formayer and Fritz (2017):

- *The findings of this study support the hypothesis that scaling exceeding the Clausius-Clapeyron rate occur at temperatures after a specific threshold and that the behaviour [Lenderink and van Meijgaard \(2010\)](#) observe to be robust across western Europe, probably remains robust for Austria at least when using temperatures from station observations.*
- *The use of cloud layer temperature gives similar scaling for precipitation rates, but a cooling at very warm temperatures cannot be observed, as long as the sample size is sufficient. Also no change in the scaling rate is observed for the 99th percentile. It stays constant over the whole temperature range.*

Wie stark hat sich in Australien der Extremniederschlag (99 Perzentil) bei Temperaturzunahme in Prozent pro $^{\circ}\text{C}$ geändert? 7% wären es nach der Clausius-Clapeyron-Gleichung.



Apparent scaling given by regression slopes $\alpha_1 (\text{ % } ^{\circ}\text{C}^{-1})$ between 99th percentile daily precipitation and daily mean temperature from all data (a), wintertime (b, June–August) and summertime (c, December–February) in AWAP. The locations of Darwin, Sydney and Melbourne are marked (b). White indicates grids without enough wet days for the analysis.

Die Forschung zu Extremwetter und Klimawandel macht Fortschritte. Mittlerweile ist es bei bestimmten Ereignissen möglich, innerhalb kurzer Zeit zu quantifizieren, wie stark der menschengemachte Klimawandel Intensität oder Häufigkeit beeinflusst.

Eberhard Faust, Munich Re 2017

Schadeneignis	Schäden			Meteorologische Wiederkehrperiode (aktuell)	Rolle des Klimawandels
	Gesamt (original):	Normalisiert:	Versichert (original):		
August 2016: Extremniederschlag mit Überschwemmungen in Louisiana/USA ¹	10 Mrd. US\$	10 Mrd. US\$	2,5 Mrd. US\$	Ca. 30-jährlich (zentrale Golfküstenregion 29-31 N, 85-95 W)	Wahrscheinlichkeitszunahme mindestens Faktor 1,4
Mai/Juni 2016: Starkniederschlag mit Überschwemmungen in Frankreich ²	2,2 Mrd. €	2,2 Mrd. €	1,2 Mrd. €	Ca. 100-jährlich (Loire) Jährlichkeit >> 100 (Seine)	Wahrscheinlichkeitszunahme-Faktoren ca. 2,3 (Seine) und 2,0 (Loire)
Winter (Dezember) 2015: Starkniederschläge mit Überschwemmungen in Nordengland/Südschottland durch Wintersturm Desmond ³	0,88 Mrd. £	1 Mrd. £	0,6 Mrd. £	Ca. 100-jährlich	Wahrscheinlichkeitszunahme-Faktor ca. 1,4

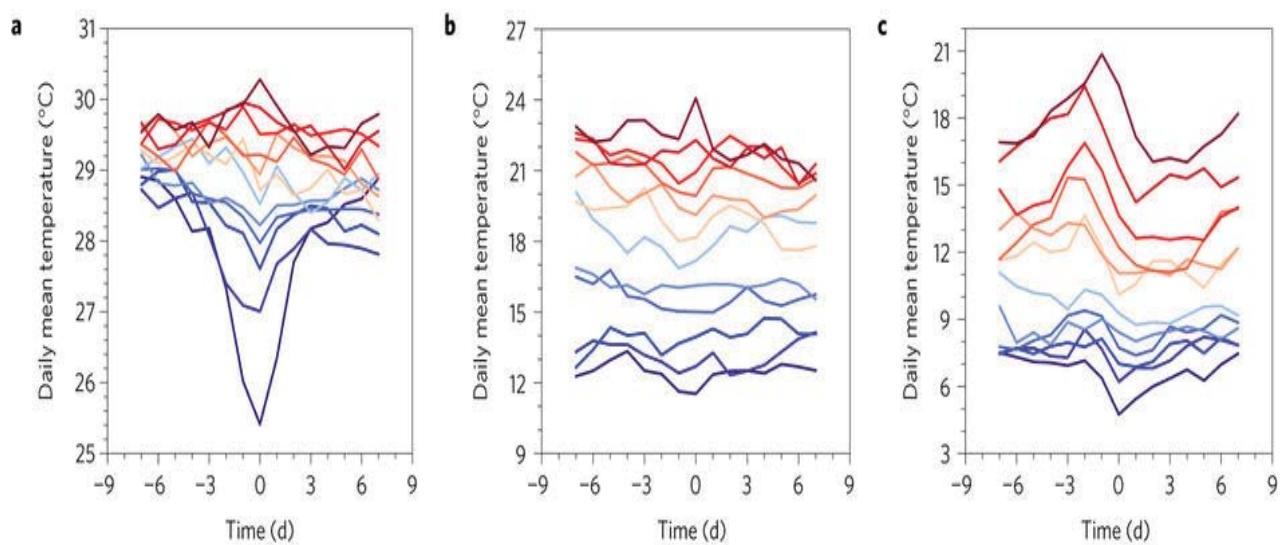
Auszug aus GeoRisiken (Munich Re, 2017)

Fazit

Die verbesserte Beobachtungstechnik vor allem aus dem Weltraum, die räumlich besser auflösenden sowie dadurch genauerer und validierten Zirkulationsmodelle erlauben für bestimmte Einzelereignisse eine Zuordnung des Klimawandelzuschlages bei Extremwetter. Sie werden Bedeutung erlangen bei der Kompensation von Verlust und Schäden in den Entwicklungsländern, einem Teil der Paris-Vereinbarung vom 12. 12. 2015.

Die heftigeren konvektiven Niederschläge und die intensiveren ausgedehnten Niederschlagsgebiete haben kostspielige Folgen nicht nur bei der Beseitigung der Schäden sondern auch bei der Anpassung an die vorhandenen sowie die weiteren, nicht mehr vermeidbaren Klimaänderungen durch den Menschen.

Wie stark nimmt der Niederschlag bei Erwärmung zu? Ergebnis einer Studie der australischen Wissenschaftler für den tropischen Norden, die Ostküste und die Südküste



Time series of daily mean temperature in AWAP from seven days before to seven days after extreme events in Darwin (a), Sydney (b) and Melbourne (c). Different colours from darkest blue (coolest) to darkest red (warmest) represent mean evolution of cases in 12 different temperature bins.

Source: Future increases in extreme precipitation exceed observed scaling rates, Jiawei Bao, Steven C. Sherwood, Lisa V. Alexander & Jason P. Evans; Nature Climate Change 7, 128–132, (2017); doi:10.1038/nclimate3201

Auswahl jüngerer Fachveröffentlichungen zur (raschen) Klimawirkungsaufklärung

Schadeneignis	Schäden			Meteorologische Wiederkehrperiode (aktuell)	Rolle des Klimawandels
	Gesamt (original):	Normalisiert:	Versichert (original):		
August 2016: Extremniederschlag mit Überschwemmungen in Louisiana/USA ¹	10 Mrd. US\$	10 Mrd. US\$	2,5 Mrd. US\$	Ca. 30-jährlich (zentrale Golfküstenregion 29-31 N, 85-95 W)	Wahrscheinlichkeitszunahme mindestens Faktor 1,4
Mai/Juni 2016: Starkniederschlag mit Überschwemmungen in Frankreich ²	2,2 Mrd. €	2,2 Mrd. €	1,2 Mrd. €	Ca. 100-jährlich (Loire) Jährlichkeit >> 100 (Seine)	Wahrscheinlichkeitszunahme-Faktoren ca. 2,3 (Seine) und 2,0 (Loire)
Winter (Dezember) 2015: Starkniederschläge mit Überschwemmungen in Nordengland/Südschottland durch Wintersturm Desmond ³	0,88 Mrd. £	1 Mrd. £	0,6 Mrd. £	Ca. 100-jährlich	Wahrscheinlichkeitszunahme-Faktor ca. 1,4
Juli 2015: Hitze in Europa ⁴	30 Mio. €	30 Mio. €	-	3-Tage-Temperaturen Anfang Juli: De Bilt/NL (3-jährlich) Madrid/ES (5-jährlich) Mannheim/D (30-jährlich) Beauvais-Tillé/F (3-jährlich) Zürich/CH (13-jährlich)	Wahrscheinlichkeitszunahme mindestens Faktor 2
Winter 2013/14 (Januar 2014): Starkniederschläge mit Überschwemmungen in England/Wales ⁵	0,9 Mrd. £	0,94 Mrd. £	0,7 Mrd. £	Ca. 100-jährlich in Südengland	Wahrscheinlichkeitszunahmen: - Starkniederschlag: Faktor ca. 1,4 - 30-Tage-Spitzenabfluss Themse: Faktor ca. 1,2 - Zunahme um 1.000 der von Überschwemmung bedrohten Objekte (Themse)
Juli 2007: Schwere Sommerniederschläge mit Überschwemmungen in Mittelengland/Wales ⁶	2 Mrd. £	2,4 Mrd. £	1,5 Mrd. £	5-Tage-Niederschlag im Juli: Jährlichkeit ca. 10-30 Jahre	Wahrscheinlichkeitszunahme mindestens Faktor 2
Oktober–November 2000: Starkniederschläge mit Überschwemmungen in England/Wales ⁷	1,5 Mrd. £	3,7 Mrd. £	-	Abfluss (Flüsse) ca. 10-jährlich (modelliert)	Wahrscheinlichkeitszunahme beim Abfluss: Faktor >1,2 bis >1,9

■ Rasche Ursachenermittlung

■ Keine rasche Ursachenermittlung

Literaturverzeichnis:

¹ Van der Wiel, K., S.B. Kapnick, G.F. van Oldenborgh, K. Whan, S. Philibin, G.A. Vecchi, R.K. Singh

² Van Oldenborgh, G.J., Otto, F.E.L., Haustein, K., Cullen, H. (2015): Climate change increases the

³ Otto, F.E.L., S.M. Rosier, M.R. Allen, N.R. Massey, C.I. Ryrie, H. Cullinan (2015): Attribution