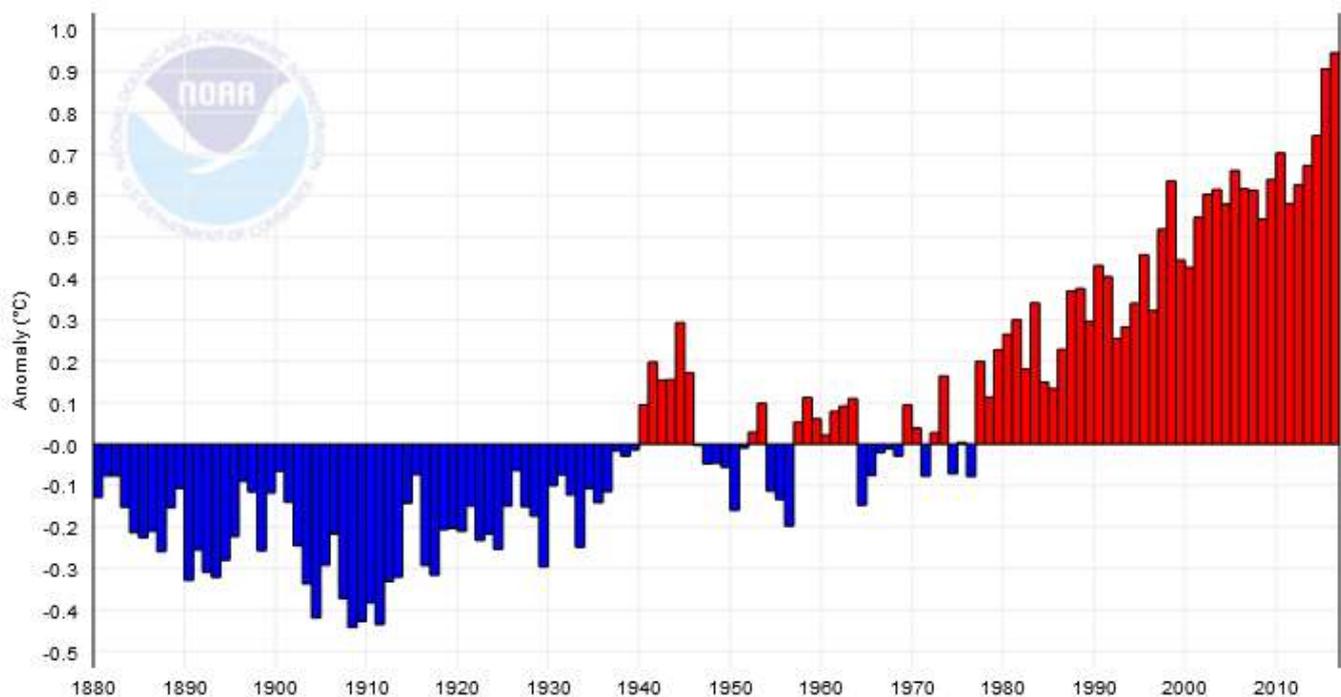


# Klimawandel – eine Faktenliste

*Faktenliste zum Stand der Forschung | Pressekonferenz in Hamburg | 6. Juli 2017*

Faktenliste | GLOBAL | Temperatur

**1. Die Luft an der Erdoberfläche hat sich bereits deutlich erwärmt.** Im Jahr 2016 lag die mittlere globale oberflächennahe Lufttemperatur um rund 0,94°C höher als das Mittel im 20. Jahrhunderts. Dies teilte die NOAA Anfang 2017 auf der Basis dreier unabhängiger Datenreihen mit. Damit war 2016 das wärmste Jahr seit Beginn der Auswertungen und übertraf die vorherigen Rekordjahre 2015 und 2014 – drei Rekordjahre in Folge wurden noch nie seit Beginn der Wetteraufzeichnung registriert.



Die Grafik zeigt die Abweichung der globalen Lufttemperaturen (Mittel der einzelnen Jahre) zwischen 1881 und 2016 gegenüber dem Mittelwert des 20. Jahrhunderts. Quelle: NOAA

Eine gemeinsame Initiative von:



**Die wärmsten 10 Jahre global seit 1880 und Abweichung gegenüber dem Mittel des 20. Jahrhunderts**

1.	2016 (+0,94°C)
2.	2015 (+0,90°C)
3.	2014 (+0,74°C)
4.	2010 (+0,70°C)
5.	2013 (+0,67°C)
6.	2005 (+0,66°C)
7.	2009 (+0,64°C)
8.	1998 (+0,63°C)
9.	2012 (+0,62°C)
10.	2003 (+0,61°C)
10.	2006 (+0,61°C)
10.	2007 (+0,61°C)

Quelle: NOAA

## 2. Seit mehreren Jahrzehnten zeigt sich ein klarer Aufwärtstrend.

Die Mitteltemperatur an der Erd- und Wasseroberfläche hat in den vergangenen Jahrzehnten im Mittel stetig zugenommen. Seit den 1960er Jahren war jede Dekade wärmer als die vorherige. Und die bisherigen Daten für das laufende Jahrzehnt deuten darauf hin, dass auch die Dekade 2011 bis 2020 einen neuen Höchststand markieren wird. Die mittlere globale Temperaturabweichung der Jahre 2011 bis 2016 zum Beispiel liegt im Datensatz der US-Ozean- und Atmosphärenbehörde NOAA 2011-2016 mit einer Abweichung von 0,74°C gegenüber dem Mittel des 20. Jahrhunderts deutlich höher als die 0,61°C im Jahrzehnt zuvor.

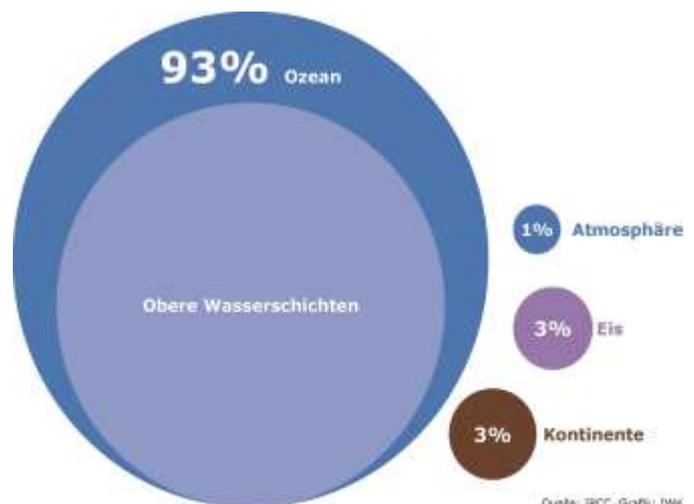
## 3. Die Häufung von Temperaturrekorden in den vergangenen Jahren ist höchst ungewöhnlich.

16 der 17 wärmsten Jahre überhaupt seit Beginn der Aufzeichnungen traten nach dem Jahr 2000 auf, alle fünf wärmsten seit 2010. Seit 1977 – also seit mittlerweile vier Jahrzehnten – gab es auf der Erde kein Jahr mehr, das kühler war als der Durchschnitt des 20. Jahrhunderts.

**4. Die Ozeane haben sich deutlich erwärmt.** Die Temperatur der oberen Wasserschichten der Weltmeere ist von 1980 bis 2015 um etwa 0,5°C gestiegen. Es gibt auch Seegebiete in denen die Wassertemperaturen in dieser Zeit gesunken sind (etwa der Nordatlantik), in anderen stieg die Temperatur hingegen überproportional. Hierfür sind verschiedene Ursachen verantwortlich.

## 5. Der größte Teil der globalen Erwärmung wird in den Meeren gespeichert.

Seit den 1970er Jahren haben die Wassermassen der Ozeane etwa 93 Prozent der gesamten Erwärmung des Klimasystems aufgenommen. (Der Rest verteilt sich wie folgt: Schmelzen von Eismassen: drei Prozent; Erwärmung der Kontinente: drei Prozent; Erwärmung der Atmosphäre: ein Prozent.)



Eine gemeinsame Initiative von:



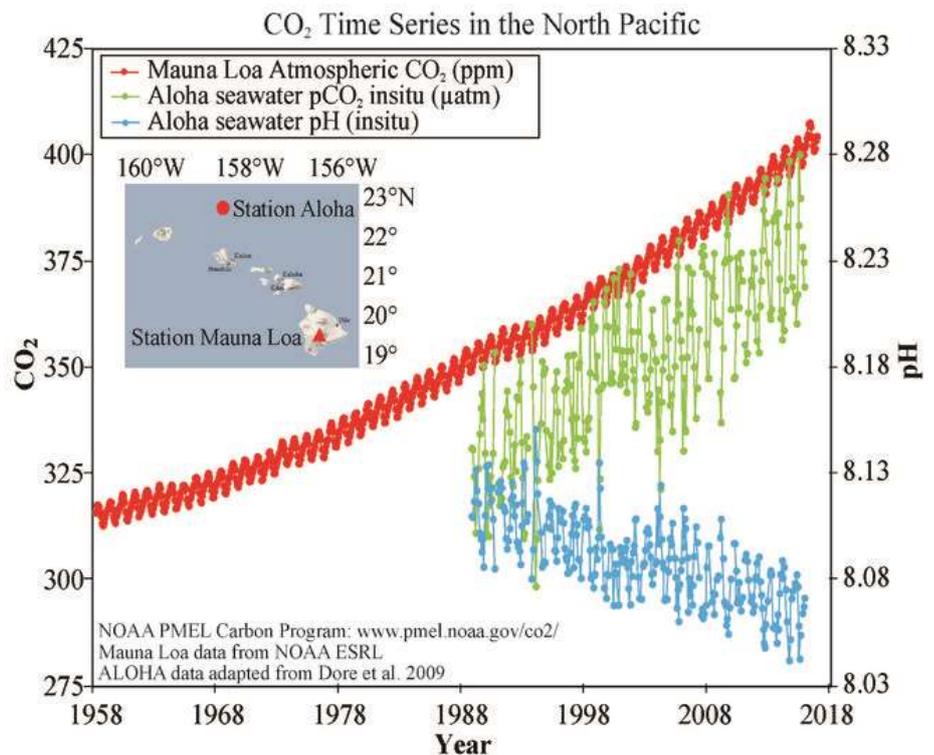
## 6. Der Meeresspiegel steigt.

Zwischen 1993 und 2017 ist der Meeresspiegel laut Satellitenmessungen der NASA im globalen Mittel um etwa 85 Millimeter gestiegen, die Anstiegsrate beträgt aktuell 3,4 mm pro Jahr ( $\pm 0,4$  mm). Dabei steigt der Meeresspiegel nicht überall gleich stark, es gibt Regionen mit niedrigeren und solche mit höheren Werten. So beträgt die Rate im westlichen Pazifik bis zu 12 mm pro Jahr. Größter Einzeleffekt ist die thermische Expansion des Ozeans in Folge der Erwärmung. Es folgen die Abschmelzprozesse auf Grönland, den Gletschern und der Antarktis.

## 7. Der Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre nimmt stetig zu.

Laut Messungen der Referenzstation Mauna Loa auf Hawaii lag der Wert 2017 im Jahresmittel bereits bei etwa 405 ppm. Das ist die höchste CO<sub>2</sub>-Konzentration seit mindestens 800.000 Jahren, sie liegt rund 41 % über dem vorindustriellen Niveau.

Die Grafik rechts zeigt die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen am Messpunkt Mouna Loa in ppm (rot) sowie den Kohlendioxidpartialdruck (pCO<sub>2</sub>, Anteil von Kohlendioxid am Gesamtdruck) des Ozeanwasser an der Station Aloha (grün) und den pH-Wert des Wassers, ebenfalls am Messpunkt Aloha.



Data: Mauna Loa ([http://ftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2\\_mm\\_mlo.txt](http://ftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_mm_mlo.txt)) ALOHA ([http://hahana.soest.hawaii.edu/hot/products/HOT\\_surface\\_CO2.txt](http://hahana.soest.hawaii.edu/hot/products/HOT_surface_CO2.txt))  
 Ref: J.E. Dore et al, 2009. Physical and biogeochemical modulation of ocean acidification in the central North Pacific. *Proc Natl Acad Sci USA* **106**:12235-12240.

**8. Die Ozeane versauern.** Der pH-Wert der Meeresoberfläche liegt aktuell im weltweiten Mittel bei etwa pH 8,1 und ist damit gegenüber der vorindustriellen Zeit bereits um rund pH 0,1 gesunken. Dies bedroht zahlreiche Meereslebewesen, da sich Kalk bei niedrigeren pH-Werten nicht mehr gut als Schale etwa bei Muscheln und Schnecken anlagert. Ursache für diese sogenannte Versauerung ist der Anstieg von Kohlendioxid in der Luft, das teilweise von den Ozeanen aufgenommen wird. Weiterhin hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen könnten bis Ende des Jahrhunderts dazu führen, dass der pH-Wert auf Werte fällt, wie sie seit mehr als 50 Millionen Jahren nicht mehr in den Ozeanen vorkamen.

Eine gemeinsame Initiative von:



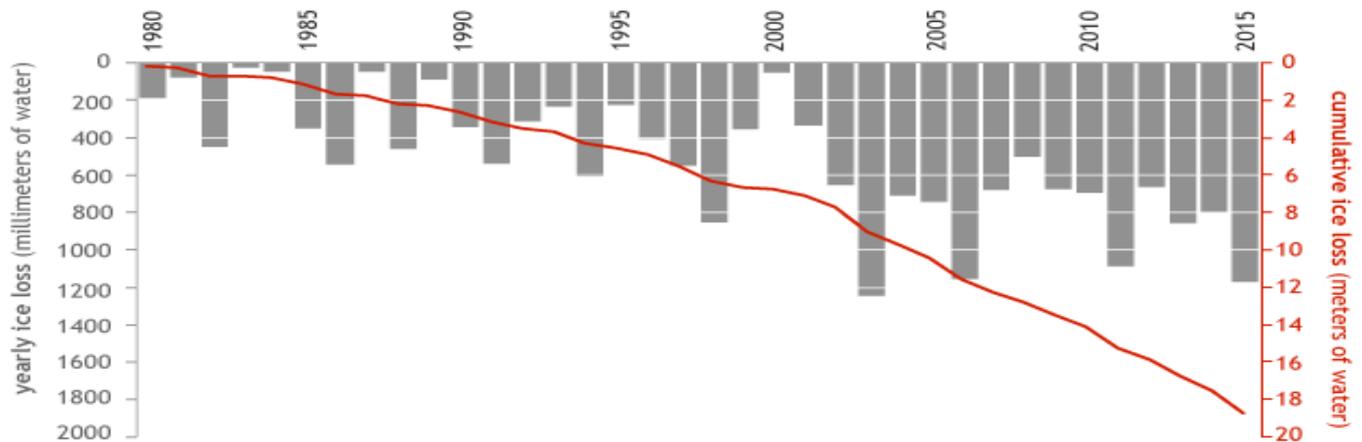
## 9. Grönland verliert massiv Eis.

Der grönländische Eisschild schwindet um 250 bis 300 Milliarden Tonnen pro Jahr, dies trägt mit jährlich rund 0,6 Millimetern zum Anstieg der globalen Meeresspiegelhöhe bei. Das Tempo des Eisverlusts hat sich in den vergangenen Jahren beschleunigt.

## 10. Gletscher und Schnee schwinden.

Vier von fünf Gebirgsgletschern, die weltweit von Forschern beobachtet werden, verlieren aktuell an Eismasse. Selbst unter Einbezug der wenigen Gletscher, die aufgrund regionaler Besonderheiten wachsen, hat die globale Gesamtmasse der Gletscher seit 1980 deutlich abgenommen – im Durchschnitt verschwand eine Eisschicht von gut 20 Metern Dicke. Eine solche Entwicklung, so Glaziologen, hat es seit Beginn der Aufzeichnungen noch nie gegeben. Während ein Teil des Gletscherschwunds noch eine Nachwirkung der Erwärmung im Anschluss an die „Kleine Eiszeit“ auf der Nordhalbkugel zwischen dem 15. und dem 19. Jahrhundert sein dürfte, ist seit einigen Jahrzehnten der anthropogene Klimawandel die Hauptursache. Auch die Schneebedeckung der Nordhalbkugel nimmt ab. In den Schweizer Alpen zum Beispiel ist die Schneesaison in den letzten 45 Jahren erheblich kürzer geworden – sie startet heute im Durchschnitt zwölf Tage später und endet 26 Tage früher als 1970.

### MELTING OF MOUNTAIN GLACIERS HAS ACCELERATED SINCE 2000

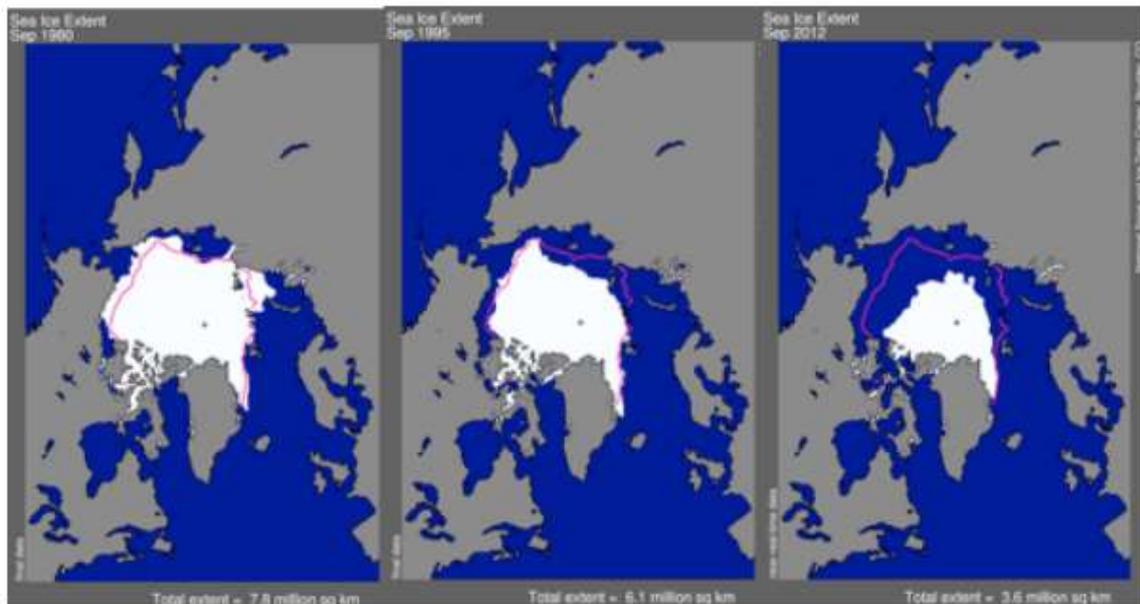


NOAA Climate.gov, adapted from State of the Climate 2015

Eine gemeinsame Initiative von:



**11. Das Meereis rund um den Nordpol wird stetig weniger.** Sowohl die Maximalausdehnung des arktischen Meereises am Ende des Winters als auch das Minimum am Ende des Sommers ging seit Beginn der Satellitenbeobachtung 1979 stetig zurück. Am Südpol ist der Trend weniger klar, dort nimmt die Ausdehnung des Meereises eher zu; als Grund werden veränderte Windmuster vermutet, die das Meereis weiter auseinandertreiben. Im Winter 2016/17 wurde bei der globalen Meereisfläche (Nord- und Südpol kombiniert) dennoch ein Rekordminus verzeichnet.



Eine gemeinsame Initiative von:



## 12. Auch in Deutschland ist der Klimawandel bereits unübersehbar.

Die Mitteltemperatur der Luft hat sich laut Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) seit 1881 um 1,4 °C erhöht. Damit liegt der Temperaturanstieg hierzulande deutlich über dem weltweiten Durchschnitt.

## 13. Markante Zunahme von Hitzeereignissen.

Die Anzahl heißer Tage (Tagesmaximum der Lufttemperatur  $\geq 30$  °C), über ganz Deutschland gemittelt, ist seit den 1950er-Jahren von etwa drei Tagen im Jahr auf derzeit durchschnittlich neun Tage im Jahr angestiegen. Die mittlere Anzahl der Eistage (Tagesmaximum der Lufttemperatur  $< 0$  °C) hat im gleichen Zeitraum von 28 Tagen auf 19 Tage abgenommen. Auch die Häufigkeit und Intensität von Hitzewellen hat sich in Deutschland verändert. 14-tägige Hitzeperioden mit einem mittleren Tagesmaximum der Lufttemperatur von mindestens 30 °C traten zum Beispiel in Hamburg vor 1994 nicht auf. Seitdem gab es dort solche Ereignisse allerdings schon viermal. Bei ungebremstem Treibhausgasausstoß wird für den Zeitraum 2021 - 2050 eine weitere Zunahme um fünf bis zehn heiße Tage in Norddeutschland und zehn bis 15 heiße Tage in Süddeutschland erwartet. Die europäische Hitzewelle 2003 zum Beispiel forderte laut verschiedener Studien 50.000 bis 70.000 Todesopfer. Auch in Deutschland starben damals zahlreiche Menschen, vor allem in Baden-Württemberg.

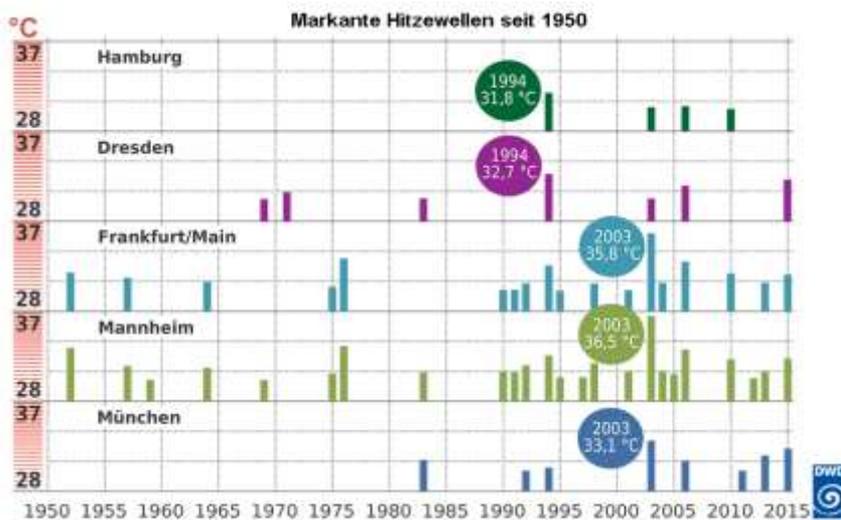
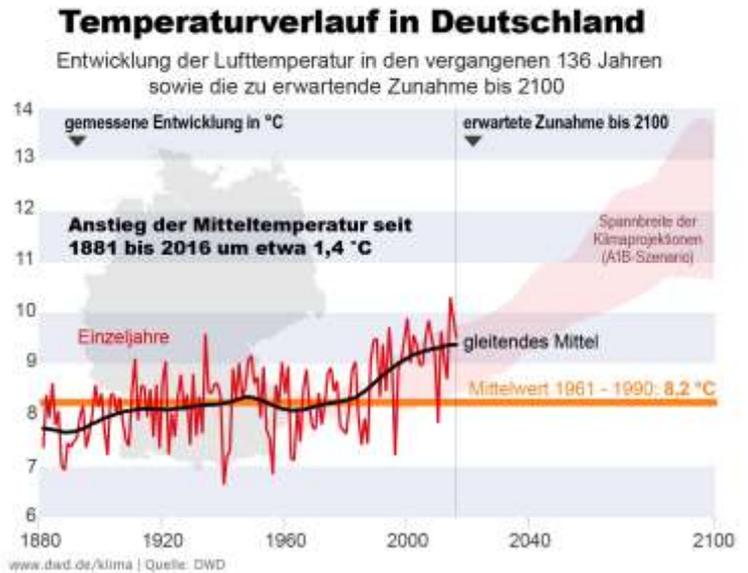
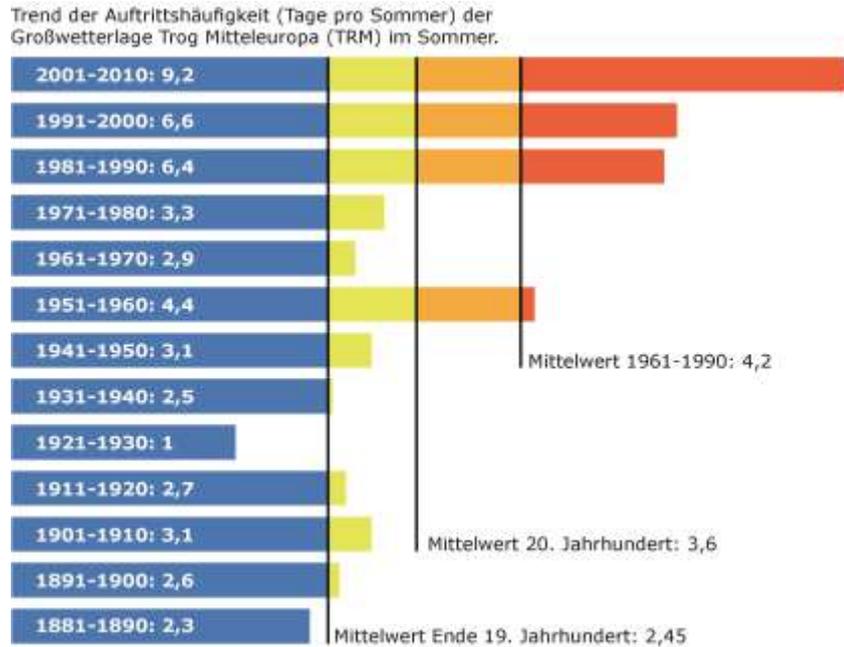


Abb. links: 14-tägige Hitzeperioden mit einem mittleren Tagesmaximum der Lufttemperatur von mindestens 30 °C in fünf deutschen Städten zwischen 1950 und 2015.

Eine gemeinsame Initiative von:



**14. Das Risiko von Hochwassern nimmt zu.** Die Zahl der Tage mit Großwetterlagen (GWL) mit hohem Hochwassergefahrenpotenzial (GWL Trog Mitteleuropa, TRM) hat sich seit Ende des 19. Jahrhunderts in Deutschland im Mittel deutlich erhöht. In den letzten 30 Jahren lag die Zahl der Ereignisse um das 2 bis 3 fache über den Werten zu Beginn des letzten Jahrhunderts.



Quelle: Umweltamt Sachsen, Grafik: (c) Institut für Wetter- und Klimakommunikation



**15. Schwere Gewitter richten größere Schäden an.** Weltweit hat sich laut Daten des Versicherers Munich Re seit 1980 die Zahl schadensrelevanter Naturereignisse insgesamt etwa verdreifacht, in Deutschland nehmen vor allem die Risiken durch schwere Gewitter zu. Seit 1980 zeigt der Trend bei den Schadenssummen deutlich nach oben (die Daten sind „normalisiert“, das heißt, die Effekte der Inflation und zunehmender Vermögenswerte wurden berücksichtigt).

Eine gemeinsame Initiative von:



## 16. Der Meeresspiegel an den deutschen Küsten steigt.

In Nord- und Ostsee wurde eine Zunahme um 10 bis 20 Zentimeter über die vergangenen hundert Jahre gemessen – eine Folge ist, dass die Sturmfluten höher ausfallen. Pro Jahr steigt der Meeresspiegel an der deutschen Nordseeküste um 1,6 bis 1,8 Millimeter.

## 17. Pflanzen und Tiere reagieren auf die allgemeine Erwärmung.

Verschiedene Pflanzen, etwa das Affen-Knabenkraut, breiten sich weiter nach Norden aus. Zugvögel kommen früher zurück, bei Fischen wurde eine frühere Laichzeit nachgewiesen. Der Klimawandel beeinflusst auch die Wechselbeziehungen zwischen Organismen: Beispielsweise verschieben sich Blühzeitpunkte von Pflanzen, sodass sie nicht mehr zur Flugzeit der sie bestäubenden Insekten passen. Eine Analyse von 500 ausgewählten heimischen Tierarten ergab, dass der Klimawandel für 63 von ihnen ein hohes Risiko darstellt; am stärksten betroffen sind Schmetterlinge, Weichtiere (z. B. Schnecken) und Käfer.

## 18. Land- und Forstwirtschaft spüren bereits deutlich Folgen des Klimawandels.

Im Vergleich zu den 1970er Jahren blühen heute Apfelbäume rund 20 Tage früher – doch weil es so früh im Jahr nachts häufig noch sehr kalt wird, haben Obstbauern häufiger schwere Frostschäden zu beklagen (wie es etwa im Frühjahr 2017 der Fall war). Der Klimawandel verändert die Wuchsbedingungen für zahlreiche Baumarten schneller, als diese sich in neue Regionen ausbreiten können. Trockenstress durch weniger Sommerniederschläge, die beschleunigte Entwicklung von Schadinsekten und die zunehmende Gefahr von Waldbränden bedrohen die Forstwirtschaft. In Baden-Württemberg zum Beispiel könnten Studien zufolge die für den Fichtenanbau geeigneten Flächen im Laufe dieses Jahrhunderts um 93 Prozent abnehmen.

Eine gemeinsame Initiative von:



Quellen:

1. <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201705>
2. IPCC, 2014: Klimaänderung 2014: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) [Hauptautoren, R.K. Pachauri und L.A. Meyer (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn, 2016., Abbildung SPM.1b, <http://www.de-ipcc.de/de/128.php>;
3. Die Angaben zur Jahres-Rangfolge basiert auf dem Datensatz der US-Ozean- und Atmosphärenbehörde NOAA für die Lufttemperaturen an der Erdoberfläche, die Jahre 2003, 2006 und 2007 waren gleich warm und liegen gemeinsam auf den Plätzen zehn bis zwölf. – <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201613>;  
Wahrscheinlichkeitsberechnung in Mann et al. 2015 – <https://www.nature.com/articles/srep19831>
4. <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/globe/ocean/ytd/12/1880-2017>
5. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp., Kapitel 3, Infokasten 3.1, S. 265 – [http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_Chapter03\\_FINAL.pdf](http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter03_FINAL.pdf)
6. NASA Goddard Space Flight Center – <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>
7. Mauna Loa Observatory: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/full.html>
8. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp., Kapitel 3,
9. zu Gletschern: Daten der NASA-Satellitenmission GRACE <https://sealevel.nasa.gov/understanding-sea-level/key-indicators/greenland> und Arktis-Report 2016 der NOAA <http://www.arctic.noaa.gov/Report-Card/Report-Card-2016/ArtMID/5022/ArticleID/277/Greenland-Ice-Sheet>;  
zur Schneebedeckung: NSIDC [https://nsidc.org/cryosphere/sotc/snow\\_extent.html](https://nsidc.org/cryosphere/sotc/snow_extent.html) sowie Kunkel et al. 2016 – <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40641-016-0036-8> und Klein et al. 2016 – <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-016-1806-y>
10. World Glacier Monitoring Service – <http://wgms.ch/latest-glacier-mass-balance-data/>;  
State of the Climate 2015 – <https://www.climate.gov/news-features/featured-images/2015-state-climate-mountain-glaciers>;  
Zemp et al. 2015, doi: 10.3189/2015JoG15J017 – [http://www.geo.uzh.ch/~mzemp/Docs/Zemp\\_etal\\_JoG\\_2015.pdf](http://www.geo.uzh.ch/~mzemp/Docs/Zemp_etal_JoG_2015.pdf);  
Marzeion et al. 2014 – <http://science.sciencemag.org/content/early/2014/08/13/science.1254702> ;  
Klein et al. 2016 – <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10584-016-1806-y>
11. Arctic Sea Ice News des NSIDC: <https://nsidc.org/arcticseaicenews/>;  
Quelle der Grafik: <http://nsidc.org/arcticseaicenews/charctic-interactive-sea-ice-graph/>;  
Hintergrundtext zum Eis der Antarktis: <https://www.klimafakten.de/behauptungen/behauptung-aber-am-suedpol-nimmt-die-eismasse-zu>
12. Klima-Jahrespressekonferenz des DWD 2017 – [http://www.dwd.de/DE/presse/pressekonferenzen/DE/2017/PK\\_14\\_03\\_2017/pressekonferenz.html](http://www.dwd.de/DE/presse/pressekonferenzen/DE/2017/PK_14_03_2017/pressekonferenz.html)
13. Brasseur/Jacob/Schuck-Zöller (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Hamburg 2017 (doi: 10.1007/978-3-662-50397-3), S. 138, Auswertung des Institut für Wetter- und Klimakommunikation 2012. [http://www.dwd.de/DE/leistungen/nationalerklimateport/report\\_2016.html](http://www.dwd.de/DE/leistungen/nationalerklimateport/report_2016.html)
14. <https://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/07/07H044/t8.pdf>  
[https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/Klimakompodium\\_DG.pdf](https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/Klimakompodium_DG.pdf) Seite 20
15. Munich Re NatCatSERVICE 2017
16. Brasseur/Jacob/Schuck-Zöller 2017, S. 83 und 78
17. Brasseur/Jacob/Schuck-Zöller 2017, S. 154f.
18. Umweltbundesamt: Monitoringbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Dessau 2015, S. 103; Brasseur/Jacob/Schuck-Zöller 2017, S. 154
19. Brasseur/Jacob/Schuck-Zöller 2017, S. 199 und 196

Eine gemeinsame Initiative von:

