

Kategorie-4-Hurrikan HARVEY Ende August 2017 im Küstenraum von Texas und Louisiana

Autoren: Susanne Haeseler, Christiana Lefebvre, Udo Schneider, Peter Finger
Stand: 31.08.2017

Einleitung

Hurrikan HARVEY traf in der Nacht vom 25. zum 26. August 2017 mit einer Intensität der Kategorie 4, der zweithöchsten Stufe auf der [Saffir-Simpson-Hurrikanskala](#), auf die Küste des US-Bundesstaates Texas (Abb. 1). In Böen erreichte der Wind dabei Geschwindigkeiten von mehr als 210 km/h. HARVEY gilt als der stärkste Hurrikan, der in Texas auf Land traf, seit Hurrikan CARLA 1961. Für Texas wurde am 25. August ([FEMA](#)) und für Louisiana einige Tage später eine „Major Disaster Declaration“ herausgegeben.



Abb. 1: Hurrikan HARVEY am 25. August 2017 vor der Küste von Texas/USA. Das Auge des Sturms befindet sich östlich von Corpus Christi. Der weiße Balken unten links entspricht einer Entfernung von 250 km. [Quelle: [NASA, Earth Observatory](#)]

Schon allein infolge der extremen Windgeschwindigkeiten gab es weitreichende Schäden, u.a. durch herumfliegende Trümmerteile, umgestürzte Strommasten und Bäume, zerstörte Häuser und Infrastruktur, Stromausfälle. Hinzu kamen eine Sturmflut und insbesondere sintflutartige Regenmengen, die zu schweren Überschwemmungen im Süden von Texas führten. Betroffen ist insbesondere Houston, die viertgrößte Stadt der USA. Durch die nur langsame Verlagerung des Sturmsystems, die in einer [Animation](#) des Earth Observatory der NA-

SA deutlich wird, hielten die Niederschläge tagelang an (siehe auch [Animation](#) zu den Niederschlagssummen vom 25. bis 28. August 2017). Eine Entspannung der Lage, d.h. ein Ende der Niederschläge, wird laut Nationalem Wetterdienst der USA ([National Weather Service](#)) erst Anfang September erwartet. Nach Texas ist derzeit Louisiana von enormen Regenmengen betroffen. Bisher kamen laut Medienberichten infolge von HARVEY bereits mehr als 35 Menschen ums Leben.

Entwicklung von HARVEY

Am 17. August hatte sich östlich der Kleinen Antillen ein tropischer Sturm gebildet, welcher weiter über das Karibische Meer und die Yucatan Halbinsel zum Golf von Mexiko zog und den Namen HARVEY erhielt (Abb. 2). Auf seinem Weg schwächte sich der Sturm zunächst zu einer tropischen Depression ab. Über dem Golf von Mexiko intensivierte sich HARVEY dann wieder. Am 24. August erreichte er auf seinem Weg Richtung Texas Hurrikanstärke. In der Nacht vom 25. zum 26. August traf HARVEY nordöstlich von Corpus Christi bzw. östlich von Rockport in Texas als Hurrikan der Kategorie 4 auf die dem Festland vorgelagerte Inselkette ([NHC: Advisory No 23, Discussion No 23](#)). Einen zweiten sogenannten „landfall“ gab es im Nordosten der Copano Bay mit einer Intensität der Kategorie 3 ([NHC: Advisory No 23A](#)). Im Laufe des 26. schwächte sich HARVEY über dem südlichen Texas zum tropischen Sturm ab. Dort verweilte er für mehrere Tage ehe er am 28. wieder über See zog und am 30. August etwas westlich von Cameron in Louisiana erneut auf Land traf ([NHC: Advisory No 40, Discussion No 40](#)). Noch am 30. August schwächte sich HARVEY dann auf seinem weiteren Weg quer über Louisiana zur tropischen Depression ab.

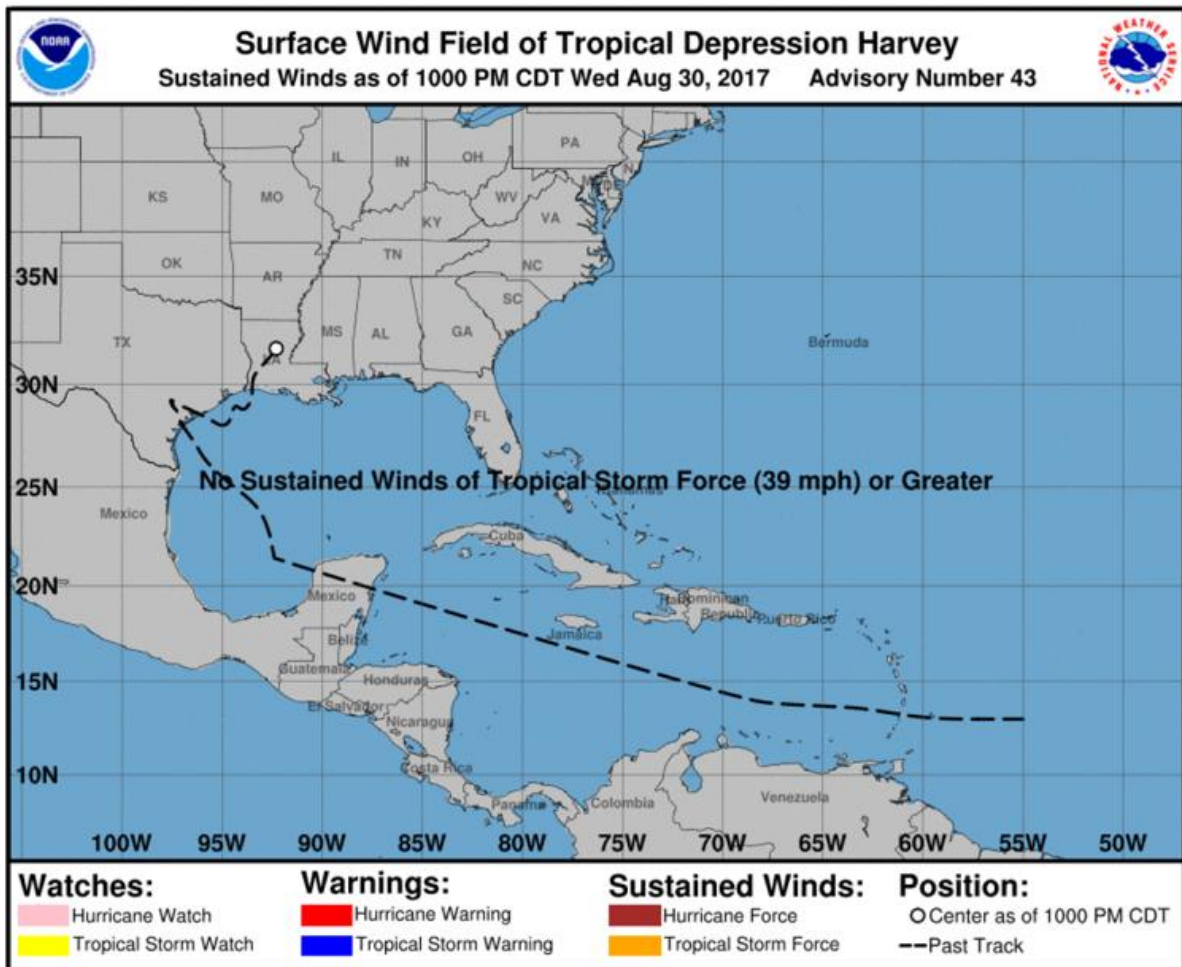


Abb. 2: Zugbahn von Hurrikan HARVEY vom 17. bis 30. August 2017. [Quelle: [NHC](#)]

Während HARVEY auf Land traf wurden Windgeschwindigkeiten von mehr als 210 km/h gemessen. Abbildung 3 zeigt hierzu die Windböen, gemessen an der Boje [ANPT2](#) (Aransas, Aransas Pass, Texas; 27.837 N 97.039 W), die sich im Küstenbereich von Texas befindet. Die maximalen Böen lagen bei Werten um 115 kn (213 km/h).

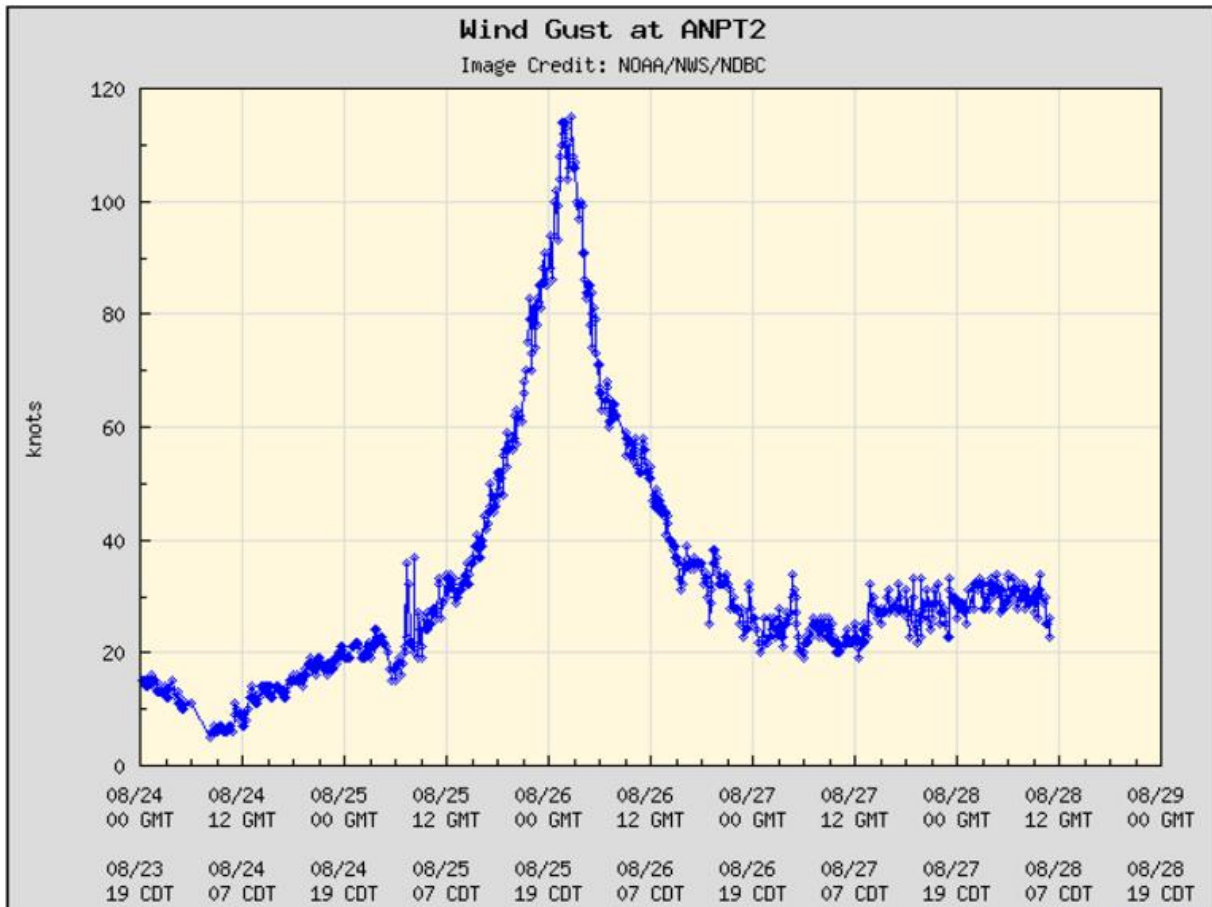


Abb. 3: Windböen während des Durchzugs von Hurrikan HARVEY, gemessen an der Station [ANPT2](#) (Aransas, Aransas Pass, Texas; 27.837 N 97.039 W), einer Boje im Bereich der texanischen Küste. [Quelle: [NDBC](#)]

Abbildung 4 zeigt die meteorologischen Bedingungen (Wind, Druck) an der Station Copano Bay am 25. und 26. August 2017, als das Zentrum von HARVEY über die Region zog. Der Luftdruck sank im Auge des Hurrikans auf unter 950 hPa ab und der Wind, der zuvor in Böen bis 49,2 m/s (177 km/h) erreichte, kam fast zum Erliegen.

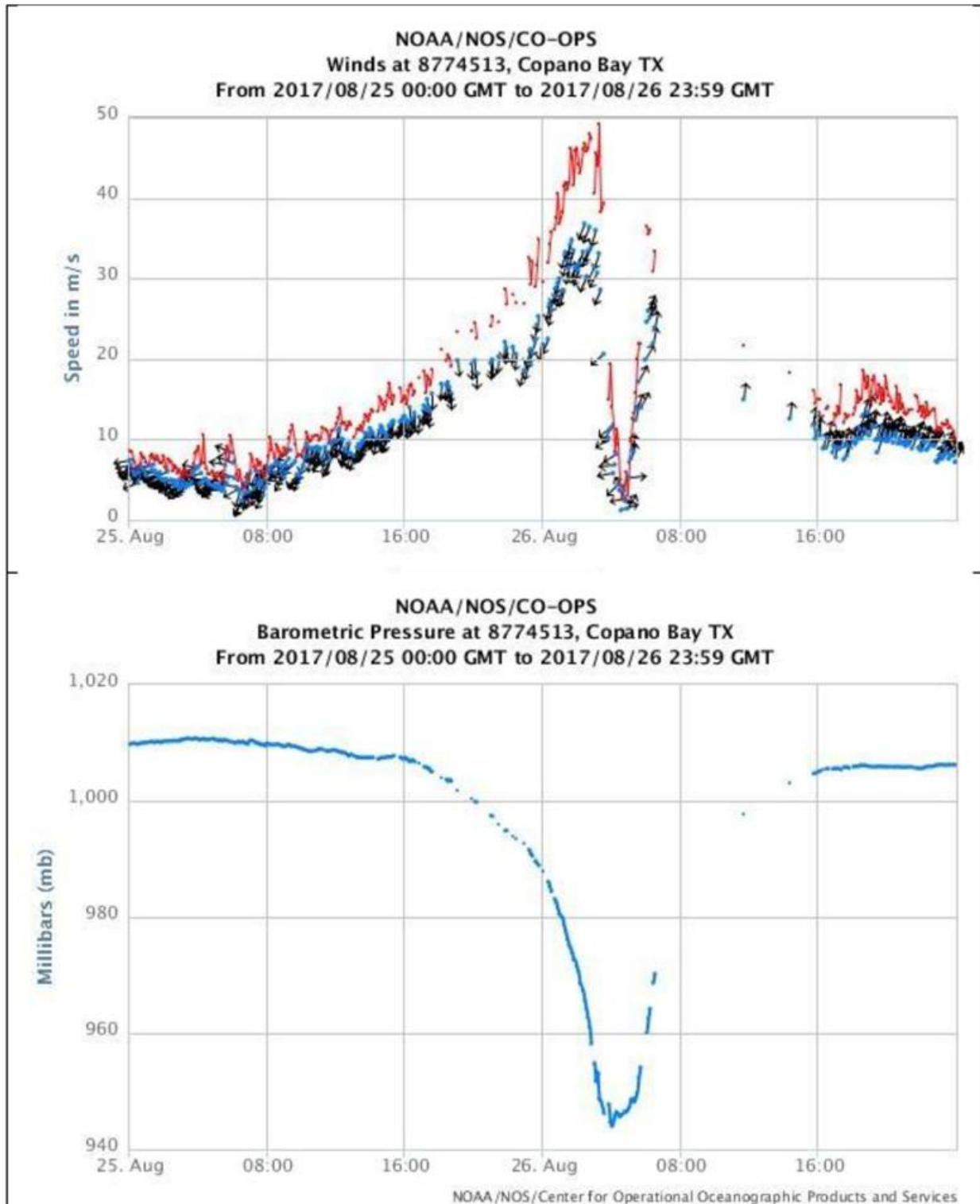


Abb. 4: Windböen (oben; rot in m/s), 2-Minuten Mittelwind (oben; blau in m/s), Windrichtung (oben; schwarze Pfeile) und Luftdruck (unten; in Millibar =hPa) vom 25. bis 26. August 2017 an der Station Copano Bay, Texas. [Quelle: [NOAA, Tides & Currents](#)]

Niederschläge

Nachdem Hurrikan HARVEY in der Nacht vom 25. zum 26. August nordöstlich von Corpus Christi, Texas, auf Land traf, zog dieser langsam in nordöstlicher Richtung weiter und führte in der Region der Millionenmetropole Houston insbesondere vom 26. bis 28. August zu anhaltenden und sehr ergiebigen Regenfällen. Aus den synoptischen Wettermeldungen ergibt sich für den George Bush Int. Airport in Houston eine Regenmenge für die 5 Tage vom 25. bis 29. August von 794 mm. Die höchsten Niederschläge fielen in diesem Zeitraum aber im etwas östlich von Houston gelegenen Flughafen von Port Arthur mit sogar 1250 mm Regen. Das Maximum der in der Abbildung 5 dargestellten, auf ein 1°-Raster interpolierten Niederschlagssummen der 5-Tagesperiode vom 25. bis 29. August beträgt mehr als 930 mm.

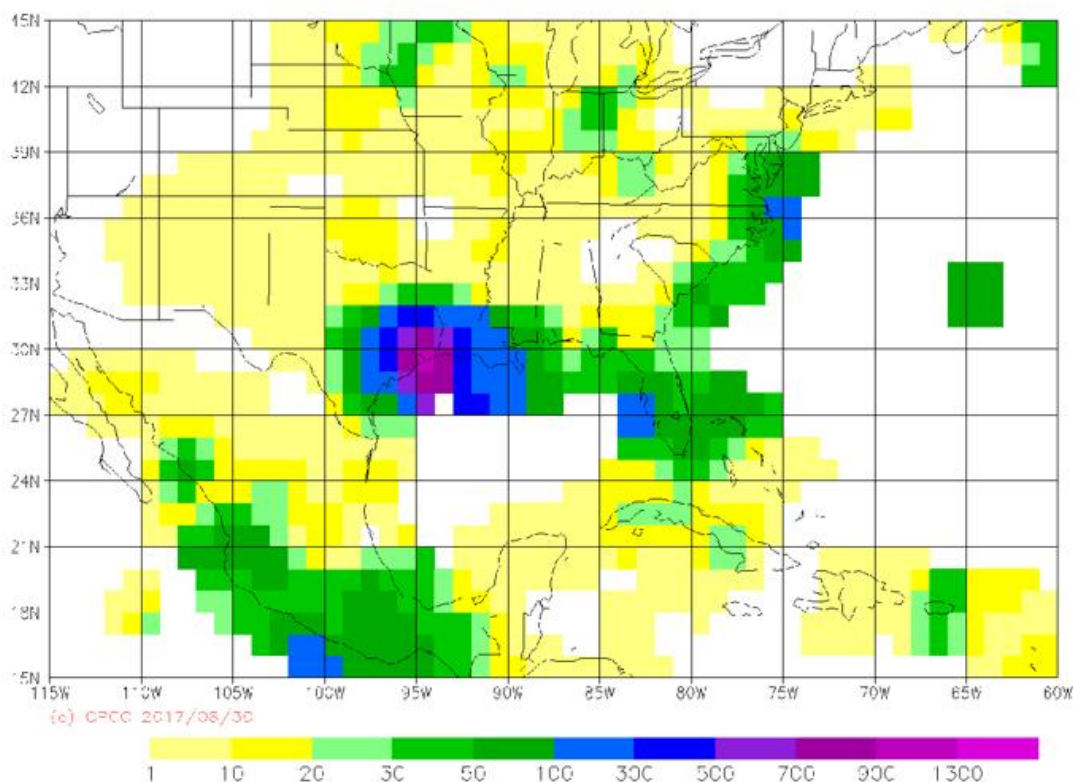


Abb. 5: 5-Tagessumme des Niederschlags (mm) akkumuliert über die Periode 25. bis 29. August 2017 im 1°-Raster. [Quelle: GPCC, DWD]

Betrachtet man die im Zusammenhang mit Hurrikan HARVEY verursachten Niederschläge der Episode 25. bis 29. August 2017 im Verhältnis zum mittleren Niederschlag für den August (Abb. 6), so ist zu erkennen, dass in Texas innerhalb von nur 5 Tagen verbreitet mehr als das 3- bis 5-fache, mancherorts sogar mehr als das 8-fache des sonstigen Monatsniederschlags gefallen ist.

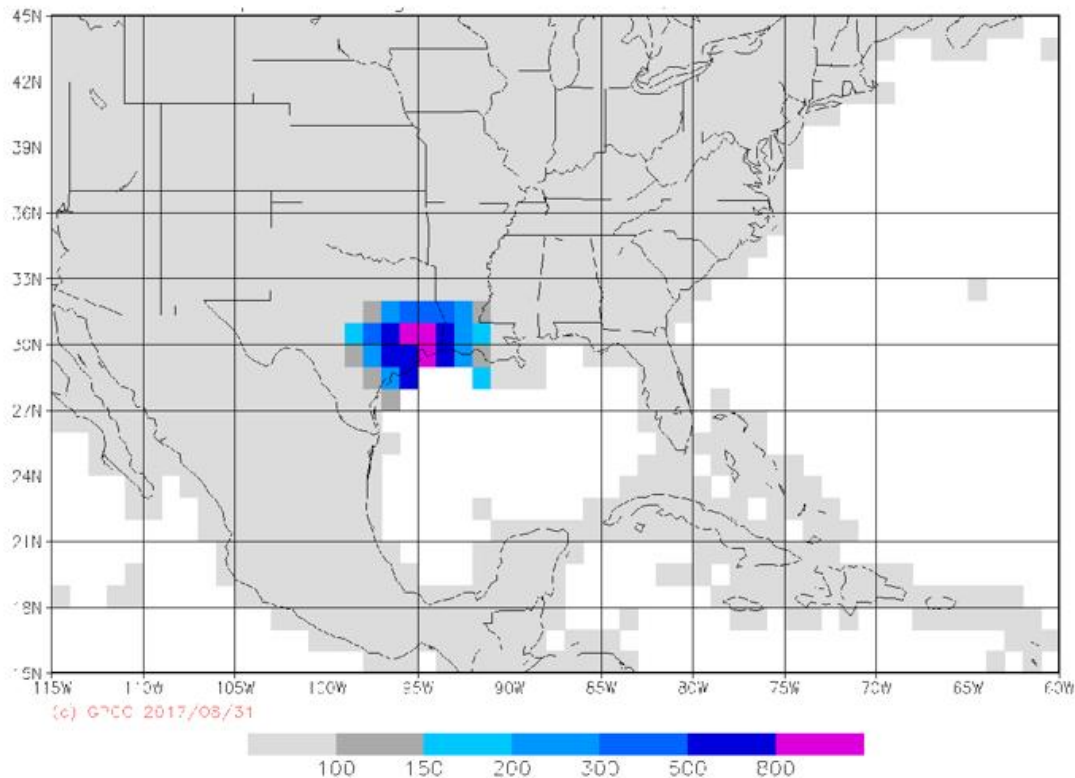


Abb. 6: 5-Tagessumme des Niederschlags akkumuliert über die Periode 25. bis 29. August 2017 im Verhältnis (%) zum mittleren Niederschlag für den Monat August. [Quelle: GPCC, DWD]

Klimatologische Einordnung der tropischen Wirbelstürme

Laut einer [Pressemitteilung](#) der World Meteorological Organization (WMO) vom 28. August 2017 war Hurrikan HARVEY der stärkste Hurrikan, der die USA getroffen hat, seit Hurrikan [WILMA 2005](#). Seit 2005 hat es neben WILMA mindestens drei schwere Stürme (Kategorie 3 und höher) in den USA gegeben, die schwere Überschwemmungen ausgelöst haben: [KATRINA 2005](#), [SANDY 2012](#) und HARVEY 2017. Dabei ist das Besondere an HARVEY, dass die von ihm ausgelösten Überschwemmungen weniger auf die Sturmflut zurückzuführen sind, als vielmehr auf die gewaltigen Regenmengen, die er ausgelöst hat. Diese waren auf die lange Verweildauer des Hurrikans über dem südlichen Texas und dem Seegebiet im nördlichen Golf von Mexiko zurückzuführen, wodurch er immer weiter mit Energie und Feuchtigkeit versorgt wurde, die von der überdurchschnittlich warmen Wasseroberfläche herrührt.

Das National Hurricane Center (NHC) der USA bietet [klimatologische Auswertungen von tropischen Wirbelstürmen](#). Für den Küstenbereich von Texas zeigt sich, dass das Gebiet um Galveston (auf der Inselkette südöstlich von Houston) im Zeitraum 1900 bis 2010 am häufigsten von Hurrikans betroffen war (Abb. 7). Traurige Berühmtheit erlangte Galveston durch den sogenannten [Galveston Hurrikan](#), der im September 1900 für den Tod von mehreren Tausend Menschen verantwortlich war.

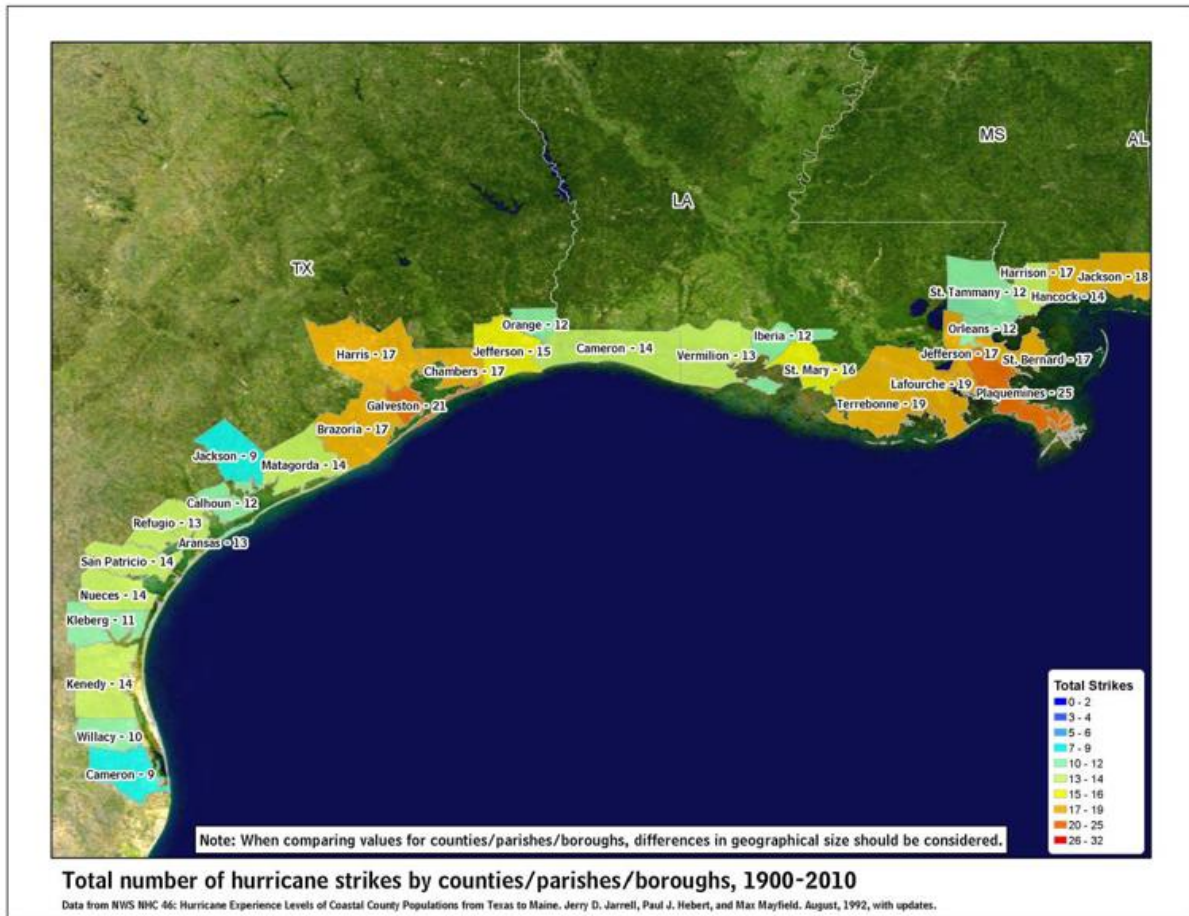


Abb. 7: Häufigkeit von Hurrikans im Zeitraum 1900 bis 2010 im Bereich des westlichen Golfs von Mexiko. [Quelle: [NHC](#)]

Die Auswertung der Hurrikans von 1950 bis 2011 entlang der US-Ostküste gibt für Texas und das angrenzende Louisiana nur zwei mit einer Intensität der Kategorie 4 an: [AUDREY 1957](#) und [CARLA 1961](#), wobei CARLA nahe der Stelle auf Land traf, wie HARVEY. Nach 2011 traf erst wieder mit Hurrikan HARVEY ein Kategorie-4-Sturm auf die US-Küste.

Klimawandel und tropische Wirbelstürme

Generell lässt die Zunahme der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre die Temperaturen von Luft und Ozeanen weiter ansteigen. Eine wärmere Atmosphäre kann mehr Wasserdampf aufnehmen und somit zu höheren Niederschlagsmengen führen. Zudem begünstigen höhere Wassertemperaturen die Entwicklung von tropischen Wirbelstürmen. Laut Sachstandbericht 5 ([AR5](#)) des IPCC, liegt nach den Projektionen aller [RCP-Szenarien](#) (Representative Concentration Pathways) der Anstieg der Wassertemperaturen in den oberen 75 m Tiefe bis zum Jahr 2100 im Vergleich zum globalen Mittel des Zeitraums 1971-2010 bei 0,18 °C pro Dekade in den küstennahen Gebieten und 0,11 °C pro Dekade in den küstenfernen Ozeangebieten. Im Zeitraum 1993 bis 2010 trugen die Erwärmung der Meere und das Abschmelzen der Inlandgletscher und Eisschilde von Grönland und der Antarktis zusammen zu 80 % zum Meeresspiegelanstieg bei. Die beobachtete Anstiegsrate für den Zeitraum 1971-2010 betrug 2,0 mm/Jahr und wird nach den Projektionen aller RCP-Szenarien im 21. Jahrhundert höher liegen. Das stärkste, das RCP 8.5 Szenario liefert einen Meeresspiegel-

anstieg bis 2100 von etwa 1 m im Vergleich zum Mittel 1986-2005. Unsicherheiten bei der Abschätzung stellen dabei insbesondere rapide Änderungen der Eisgletscherdynamik und des Gletscherwasserabflusses innerhalb weniger Dekaden dar (IPCC, WG1 AR5). Bei den tropischen Wirbelstürmen ist den Projektionen zufolge keine eindeutige Tendenz in der globalen Anzahl zu erkennen, wohl aber eine Zunahme in der Intensität der stärksten Tropenstürme zu erwarten.

Für den Küstenbereich von Corpus Christi am Golf von Mexiko, also dort, wo HARVEY auf Land übertrat, haben Mousavi et al. (2011) den Einfluss von Klimaerwärmung, Meeresspiegelanstieg und möglicher Hurrikanintensivierung untersucht. Für die Studie wurden die drei historischen Hurrikane CARLA (1961), BEULAH (1967) und BRET (1999), die Sturmfluten in Corpus Christi ausgelöst haben, ausgewählt, wobei eine Verstärkung der Hurrikane zwischen 0,07 bis 0,45 hPa/Jahr angenommen wurde. Mit dem Klimamodell MA-GICC/SCENGEN (Wigley 2004) wurden die Klimaszenarien B1, A1B, und A1FI durchgerechnet. Je nach Szenario ergeben sich bis 2080 Erwärmungen der Meeresoberfläche des nördlichen Golfs von Mexiko von 1 bis 5 °C und ein Meeresspiegelanstieg von bis zu 58,4 cm im Vergleich zu den 2000-er Jahren. Die Höhe der Sturmflut wurde mit dem hydrodynamischen Modell für Flachwasser ADCIRC (Luettich and Westerink, 2008) bestimmt und ergab folgende Ergebnisse: Die Höhe der Sturmflut nimmt mit der Stärke des Tropensturms zu. An der Höhe der Sturmflut hat der Meeresspiegelanstieg einen Anteil von 60 bis 70 % und die Verstärkung der Hurrikane einen von 30 bis 40 %. Die globale Erwärmung führt bei allen Szenarien zu einer Erhöhung der Sturmflut entlang der Küste bei Corpus Christi. Je nach Klimaszenario und Stärke des Hurrikans liegt diese bei 0,2 bis 0,5 m um 2030 und 0,6 bis 1,8 m um 2080. Die Sturmflut ist im westlichen Bereich des Golfs von Mexiko höher als im Osten, da die Ostwinde, die mit dem meist von Süden herannahenden Tropensturm zu einem Wassertransport nach Westen führen.

Auch wenn die stärksten Auswirkungen von Hurrikan HARVEY die Überflutungen aufgrund der sintflutartigen und langanhaltenden Regenfälle sind, so besteht zukünftig für die tiefliegenden und küstennahen Gebiete im westlichen Golf von Mexiko eine erhöhte Überflutungsgefahr aufgrund der Zunahme der Höhe der Sturmfluten. Nach IPCC, AR5, gehört das Gebiet zu denjenigen, die für den Zeitraum 2081-2100 Flutschutzmaßnahmen errichten müssen, damit die Überschreitungshäufigkeit durch extreme Fluten genauso hoch ist wie im Zeitraum 1986-2005 (Abb. 8).

Dr. Paul Becker (Vizepräsident DWD) kommentiert dazu: „Auch wenn viele Aspekte der Auswirkungen des Klimawandels auf derartige Extremereignisse noch unverstanden sind, zeigt sich deutlich, dass zur Schadensminimierung auch eine vorrausschauende Anpassung insbesondere städtischer Infrastrukturen geboten ist.“

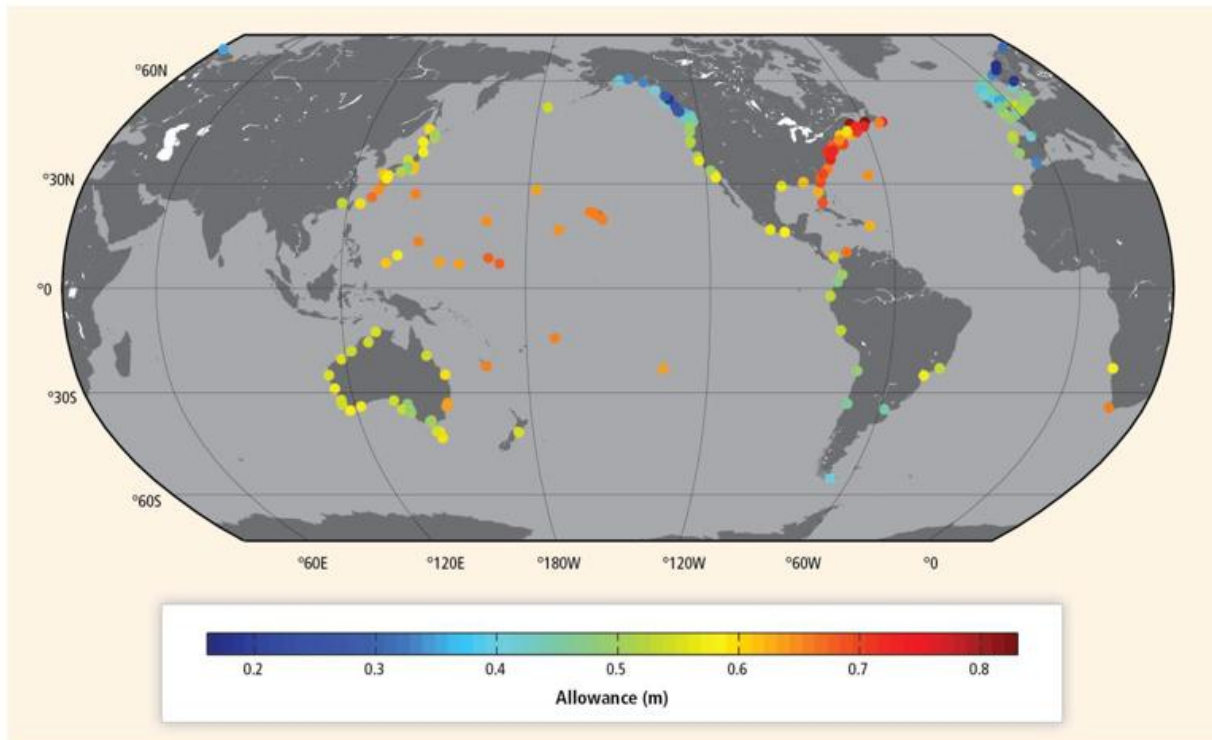


Abb. 8: Die geschätzte Zunahme der Höhe (m), für die Flutschutzmaßnahmen für den Zeitraum 2081-2100 ergriffen werden müssen, um die Überschreitungshäufigkeit aus dem Zeitraum 1986-2005 gleich zu halten, dargestellt für 182 Pegelstandorte und regional unterschiedlichen Projektionen des Meeresspiegelanstiegs für das RCP 4.5 Szenario (angepasst an Hunter et al., 2013). [Quelle: IPCC, AR5, WG2, Abb. 5-2, S. 371]

Quellen und weitere Informationen

- Deutscher Wetterdienst (DWD), Climate Data Center (CDC)
<http://www.dwd.de/cdc>
- Deutscher Wetterdienst (DWD, Global Precipitation Climatology Centre (GPCC))
<http://www.dwd.de/DE/leistungen/wzn/wzn.html?nn=490854>
- Deutscher Wetterdienst (DWD): Klimaszenarien (Zukunft).
http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimaszenarien/klimaszenarien_homenode.html
- Federal Emergency Management Agency (FEMA): Hurricane Harvey Makes Landfall in Texas: Remains a significant disaster as rain and dangerous storm surge continue.
<https://www.fema.gov/news-release/2017/08/26/hurricane-harvey-makes-landfall-texas-remains-significant-disaster-rain-and#>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (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.
<http://ipcc.ch/report/ar5/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2014): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatter-

jee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

<http://ipcc.ch/report/ar5/>

- Luettich, R.; J.J. Westerink (2008): ADCIRC coastal circulation and storm surge model. <http://adcirc.org/> (Accessed 15 December 2008)
- Mousavi, E.; J.L. Irish; A.E. Frey; F. Olivera; B.L. Edge (2011): Global warming and hurricanes: the potential impact of hurricane intensification and sea level rise on coastal flooding. *Climatic Change*, **104** (3-4), 575-597.
DOI 10.1007/s10584-009-9790-0
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-009-9790-0>
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), Earth Observatory: Hurricane Harvey Approaches Texas. (August 25, 2017)
<https://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=90822>
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), Earth Observatory: Harvey Stalls Over Southeastern Texas. (August 25, 2017)
<https://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=90839>
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), Earth Observatory: Harvey Drops Devastating Rain on Texas. (August 25, 2017)
<https://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=90855>
- National Data Buoy Center (NDBC): Observations near Tropical Storm Harvey.
http://www.ndbc.noaa.gov/radial_search.php?storm=at4
- National Hurricane Center (NHC).
<http://www.nhc.noaa.gov/>
- National Hurricane Center (NHC): HARVEY Graphics Archive.
http://www.nhc.noaa.gov/archive/2017/HARVEY_graphics.php
- National Hurricane Center (NHC): Hurricane HARVEY Advisory Archive.
<http://www.nhc.noaa.gov/archive/2017/HARVEY.shtml?>
- National Hurricane Center (NHC): Hurricanes in History.
<http://www.nhc.noaa.gov/outreach/history/>
- National Hurricane Center (NHC): Tropical Cyclone Climatology.
<http://www.nhc.noaa.gov/climo/>
- National Hurricane Center (NHC): Tropical Cyclone Reports.
<http://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Tides & Currents
<https://www.tidesandcurrents.noaa.gov/>
- National Weather Service (NWS), USA
<http://www.weather.gov/>
- Wigley, T.M.L. (2004) Magicc/Scengen.
<http://www.cgd.ucar.edu/cas/wigley/magicc/> (Accessed 15 December 2008)
- World Meteorological Organization (WMO): Hurricane Harvey causes catastrophic floods in USA. (Published 28 August 2017)
<https://public.wmo.int/en/media/news/hurricane-harvey-causes-catastrophic-floods-usa>

Hinweis: Die im Bericht aufgeführten Daten geben den Stand der Niederschrift wieder.