



Sturmdokumentation

2015

DEUTSCHLAND



AUSZUG: TORNADOS

Auch der Landkreis Aichach-Friedberg (Bayern) wurde im Mai von einem Tornado getroffen. Diese Luftaufnahme einer Flugzeugkamera dokumentiert die enorme Wucht der Windhose. (Quelle: picture alliance/dpa)

EXKURS



## Tornados im Mai 2015

Im Mai 2015 verursachten mehrere starke Tornados schwere Sachschäden in Mecklenburg-Vorpommern, Bayern und Baden-Württemberg. Besondere Aufmerksamkeit erhielt ein Tornado, der am 5. Mai die Kleinstadt Bützow, etwa 20 km südlich von Rostock, verwüstete. Aus meteorologischer Sicht war ein Tornado am 13. Mai im Schwarzwald höchst interessant: Seine rekonstruierte Spur war eine der längsten und breitesten, die jemals in Deutschland beobachtet wurden. Ein weiterer Tornado – ebenfalls am 13. Mai – hinterließ in mehreren Ortschaften im Raum Augsburg eine 150 m breite Schadensspur. Tornados sind kein seltenes Unwetterphänomen in Deutschland. Sie treten meistens bei Gewittern im Sommer auf, da die Labilität und der Feuchtegehalt der Atmosphäre – zwei wichtige Voraussetzungen für die Tornadoentstehung – zu dieser Zeit am größten sind. Aber auch im Winter werden Tornados beobachtet, vor allem wenn sich bei der Passage von Winterstürmen an der zugehörigen Kaltfront eine Schauer- oder Gewitterlinie ausbildet. So wurden während des Orkans KYRILL, am 18. Januar 2007, mehrere Tornados im Osten Deutschlands nachgewiesen. Außergewöhnlich an den Tornados im Mai 2015 war also nicht das Phänomen als solches, sondern die Häufung sehr schwerer Ereignisse.

### Tornados – Entstehung, Nachweis, Klassifikation

Tornados (lat. tornare: umkehren, wenden, drehen) sind ihrer Definition nach trichterartige, mehr oder weniger senkrecht zur Oberfläche gerichtete Luftwirbel, die eine durchgehende Verbindung von einer Schauer- oder Gewitterwolke bis zum Boden aufweisen. Die Luftwirbel sind zunächst unsichtbar und werden erst durch Wasserdampfkondensation und Staubaufwirbelung vom Boden sichtbar. Ihr Durchmesser kann von zehn Metern bis hin zu einem Kilometer reichen und ihre Lebensdauer von einigen Sekunden bis zu wenigen Stunden. Die auftretenden Windgeschwindigkeiten können mehrere Hundert Kilometer pro Stunde erreichen. Andere Begriffe sind Windhose und Großtrombe. Sie sind gleichbedeutend und beschreiben weder einen anderen physikalischen Prozess noch eine schwächere Form von Tornados. Ziehen Tornados über Wasserflächen, werden sie als Wasserhosen bezeichnet.

Trotz eines wissenschaftlichen Konsenses über die physikalischen Grundprozesse sind viele Details der Tornadoentstehung noch unklar (MARKOWSKI & RICHARDSON 2009). Grundvoraussetzung für eine Tornadoentwicklung ist aber stets eine labil geschichtete Atmosphäre, die in den untersten ein bis



zwei Kilometern durch hohe Feuchtigkeit geprägt ist und somit zu konvektiver Bewölkung, also Schauer- oder Gewitterwolken, neigt. Weiter förderlich – vor allem für stärkere Tornados – ist die sogenannte Windscherung, das heißt eine Änderung der Windgeschwindigkeit und/oder Windrichtung in vertikaler oder horizontaler Richtung.

Es gibt mehrere Modellvorstellungen zur Tornado-genese: In einem stark vereinfachten Ansatz entsteht zunächst ein nur mäßig rotierender Luftwirbel mit einer in die Höhe gerichteten Drehachse. Dies geschieht rein dynamisch durch unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten und -richtungen in der bodennahen Luftschicht (horizontale Windscherung entlang einer Konvergenzlinie). Gerät dieser Wirbel in den Aufwindbereich von Schauer- oder Gewitterwolken, die zum Beispiel entlang von Kaltfronten auftreten können, so wird er in die Höhe gestreckt. Aufgrund der Drehimpulserhaltung hat die vertikale Streckung eine Kontraktion des Wirbels in der Horizontalen zur Folge, wodurch sich seine Rotati-

onsgeschwindigkeit erhöht. Dieser Effekt ist auch als Pirouetteneffekt aus dem Eiskunstlaufen bekannt. Gleichzeitig wird durch die vertikale Streckung des Wirbels Luft gehoben, also nach oben transportiert. Die Luft kühlt sich dabei ab, der enthaltene Wasserdampf kondensiert, fällt aus, und es wird Energie (latente Wärme) freigesetzt. Dies führt zur Erwärmung der Luft im Wirbel mit der Folge, dass sie weiter aufsteigt und so aus Kontinuitätsgründen ein verstärkter Sog oder Unterdruck auf den darunterliegenden Wirbel ausgeübt wird. Ein sich selbst verstärkender Prozess ist entstanden: Der Wirbel wird weiter gestreckt, neue Luft aus der bodennahen Luftschicht wird in Richtung Drehachse nachgesaugt, und die Rotationsgeschwindigkeit des Wirbels erhöht sich aufgrund der Drehimpulserhaltung. Da die Zentrifugalkräfte des rotierenden Wirbels den seitlichen Zustrom von Luft verhindern und die bodennahe Reibung das Nachströmen der Luft von unten behindert, kann der von oben initiierte Unterdruck nicht sofort ausgeglichen werden. Es baut sich ein Druckgefälle in Richtung Zentrum des Wirbels auf. Je nach Vorhandensein ausreichend feuchter Luft und geeigneter Strömungsverhältnisse in der unteren Atmosphäre kann sich der Prozess weiter verstärken, und der Luftwirbel zieht sich bis zu einem Tornadorüssel mit hoher Rotationsgeschwindigkeit zusammen. Auch viele Tornados, die im Winterhalbjahr im Bereich linienhaft angeordneter Schauer und Gewitter an der Kaltfront eines vorrückenden Sturmtiefs auftreten, können mit diesem Modellkonzept erklärt werden.

Ein weiterer Erklärungsansatz der Tornadoentwicklung gründet sich auf der Beobachtung, dass vor allem besonders starke Tornados in Zusammenhang mit kräftigen Gewitterwolken entstehen, in denen sich bereits ein mäßig rotierender Aufwindbereich entwickelt hat. Man nennt diesen rotierenden Aufwindbereich in der Meteorologie Mesozyklone. Mesozyklonale Gewitter können sich beispielsweise während der Kaltfrontpassage starker Winterstürme bilden: So wurden die Tornados, die während des Orkans KYRILL am 18. Januar 2007 in Ostdeutschland auftraten, durch diesen Gewittertypus ausgelöst. Bevorzugt entstehen mesozyklonale Gewitter aber im Sommer bei feucht-warmen Wetterlagen

### Tornados in Deutschland 2015



F3-Tornado

○ weitere bestätigte Tornados und plausible Verdachtsfälle





mit ausgeprägter vertikaler Windscherung (Änderung der Windgeschwindigkeit und -richtung mit der Höhe). Bei bestimmter Ausprägung, das heißt langer Andauer, einer räumlichen Trennung von Auf- und Abwindbereichen und einer sehr hoch reichenden Erstreckung, wird diese Gewitterart als Superzelle bezeichnet. Superzellengewitter führen oft durch starke Fallwinde (engl. downbursts) wie beim Pfingstunwetter im Zusammenhang mit dem Tief ELA im Juni 2014 oder durch extremen Hagelschlag wie bei den Hagelunwettern durch das Tief ANDREAS im Juli 2013 zu verheerenden Schäden. Außerdem können Tornados auftreten: Der rotierende Aufwindbereich kann durch intensive Kondensationsprozesse bis in obere Atmosphärenschichten vorstoßen, sich durch die Streckung in die Höhe im Durchmesser zusammenziehen und dadurch an Drehgeschwindigkeit zulegen (Pirouetteneffekt). Einige Theorien gehen davon aus, dass durch das intensive Aufsteigen der Luft im Aufwindbereich verstärkt Luft aus der unteren Atmosphäre nachgesaugt werden muss und hierdurch allmählich auch die bodennahen Luftschichten von oben nach unten in Rotation versetzt werden (Top-down-Theorie). Dieser Mechanismus wird in der Fachliteratur als Dynamic Pipe Effect bezeichnet. Ebenso werden Theorien diskutiert, dass an die Mesozyklone ein dynamisch induzierter Wirbel wie im ersten beschriebenen Modellansatz andocken kann, der sich dann zum Tornadorüssel ausprägt (Bottom-up-Theorie). Ein solcher initialer Wirbel kann beispielsweise durch Fallwinde aus der Gewitterwolke verursacht werden. Im Unterschied zum ersten Modellkonzept ist sowohl bei der Bottom-up- als auch bei der Top-down-Theorie der Tornadorüssel an eine bis in obere Atmosphärenschichten reichende Zirkulation über die Mesozyklone angebunden. Dadurch können sehr intensive und langlebige Tornados entstehen (MARKOWSKI & RICHARDSON 2009). WAPLER et al. (2016) konnten zeigen, dass die sechs stärksten Tornados der Jahre 2012 bis 2014 in Deutschland mit Mesozyklonen assoziiert waren.

Der Nachweis von Tornados erfolgt in aller Regel entweder durch Augenzeugen oder durch die Analyse der aufgetretenen Schäden. Von Wetterstationen lassen sich die meist sehr kleinräumigen Tornadoer-



Welche Kräfte bei einem Tornado mitunter wirken, zeigt eindrucksvoll dieses Bild: Eine Dachziegelscherbe kann aufgrund der extrem hohen Windgeschwindigkeiten regelrecht zum Wurfgeschoss werden und sich selbst in Hausfassaden tief hineinbohren.  
(Quelle: picture alliance/dpa)

scheinungen kaum registrieren, dazu ist die Stationsdichte zu gering. Außerdem würden herkömmliche Wetterstationen bei einem intensiven Tornado meistens zerstört werden. Auch operationelle Radarbilder der Wetterdienste helfen bei der Erfassung von Tornados bislang nur wenig, da sich die Tornadorüssel meist unterhalb der von Radarstrahlen erfassten Atmosphärenschichten ausbilden und die Auflösung der Radarbilder bisher kaum ausreicht. Das Radar ist jedoch hilfreich bei der Identifizierung von Wolkensystemen, die Tornados ausbilden könnten. So lassen sich anhand von Doppler-Radarbildern Bereiche identifizieren, die auf Mesozyklonen schließen lassen, oder es sind sogenannte Hakenechos (engl. hook echoes) im Radarbild zu erkennen, die erfahrungsgemäß oft in Zusammenhang mit einer Tornadogenese beobachtet werden. Der sichere Nachweis von Tornados kann aber derzeit nur durch Augenzeugen und deren Fotos oder Videos oder im Nachgang durch Beurteilung der Schadenbilder erfolgen. Durch Tornados hervorgerufene Schäden weisen nämlich einige Besonderheiten auf: Sie treten in der Regel innerhalb einer eng begrenzten Schneise auf, und es entstehen aufgrund der höheren Windgeschwin-



digkeiten und stärkeren Sogwirkungen vermehrt strukturelle Schäden. Die gesamte Dachkonstruktion von Gebäuden kann in Mitleidenschaft gezogen und in Einzelfällen komplett zerstört werden. Selbst eingedrückte Mauern und Wände werden beobachtet. Besonders problematisch sind über weite Strecken umherfliegende Trümmerteile. So können sich Dachziegelscherben durch die extrem hohen Windgeschwindigkeiten wie Wurfgeschosse in Fassaden bohren oder Fensterscheiben zertrümmern. Auch das Fallmuster umgelegter Bäume gibt Hinweise auf die rotierenden Winde und ist ein wichtiges Indiz bei der nachträglichen Analyse. Besonders schwierig ist die Unterscheidung zwischen schnell ziehenden Tornados und den ebenfalls zerstörerischen Fallwinden. Hierzu ist es notwendig, dass geschulte Personen die Schäden aufnehmen und beurteilen. Dies erfolgt in Deutschland üblicherweise durch engagierte Wetterbeobachter und Meteorologen, die in Vereinen wie SKYWARN Deutschland e. V. und der TORNADO-

ARBEITSGRUPPE Deutschland e. V. organisiert sind. Ihrem Einsatz ist es zu verdanken, dass zahlreiche Tornadoverdachtsfälle im Nachhinein geklärt und klassifiziert werden können. Ihre begrenzten Kapazitäten bedingen aber gleichzeitig, dass ein großer Teil der Tornadoverdachtsfälle Verdachtsfälle bleiben.

Mangels vorhandener Messwerte für die Windgeschwindigkeiten werden Tornados anhand des Schadenbilds klassifiziert und die aufgetretenen Windgeschwindigkeiten daraus abgeschätzt. Hierfür entwickelte Ted Fujita 1971 eine Skala. Jede Intensitätsstufe der Fujita-Skala repräsentiert dabei neben der Schadencharakteristik einen festgelegten, groben Windgeschwindigkeitsbereich (FUJITA 1971). Diese Skala gilt nach wie vor als Standardklassifikationssystem für Tornados. In den USA wird eine erweiterte, genauer aufgeschlüsselte Fujita-Skala verwendet. Daneben gibt es weitere Einteilungen, wie zum Beispiel die ebenfalls gebräuchliche



In einem Waldstück bei Bonndorf (Schwarzwald) hinterließ der F3-Tornado am 13. Mai das für zyklonal rotierende Wirbel typische Baum-Fallmuster. (Quelle: Benjamin Wolf)

TORRO-Skala. In Deutschland wird meist eine an mitteleuropäische Bauweisen adaptierte Fujita-Skala zur Stärkenklassifizierung genutzt (DOTZEK 2005; DOTZEK et al. 2005; SKYWARN 2009). Theoretisch besteht die Fujita-Skala, wie auch die Beaufort-Skala, aus 13 Stufen (F0 – F12). In der Praxis kommen jedoch nur Tornados mit den Intensitäten bis F5 vor. Dies gilt sowohl für die USA als auch für alle anderen Gebiete auf der Erde. Historische Schadenberichte aus dem 18. und 19. Jahrhundert zeigen, dass auch in Deutschland F5-Tornados (> 419 km/h) auftreten können (TORNADOLISTE 2016). Den wahrscheinlich größten dokumentierten Schaden in jüngerer Zeit richtete ein etwa 30 km langer F4-Tornado (333 – 418 km/h) mit einer bis zu 500 m breiten Schneise bei Pforzheim am 10. Juli 1968 an. Zwei Menschen kamen ums Leben, mehr als 200 wurden zum Teil schwer verletzt. Der Gesamtschaden belief sich damals auf circa 130 Mio. DM, allein in Pforzheim wurden etwa 2 350 Häuser beschädigt (TORNADO-

LISTE 2016; HARTLEB 1970). Genauso stark war ein Tornado am 24. Mai 1979 im Süden Brandenburgs, der zwar kaum bewohnte Orte traf, aber tonnen-schwere Mährescher durch die Luft wirbelte.

Solche extremen Tornados sind sehr selten: In der Regel werden in Deutschland pro Jahr etwa 30 bis 60 als bestätigt oder plausibel identifizierte Tornado-fälle registriert. Daneben gibt es eine hohe Anzahl von Verdachtsfällen, die aufgrund der aufwendigen Nachweisverfahren nicht bestätigt oder widerlegt werden können. Listen der Tornados und der Verdachtsfälle finden sich unter ESWD (2016) und TORNADOLISTE (2016). Hier wie auch beim Deutschen Wetterdienst (DWD 2016b) können Tornado-verdachtsfälle direkt oder auch im Nachgang gemeldet werden. Bei den intensiveren Tornadoereignissen kann aufgrund des markanten Schadenbilds von einer zunehmend vollständigeren Erfassung ausgegangen werden. So muss im Mittel alle ein bis zwei Jahre irgendwo in Deutschland mit einem F3-Tornado (254 – 332 km/h) gerechnet werden, F2-Tornados (181 – 253 km/h) kommen jedes Jahr mehrfach vor. Die Tatsache, dass im Mai 2015 drei F3-Tornados auftraten, stellt somit eine außergewöhnliche Häufung starker Tornados dar.

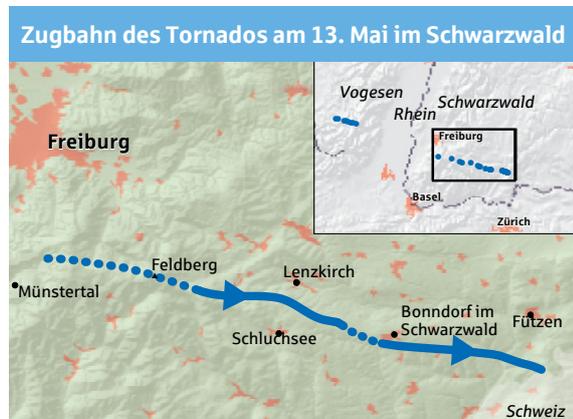
### FUJITA-Skala

Klasse	Zerstörung	Windgeschwindigkeit [ km/h ]	Beispiele für Auswirkungen
F0	leicht	64 – 117	Schornsteine demoliert, Äste abgebrochen, flach wurzelnde Bäume umgestoßen
F1	mäßig	118 – 180	Autos verschoben, Wohnmobile umgeworfen, Dachziegel abgerissen, Garagen zerstört
F2	bedeutend	181 – 253	Leichte Gegenstände durch die Luft gewirbelt, ganze Dächer abgedeckt, große Bäume gebrochen, Wohnwagen zerstört
F3	stark	254 – 332	Dächer und Wände stabiler Häuser zerstört, LKWs umgeworfen, Züge zum Entgleisen gebracht, Wälder enturzelt
F4	verheerend	333 – 418	Häuser völlig zerstört, Gebäude mit schwachen Fundamenten als Ganzes weg-geweht, große und schwere Gegenstände sowie Autos durch die Luft verfrachtet
F5	unglaublich	419 – 512	Stabile Gebäude aus den Fundamenten gehoben, Autos mehr als 100 m durch die Luft gewirbelt, Stahlbetonkonstruktionen beschädigt, Baumstämme entrindet

Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD 2016a; verändert); eine abgebildete Skala wurde von SKYWARN Deutschland veröffentlicht (SKYWARN 2009); Unterschiede in den je nach Quelle angegebenen Windgeschwindigkeiten beruhen auf Anpassungen sowie auf Rundungen bei der Umrechnung der Originalwerte aus FUJITA (1971).

### Tornados 2015 in Deutschland

Am 5. Mai verwüstete ein Tornado der Stufe F3 die Kleinstadt Bützow. Radaraufnahmen lassen den Schluss zu, dass der Tornado im Zusammenhang mit einer Mesozyklone entstanden ist. Das passt auch gut zu den meteorologischen Voraussetzungen, die an diesem Tag vorherrschten: An der Vorderseite des Tiefs ZORAN war durch eine südliche Strömung bodennah feuchtwarme Luft nach Mitteleuropa gelangt (HAESELER et al. 2015a), wogegen in höheren Luftschichten sehr trockene Luft herangeführt wurde, was lokal zu einer sehr labil geschichteten Atmosphäre führte. Gleichzeitig konnten eine starke Zunahme der Windgeschwindigkeit und eine Winddrehung mit der Höhe in Radiosondenaufstiegen über Norddeutschland identifiziert werden. Gegen Mittag erreichte ZORANs Kaltfront den Westen Deutschlands. Vorderseitig hatten sich in der labil geschichteten Atmosphäre an einer Konvergenzlinie



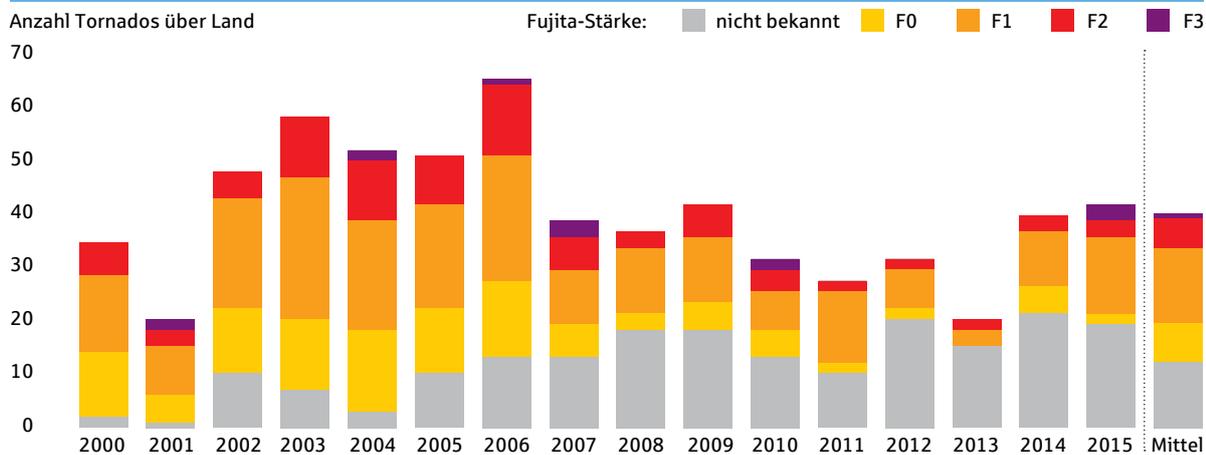
Datenbasis: WOLF 2015

bereits Gewitter gebildet, die sich vor der Kaltfront im Verlauf des Nachmittags weiter ostwärts verlagerten und sich zu einer sogenannten Squall line formierten. Diese Gewitterlinie fiel zuvor bereits im Emsland durch Hagel und in Hamburg durch Orkan und Starkregen auf. Gegen 18:45 Uhr MESZ erreichte die Linie die Region um Bützow, wo sich der Tornado ausbildete. Videoaufnahmen und Augenzeugenberichte belegen, dass es sich bei diesem Ereignis um einen Multivortex-Tornado gehandelt hat (TORNADOLISTE 2016), eine Tornadoerscheinung, bei der mehrere Teilwirbel um ein gemeinsames Zentrum rotieren. Auf einer Länge von rund 15 km und einer Breite von im Durchschnitt 600 m richtete der Tornado beträchtliche Schäden in der Ortschaft an (ESWD 2016). In der historischen Altstadt Bützows wurde fast jedes Gebäude beschädigt. Viele Dächer wurden abgedeckt, Straßen waren mit Dachziegeln übersät, und 30 Personen wurden durch umherfliegende Gegenstände verletzt. Auch eine Kirche und ein Krankenhaus, das teilweise evakuiert werden musste, wurden vom Tornado getroffen. Mindestens 358 Bauwerke wurden teils stark beschädigt (MAIWALD & SCHWARZ 2016), 16 davon anschließend für unbewohnbar und wiederum sechs davon als einsturzgefährdet erklärt. Außerdem sind rund 100 Autos demoliert und einzelne sogar durch die Luft gewirbelt worden. Des Weiteren entwurzelte oder brach der Tornado Hunderte Bäume. Vor der Kaltfront kam es am selben Tag zu mindestens fünf weiteren bestätigten Tornados im Nordosten Deutschlands, die aber weniger stark waren und auch nicht direkt auf Ortschaften trafen. In einer ersten Bilanz wurden

die Gesamtschäden für Bützow auf 20 bis 30 Mio. € geschätzt. Alleine die Provinzial Nordwest bezifferte ihren Schaden in Bützow auf 8 Mio. €. Es wurden 250 Einzelschäden gemeldet, was einem Durchschnittsschaden von mehr als 30 000 € entspricht, 25 Einzelschäden überstiegen sogar 50 000 € (PNW 2015). Zum Vergleich: Bei einem Wintersturm liegt der typische Durchschnittsschaden im Wohngebäudebereich zwischen 500 und 1 000 €.

Nur acht Tage später – am 13. Mai – wurden erneut zwei F3-Tornados beobachtet. Zuvor war die Kaltfront von Tief BENEDIKT über Deutschland gezogen und trennte zum Abend hin kühle Luft von schwülwarme Luft, die noch im oberen Rheintal, südlichen Schwarzwald und Alpenvorland vorherrschte. Auch hier zeigten mittägliche Radiosondenaufstiege günstige Windscherungen für Superzellen-Entwicklungen an. Über Ostfrankreich entwickelten sich zum Abend hin einige Superzellen, die dann ostwärts über Baden-Württemberg und Bayern zogen. Gegen 21:00 Uhr MESZ überquerte eine der Superzellen den südlichen Schwarzwald. Wegen der einbrechenden Dunkelheit sind nur wenige aussagekräftige Fotoaufnahmen des Tornados bekannt, aber in Münstertal, südlich von Freiburg, traten erste tornadoverdächtige Schäden auf. Im Gebiet um den Feldberg, rund 15 km weiter östlich, wiesen Schneisen in Waldstücken deutlich auf einen Tornado hin. Seine weitere ungefähre Zugbahn konnte anhand der Schäden rekonstruiert werden: Der Tornado zog mit Unterbrechungen weiter gen Osten am Schluchsee vorbei über Bonndorf bis südlich von Fützen (Stadtteil von Blumberg südlich von Donaueschingen). Er hatte möglicherweise eine Weglänge von über 60 km, in Teilen eine enorme Breite von bis zu 400 m und dauerte wahrscheinlich mehr als eine halbe Stunde an. Aufgrund der Schäden – große Waldstücke wurden komplett und einige landwirtschaftliche Gebäude massiv zerstört – gehörte der Tornado zur Intensität F3 (TORNADOLISTE 2016). Bereits in Frankreich über den Vogesen hatte es kurze Zeit vorher einen Tornado gegeben. Wie die linienförmige Anordnung der aufgetretenen Schäden andeutete und Radar- sowie Satellitenbilder zeigten, müssen beide Tornados aus derselben Superzelle

## Bestätigte Tornados und plausible Verdachtsfälle in Deutschland



Datenbasis: T. Sävert (TORNADOLISTE 2016)

entstanden sein. Ob der Tornado über dem Rheintal lediglich abgeschwächt war oder Bodenkontakt verlor, konnte nicht nachgewiesen werden. Möglich ist auch, dass er sich zwischenzeitlich auflöste und wieder neu bildete. Der Schwarzwald-Tornado vom 13. Mai gehört zu den breitesten und längsten je bestätigten Tornados in Deutschland, der glücklicherweise über ländliches und bewaldetes Gebiet zog und nur wenige Sachschäden anrichtete.

Am selben Abend zog ein anderer F3-Tornado zwischen circa 22:15 Uhr und 22:45 Uhr MESZ über Stettenhofen (Landkreis Augsburg), Affing und Aichach (Landkreis Aichach-Friedberg) in Bayern. Auch diese Tornadobildung wird im Zusammenhang mit einer Superzelle gesehen (HAESLER et al. 2015b). Die Schneise war im Durchschnitt 150 m breit und der zurückgelegte Weg etwa 14 km lang (ESWD 2016). Medienberichten, Augenzeugen und Fotos zufolge ähnelten die Schäden sehr denen des Bützow-Tornados: Häuser wurden zum Teil sehr stark beschädigt, einzelne Strommasten und viele Bäume knickten

um. Auch hier kann von Glück gesprochen werden, dass keine größeren Städte betroffen waren und nur sieben Menschen leicht verletzt wurden. Der gesamte Sachschaden wurde vom Landratsamt Aichach-Friedberg auf bis zu 40 Mio. € geschätzt (BR 2015).

Im Jahr 2015 zogen insgesamt 46 bislang bestätigte oder plausible Tornados über Deutschland hinweg. Die meisten Ereignisse – und zwar 14 – fanden im Mai statt und sind bis auf eins den beschriebenen Tiefdruckgebieten ZORAN (5. Mai) und BENEDIKT (12. und 13. Mai) zuzuordnen. Neben drei F3-Tornados wurden drei F2-Tornados beobachtet, von denen sich zwei während der Tornado-Wetterlagen im Mai ereigneten. Ein weiterer trat während des Wintersturms FELIX (10. Januar) über Niedersachsen auf, bei dem es an der Kaltfront zu starken Gewittern kam. Neben den bestätigten Tornados gab es eine Vielzahl von Verdachtsfällen, die insbesondere Anfang Juli bei Gewittern während der Passage der Tiefs SIEGFRIED und THOMPSON auftraten. Hier wurden alleine über 40 Verdachtsfälle gezählt.

## SCHADENAUFWAND



Die F3-Tornados (254 – 332 km/h), die am 5. Mai 2015 im Zusammenhang mit dem Tief ZORAN in Mecklenburg-Vorpommern und am 13. Mai im Zusammenhang mit dem Tief BENEDIKT auftraten, führten zu großen, aber lokal begrenzten Sachschäden. Die Gesamthöhe der direkt durch die Tornados verursachten versicherten Sachschäden dürfte im oberen zweistelligen Millionenbereich liegen. Hinzu kommen weitere Unwetterschäden, die durch starke Windböen, Hagelschlag und weitere Tornados an diesen Tagen in Deutschland verursacht wurden.

## Quellenverzeichnis

BR, BAYERISCHER RUNDFUNK (2015): Affing ein halbes Jahr nach dem Tornado.- Bayernchronik 14.11.2015; <http://www.br.de/radio/bayern2/bayern/bayernchronik/affing-nach-tornado-hilfe-fuer-geschaedigte-100.html>.

DWD, DEUTSCHER WETTERDIENST (2016a): Wetterlexikon: Fujita-Skala.- <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100784&lv3=100922>.

DWD, DEUTSCHER WETTERDIENST (2016b): Ihre Unwettermeldung.- [https://www.dwd.de/DE/wetter/warnungen\\_aktuell/unwettermeldung/unwettermeldung\\_start\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/wetter/warnungen_aktuell/unwettermeldung/unwettermeldung_start_node.html).

DOTZEK, N. (2005): Tornado- und Downburstklimatologie.- In: DEUTSCHER WETTERDIENST [Hrsg.]: Klimastatusbericht 2004; 171-180; Offenbach.

DOTZEK, N., M. HUBRIG & G. BERZ (2005): TORRO- und Fujita-Skala Beschreibung, angepasst für Mitteleuropa.- [http://www.tordach.org/pdf/FT\\_scales.pdf](http://www.tordach.org/pdf/FT_scales.pdf).

ESWD, EUROPEAN SEVERE WEATHER DATABASE (2016): <http://www.eswd.eu/>.

FUJITA, T. (1971): Proposed characterization of tornadoes and hurricanes by area and extent.- SMRP Research Paper 91, University of Chicago; 45 S.; Chicago.

HAESLER, S., C. LEFEBVRE & A. FRIEDRICH (2015a): Unwetter mit Tornados richten am 5. Mai 2015 schwere Schäden in Norddeutschland an.- In: DEUTSCHER WETTERDIENST [Hrsg.]: Hintergrundberichte 6. Mai 2015; [https://www.dwd.de/DE/presse/hintergrundberichte/2015/Unwetter\\_Tornado\\_Norddeutschland\\_PDF.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.dwd.de/DE/presse/hintergrundberichte/2015/Unwetter_Tornado_Norddeutschland_PDF.pdf?__blob=publicationFile&v=2).

HAESLER, S., C. LEFEBVRE, E. WEIGL, T. SCHMIDT & A. BECKER (2015b): Unwetter in Deutschland in der zweiten Maiwoche 2015.- In: DEUTSCHER WETTERDIENST [Hrsg.]: Hintergrundberichte 21. Mai 2015; [http://www.dwd.de/DE/presse/hintergrundberichte/2015/Unwetter\\_Deutschland\\_Maiwoche\\_PDF.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.dwd.de/DE/presse/hintergrundberichte/2015/Unwetter_Deutschland_Maiwoche_PDF.pdf?__blob=publicationFile&v=2).

HARTLEB, P. (1970): Die Sturmkatastrophe von Pforzheim.- Geograph. Rundschau 2, 1970; <http://www.tordach.org/pdf/Hartleb.pdf>.

MAIWALD, H. & J. SCHWARZ (2016): Der Tornado von Bützow in Mecklenburg-Vorpommern – Ingenieuranalyse der Gebäudeschäden.- Bautechnik 93,4; Berlin.

MARKOWSKI, P. M. & Y. P. RICHARDSON (2009): Tornadogenesis: Our current understanding, forecasting considerations and questions to guide future research.- Atmospheric Res. 93; 3 - 10; Amsterdam.

PNW, PROVINZIAL NORDWEST HOLDING AG (2015): Die Natur kommt ohne Vorwarnung.- Nordwester 2.15: 10 – 11; [https://www.provinzial-online.de/web/export/sites/wpv/\\_resources/download\\_galerien/privat\\_ueber\\_uns/nordwester/NWer\\_2\\_2015\\_inbox.pdf](https://www.provinzial-online.de/web/export/sites/wpv/_resources/download_galerien/privat_ueber_uns/nordwester/NWer_2_2015_inbox.pdf).

SKYWARN (2009): Angepasste Fujita-Torro Skala für Vegetations- und Gebäudeschäden.- [http://www.skywarn.de/downloads/schadensanalyse/schadensskala\\_bebildet.pdf](http://www.skywarn.de/downloads/schadensanalyse/schadensskala_bebildet.pdf).

TORNADOLISTE (2016): Tornadoliste Deutschland.- <http://www.tornadoliste.de/>.

WAPLER, A., T. HENGSTEBECKA & P. GROENEMEIJER (2016): Mesocyclones in Central Europe as seen by radar.- Atmospheric Res. 168: 112-120; Amsterdam.

WOLF, B. (2015): Analyse zum F2 Tornado am 13.05.15.- <https://sturmjagd.wordpress.com/2015/05/21/analyse-zum-f2-tornado-am-13-05-15/>.

*Bei Online-Veröffentlichungen: letzter Zugriff am 31.03.2016.*

### Impressum

#### Herausgeber:

Deutsche Rückversicherung  
Aktiengesellschaft  
Hansaallee 177  
40549 Düsseldorf

#### Verfasser:

Thomas Axer  
Dr. Thomas Bistry  
Dr. Matthias Klawa  
Meike Müller  
Michael Süßer

In Zusammenarbeit mit :  
Bernhard Mühr  
Karlsruher Institut  
für Technologie

Tornado-Exkurs  
unterstützt durch T. Sävert

#### Redaktion:

Zentrales Underwriting Management  
[geo@deutscherueck.de](mailto:geo@deutscherueck.de)  
Abteilung Kommunikation + Presse  
[presse@deutscherueck.de](mailto:presse@deutscherueck.de)

Düsseldorf, Mai 2016

#### Grafik + Druck:

[bernauer-design.de](http://bernauer-design.de)



Auf der Website der Deutschen Rück gibt es die aktuelle Ausgabe unserer Sturmdokumentation sowie ältere Jahrgänge ab 1997 zum kostenlosen Download:

