

CEDIM Forensic Disaster Analysis Group (FDA)
Stürme „Sabine“ und „Victoria“, Februar 2020 (Deutschland)

28. Februar 2020 – Report No. 1

Autoren: Bernhard Mühr, Susanna Mohr, Michael Kunz

ZUSAMMENFASSUNG

Naturereignis	Beginn	Ende	Andauer
Sturm „Sabine“ Deutschland	09.02.2020	10.02.2020	1,0 Tage
Sturm „Victoria“ Deutschland	16.02.2020	17.02.2020	1,0 Tage

Herausragende Ereignisse:

Extreme Windböen Bergland	176,8 km/h Feldberg/Schw., 10.02.2020 (BW)
Extreme Windböen Flachland	154,1 km/h, 10.02.2020, Fürstenzell (BY)
Extreme Windböen Flachland	140,0 km/h, 16.02.2020, Bremervörde (NI)
Dekaden- und Monatsrekorde Temperatur	z.B. 21,5 °C Müllheim (BY), 71 Jahre
Monatsrekorde 24h-Niederschlag	z.B. Erfde 24,9 mm (SH), 56 Jahre



Abbildung 1: Sturmschäden in Deutschland. Fotos: Marius Block (oben), „Einsatz-Report24“ (unten)

1. Zusammenfassung

Innerhalb von nur 10 Tagen ereigneten sich in einer bestens ausgeprägten Frontalzone auf dem Nordatlantik mehrere extreme Tiefdruckentwicklungen. Der Kerndruck dieser Orkantiefs wies zum Teil Werte in Rekordnähe auf, auch die Druckfalltendenzen erreichten extreme Werte. Die Sturmfelder erfassten nicht nur den gesamten Nordwesten Eurpoas, auch in Mitteleuropa kam es sturmbedingt zu größeren Problemen, wie beispielsweise bei der Deutschen Bahn, die den Fernverkehr zeitweise bundesweit einstellte. Sturmschäden konnten von Island bis zu den Alpen verzeichnet werden. Auf den Britischen Inseln gingen die Tiefs zudem mit größeren Niederschlagsmengen einher, die vor allem in Wales Überschwemmungen auslösten. Nach Mitteleuropa gelangten extrem milde Luftmassen, die selbst in der Nacht Temperaturen um 20 °C möglich machten und an zahlreichen Stationen in Deutschland zu neuen Dekaden- und Monatsrekorden für den Monat Februar führten.

2. Meteorologische Informationen

2.1. Großräumiges Strömungsmuster über Europa und dem Nordatlantik

Während der ersten Monatshälfte des Februar 2020 etablierte sich über dem Nordatlantik eine außerordentlich gut ausgeprägte Frontalzone, die während der zweiten Monatsdekade vom nordamerikanischen Kontinent bis Nordosteuropa reichte. Die Abbildungen 2a) und 2b) zeigen den Beginn der stürmischen Witterungsepisode mit dem Übergang von einem meridionalen Strömungsmuster hin zu einem zonalen Verlauf der Isohypsen der 500 hPa-Geopotentialfläche über dem östlichen Nordatlantik sowie über West- und Mitteleuropa während des Zeitraums vom 5. bis zum 10. Februar 2020.

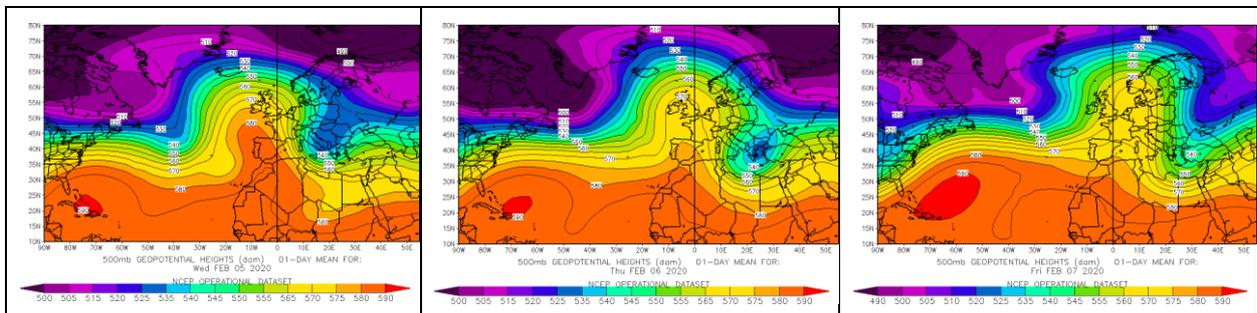


Abbildung 2a: Tagesmittelwerte des 500 hPa-Geopotentials über dem Nordatlantik und Europa am 05. (links), 06. (mitte) und 07. Februar 2020 (rechts; Daten/Grafik: <https://www.esrl.noaa.gov>).

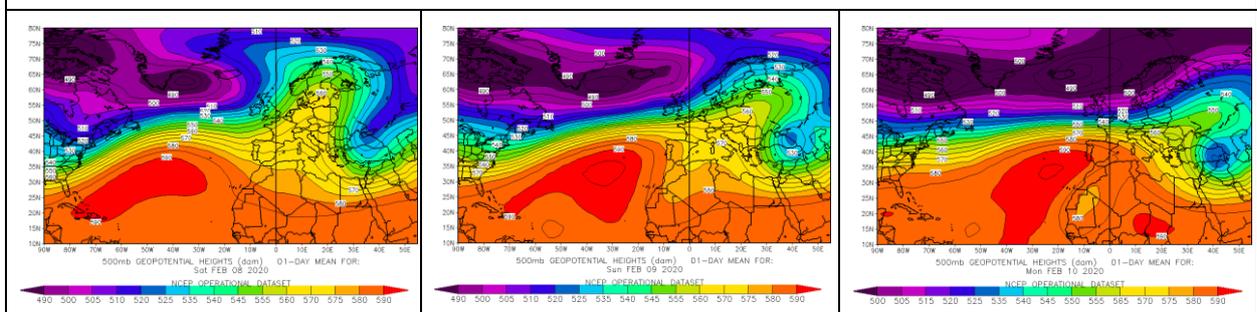


Abbildung 2b: Tagesmittelwerte des 500 hPa-Geopotentials über dem Nordatlantik und Europa am 08. (links), 09. (mitte) und 10. Februar 2020 (rechts; Daten/Grafik: <https://www.esrl.noaa.gov>).

Am 5. Februar 2020 wölbte sich über dem Westen Europas von Spanien bis nach Island zunächst noch ein mächtiger Höhenrücken auf; er wurde im Westen flankiert durch einen bis zu den Azoren reichenden Höhentrog, weiter im Osten erstreckte sich ein Höhentrog über den Balkan Richtung Tunesien. Diese omega-förmige Geopotentialverteilung blieb in ihren Grundzügen auch an den Folgetagen im Wesentlichen erhalten, wanderte aber zügig nach Osten. Die Achse des Höhenrückens verlief am 08. Februar 2020 von Italien über die Alpen bis zur Ostsee und weiter Richtung Nordkap. Auf dem Atlantik arbeitete sich die Frontalzone derweil immer weiter nach Osten voran und erfasste die Britischen Inseln, wo sie zyklonal umbog. Am 10. Februar 2020 schließlich konnte die Frontalzone nahezu glatt von Nordamerika über den gesamten Nordatlantik und über Mitteleuropa hinweg bis in den äußersten Nordosten Europas vorstoßen. Der Höhenrücken trat nurmehr rudimentär über der Ukraine in Erscheinung. Die kräftige Frontalzone ebnete schließlich auch den Bodentiefdruckgebieten und ihren Sturmfeldern den Weg nach Mitteleuropa.

Vorübergehend Ruhe kehrte erst wieder mit einem etwas mächtigeren Höhenrücken ein, der sich im Laufe des 13. Februar 2020 über dem zentralen Nordatlantik aufzuwölben begann und am 14. Februar 2020 über Mitteleuropa hinweg oswärts wanderte. Schon am Folgetag allerdings griff die stramme Frontalzone erneut auch auf Mitteleuropa über.

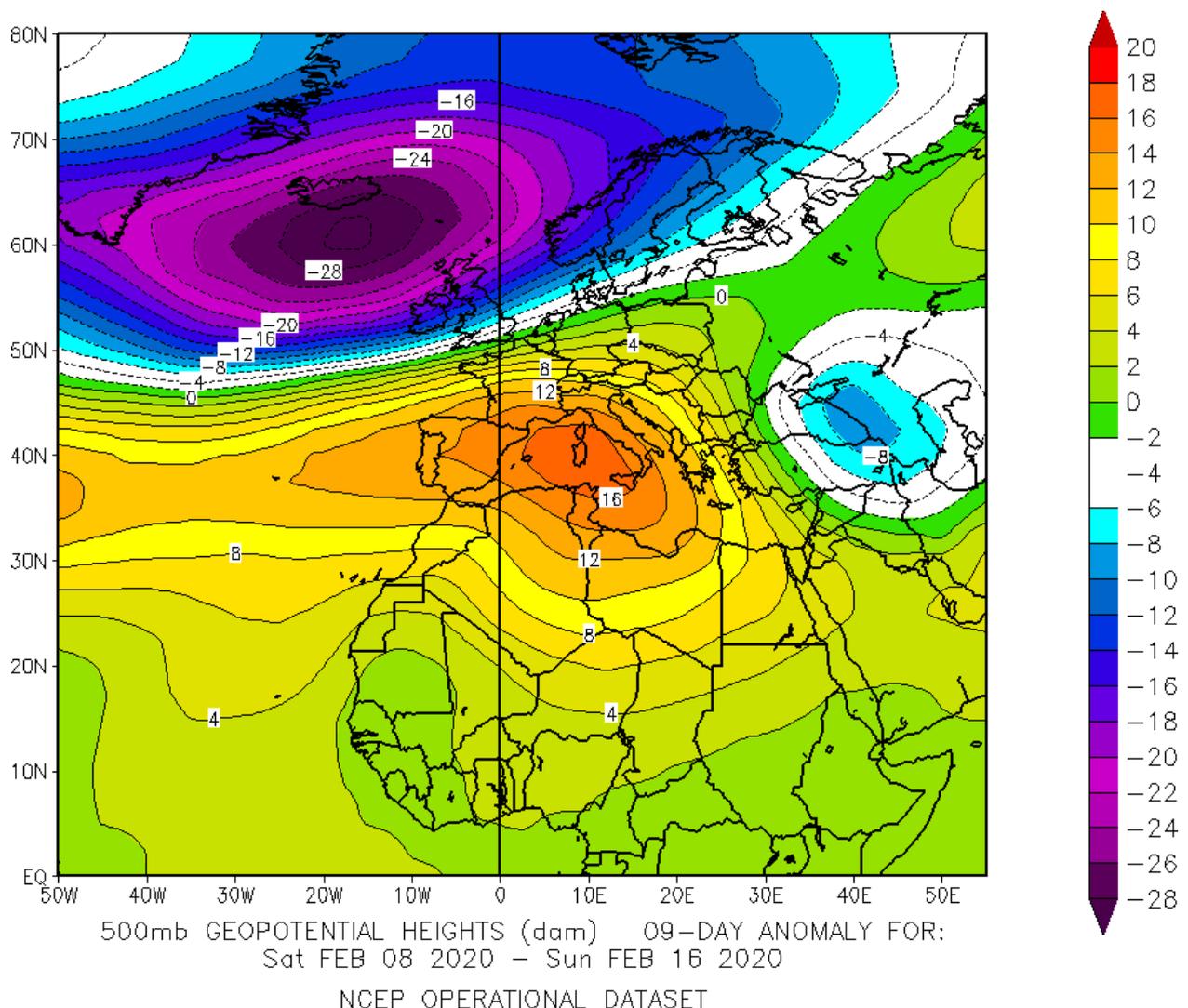


Abbildung 3: Abweichung des 500 hPa-Geopotentials-Mittelwerts des Zeitraums 08. bis 16. 02.2020 vom langjährigen Mittelwert 1981 – 2010 (Daten/Grafik: <https://www.esrl.noaa.gov>).

In der Analyse des 500 hPa-Geopotentials (rund 5,5 km Höhe) treten die ungewöhnlich niedrigen und hohen Werte im Bereich von Island und im nach Osten verschobenen Azorenhoch ebenfalls eindrucksvoll in Erscheinung. Abbildung 3 illustriert die Abweichung der 500 hPa-Geopotentialfläche über den 9-Tages-Zeitraum vom 8. bis zum 16. Februar 2020 vom mittleren Zustand desselben Zeitraums der Referenzperiode 1981 bis 2010. Bei Island liegen die Werte des 500 hPa Geopotentials bis zu 30 gpdam niedriger als im langjährigen Durchschnitt, über dem zentralen Mittelmeerraum betragen die positiven Anomolien bis über 15 gpdam. Zwischen den beiden Anomalie-Extremen verläuft die planetarische Frontalzone mit in der gesamten Troposphäre hohen Windgeschwindigkeiten.

Die Ausprägung und der Verlauf der Frontalzone manifestiert sich besonders augenfällig auch auf Satellitenbildern. Ein solches zeigt ein sich über mehrere tausend Kilometer quer über den Nordatlantik erstreckendes Wolkenband am 15. Februar 2020. Das Wolkenband markiert gleichzeitig eine Luftmassengrenze, die sehr kalte Luft aus dem kanadisch-grönländischen Raum von subtropischer Warmluft im Süden trennt. Der horizontale Temperaturgegensatz und die Luftdruckunterschiede konzentrieren sich dabei auf einen nur wenige Hundert Kilometer breiten Bereich.

Länge und Form des Wolkenbandes im Satellitenbild weisen zudem auf hohe Windgeschwindigkeiten hin; in der oberen Troposphäre in 300 hPa (rund 8 km Höhe) erreichte der Wind Spitzengeschwindigkeiten von deutlich mehr als 300 km/h, wie Modellanalysen in Abbildung 5 zeigen. Den starken Jetstream machten sich auch Linienflugzeuge zunutze – am 10. Februar 2020 stellte eine Boeing 747 von British Airways einen neuen Rekord für Passagierflugzeuge auf: Sie benötigte für die 5.554 Kilometer lange Strecke zwischen dem J.F. Kennedy Flughafen in New York und London Heathrow lediglich 4 Stunden 56 Minuten.

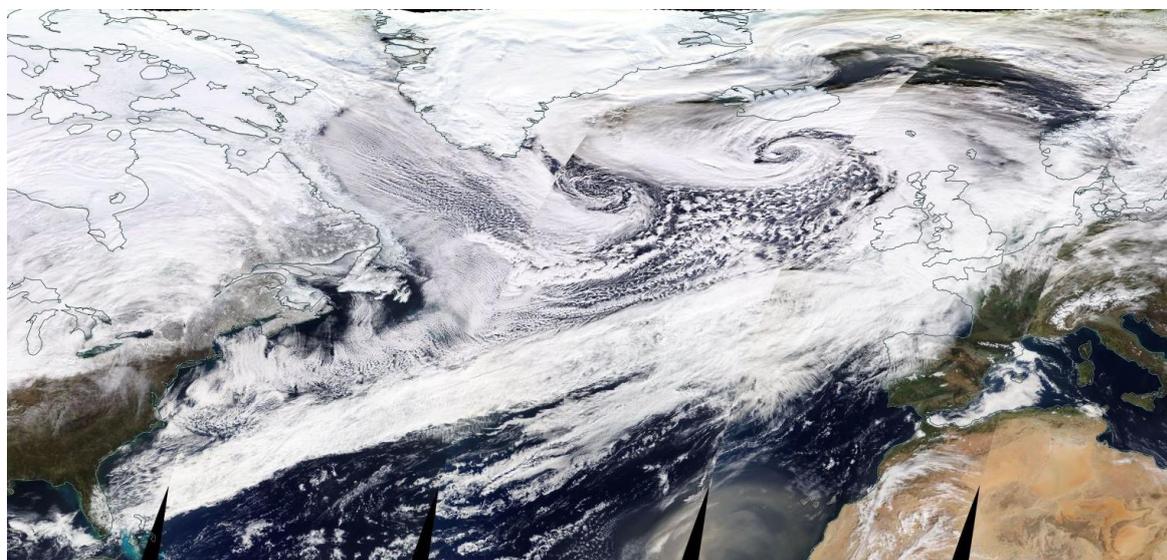


Abbildung 4: Satellitenbild, 15. Februar 2020 (Quelle: <https://worldview.earthdata.nasa.gov>).

Innerhalb der Frontalzone, gleichzeitig auch ein Bereich hoher Baroklinität (Flächen gleicher Temperatur und gleichen Luftdrucks schneiden sich), formierten sich besonders kräftige Tiefdruckgebiete, die ihren Ausgangspunkt zum Teil schon über dem nordamerikanischen Kontinent hatten. Sie zeigten mehrfach extreme Vertiefungsraten, die den Kriterien einer „Bombogenese“ genügten (Druckfalltendenzen von mehr als 24 hPa innerhalb von 24 Stunden, siehe auch Kapitel 2.3.2). Mit diesen Sturm- und Orkantiefs gelangten außerordentlich warme subtropische Luftmassen weit nach Nordosten, sie erreichten selbst den Norden Skandinaviens und den Ural. Im 850 hPa-Niveau (rund 1,5 km Höhe) lagen die Temperaturen beispielweise am 16. Februar 2020, 21 UTC, über Südwest-, Mittel- und Teilen Osteuropas über 0 °C, so auch über dem gesamten Baltikum, der Südhälfte Finnlands und selbst noch östlich von Moskau (Abbildung 6).

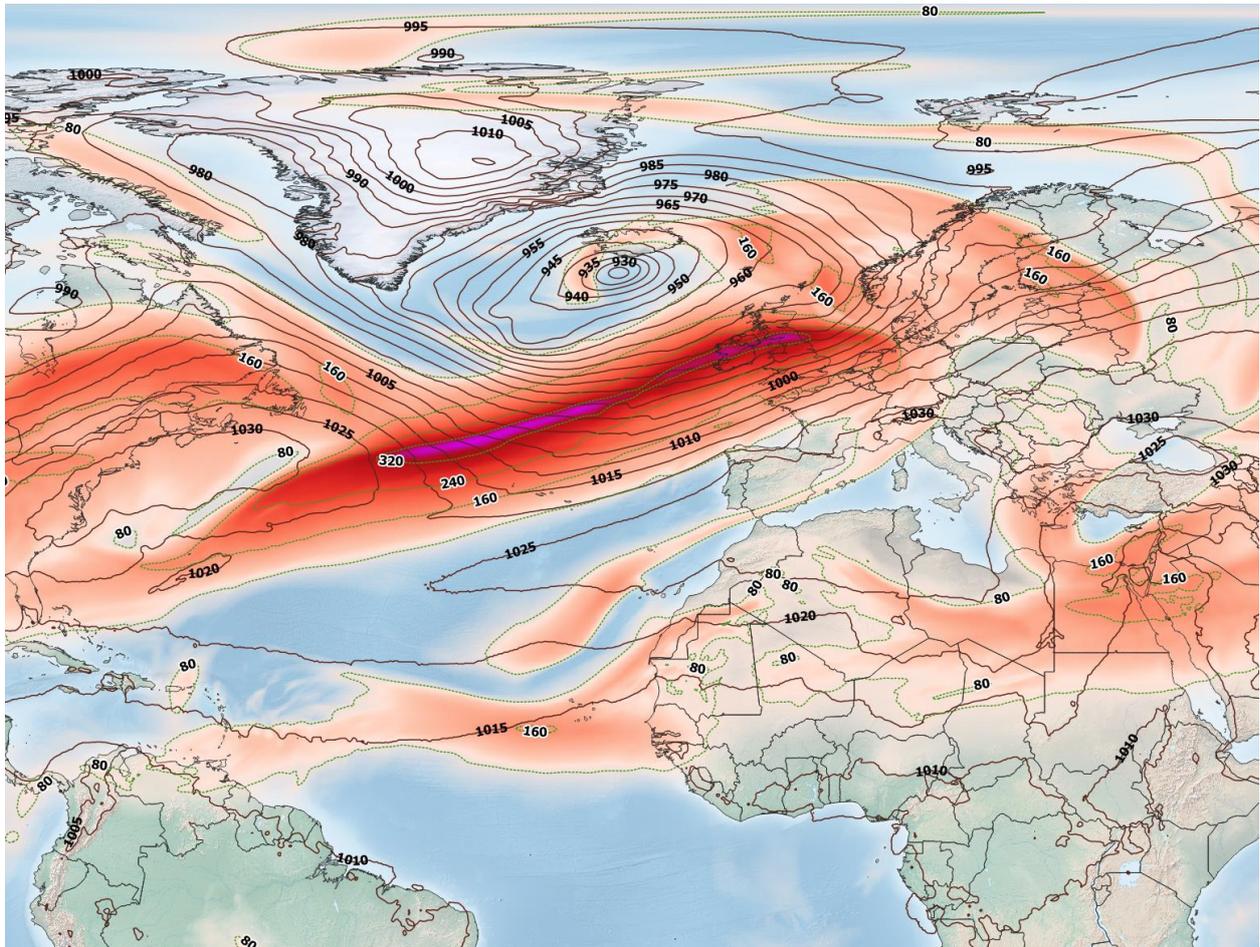


Abbildung 5: 300 hPa-Wind in km/h und Bodendruck in hPa, 15.02.2020, 12 UTC (GEM Modell).

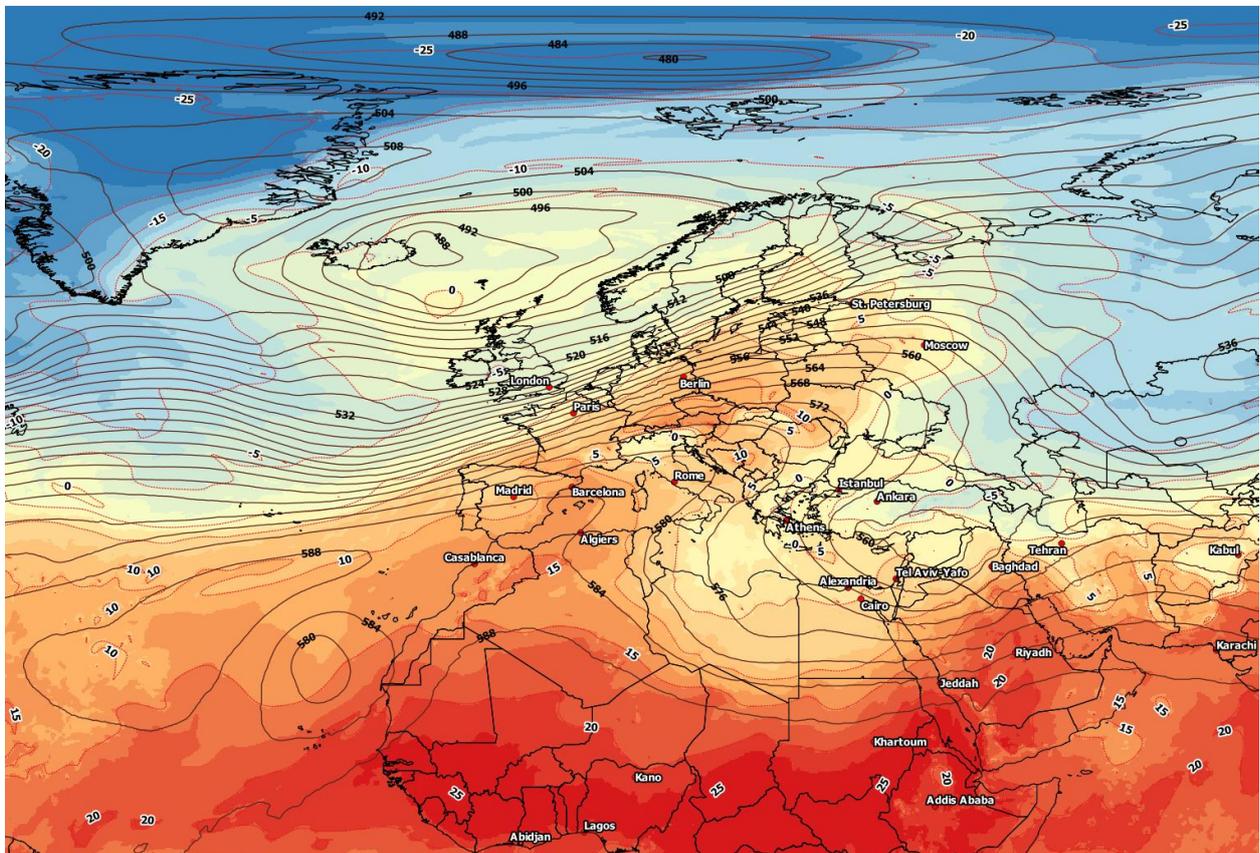


Abbildung 6: Analyse 500 hPa-Geopotential (Isohypsen in gpdam) und Temperatur in 850 hPa in °C (Isothermen und Farbflächen), 16. Februar 2020, 21 UTC (Daten: GEM).

2.2. Das Sturmtief „Sabine“

2.2.1 Entwicklung der Wetterlage vom 06. bis zum 10. Februar 2020

Den Reigen der außerordentlich kräftigen atlantischen Sturm- und Orkantiefs eröffnete am 6. Februar 2020 „Ruth“, die mit ihrem Zentrum um 00 UTC rund 400 Kilometer südöstlich von Neufundland analysiert wurde. „Ruth“ verlagerte sich während der nächsten 48 Stunden rasch auf die kalte Seite der Frontalzone und wies am 08. Februar 2020, 00 UTC, im Seegebiet zwischen Island und Südgrönland einen Kerndruck von unter 935 hPa auf. Über dem Nordmeer wurde „Ruth“ zum steuernden Zentraltief.

Das Tief „Sabine“ kann bis zum 6. Februar 2020 zurückverfolgt werden, als es über dem Süden der USA als flache Tiefdruckrinne lag. Die Rinne erstreckte sich tags darauf mit einem wellenden Frontenzug entlang der Ostküste der USA, bevor bereits einen Tag später das Tief eine kräftige Verstärkung erfuhr und als Sturmtief und einem Kerndruck von 966 hPa über Maine, New Brunswick und Nova Scotia überdeckte. Von dort trat „Sabine“ an der Südflanke des Zentraltiefs „Ruth“ ihre zügige Reise über den Atlantik an; am 9. Februar 2020, 00 UTC, befand sich das Zirkulationszentrum mit einem Kerndruck von 960 hPa bereits 700 Kilometer südlich von Island. Nach weiteren 12 Stunden konnte „Sabine“ mit weniger als 950 hPa über den Hebriden analysiert werden, bevor gegen 20 UTC das Tief die norwegische Küste bei Bergen erreichte (Abbildung 7). Um Mitternacht betrug der Druck im Zentrum von „Sabine“ 944 hPa. Von dort zog es nun langsamer nordostwärts und lag am 11. Februar 2020, 00 UTC, mit ihrem Zentrum nahe beim Nordkap, einen Tag später über der Barentssee.

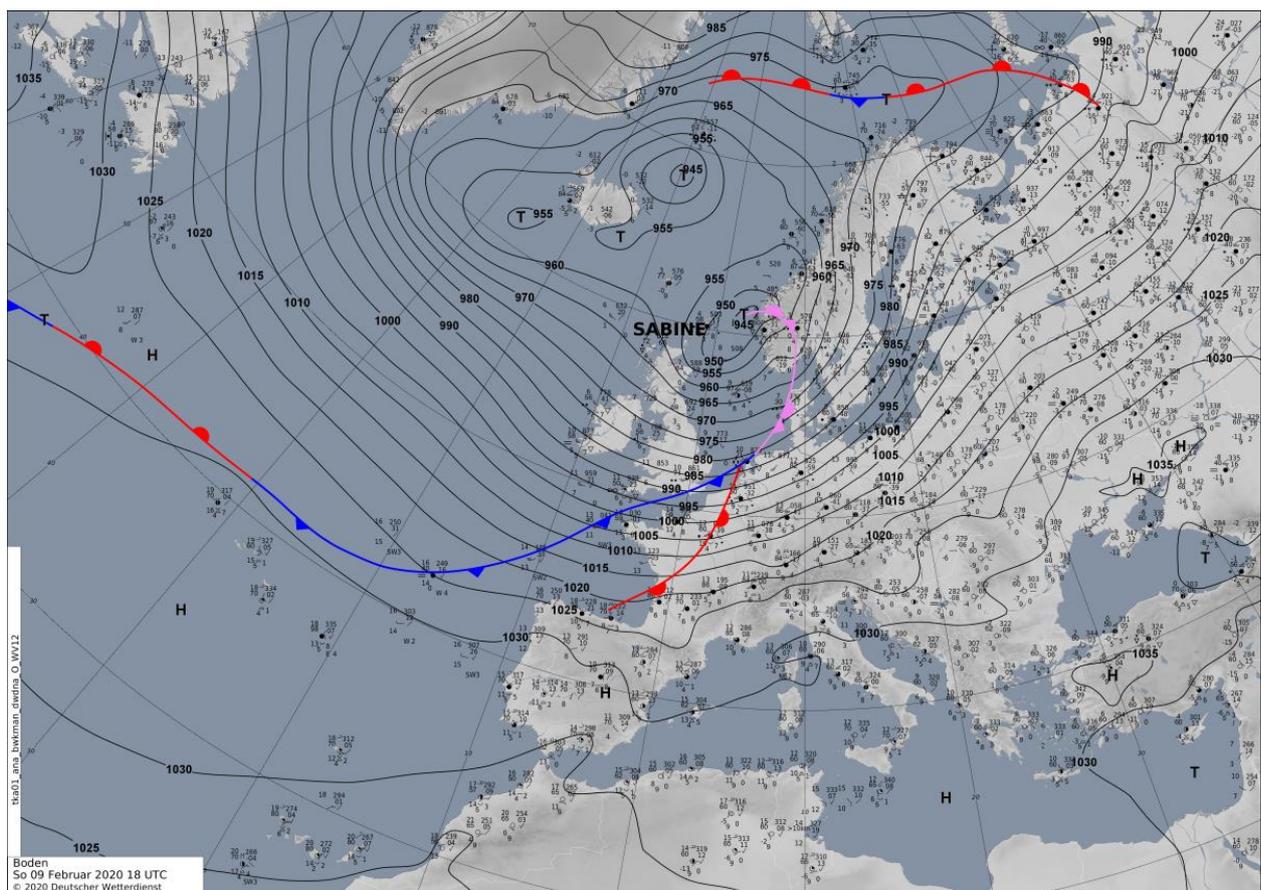


Abbildung 7: Bodendruck (Isobaren), Fronten und Stationseintragungen, 09.02.2020, 18 UTC (Quelle: Deutscher Wetterdienst).

Abbildung 8 zeigt Radarreflektivitäten jeweils zur vollen Stunde, die in einer einzigen Karte überlagert dargestellt werden. So ergibt sich ein chronologischer Überblick über die Verlagerung der Kaltfront von Tief „Sabine“, ihrer Position und die Verlagerungsgeschwindigkeit.

Die Kaltfront, die als nur sehr schmales Band hoher Reflektivität in Erscheinung tritt, erreichte am 09. Februar 2020 zwischen 18 und 19 UTC die deutsche Nordseeküste in Ostfriesland. Sie kam mit einer Geschwindigkeit von rund 50 km/h landeinwärts voran und zeigte erst südlich der Donau nur noch geringe Verlagerungstendenzen. Die linienhafte Struktur der Front weist an einigen Stellen Wellenbildungen auf (Kennzeichen für lokal hohe Windgeschwindigkeiten), anderswo – wie zum Beispiel in der Mitte des Landes – sind deutliche Lücken zu erkennen.

In die Kaltfront waren etliche Gewitter eingebettet, die sich selbst noch im äußersten Süden am Bodensee oder in Oberbayern entluden. Auch in der nachströmenden hochreichend labil geschichteten Meereskaltluft entwickelten sich immer wieder Gewitter. In Deutschland und den grenznahen Gebieten der Nachbarländer betrug die Zahl der Blitzenladungen im 30-stündigen Zeitraum vom 09. Februar 2020, 12 UTC, bis zum 10. Februar 2020, 18 UTC, mehr als 12.000 (Abbildung 9).

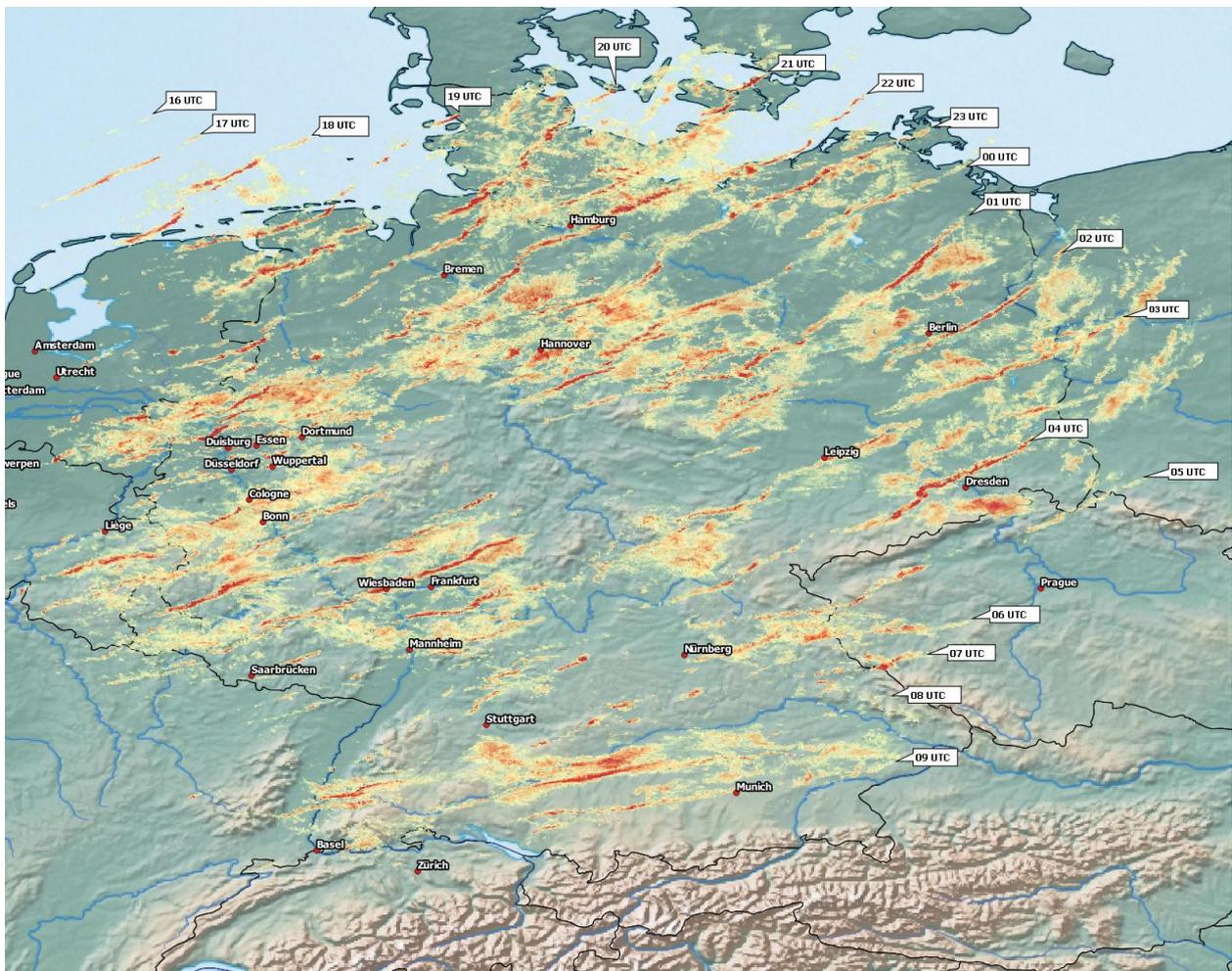


Abbildung 8: Überlagerung von Radarbildern in stündlichem Abstand, 09.02.2020, 16 UTC, bis 10.02.2020, 09 UTC, mit Südostwärtsverlagerung der Kaltfront von „Sabine“ (Daten: DWD).

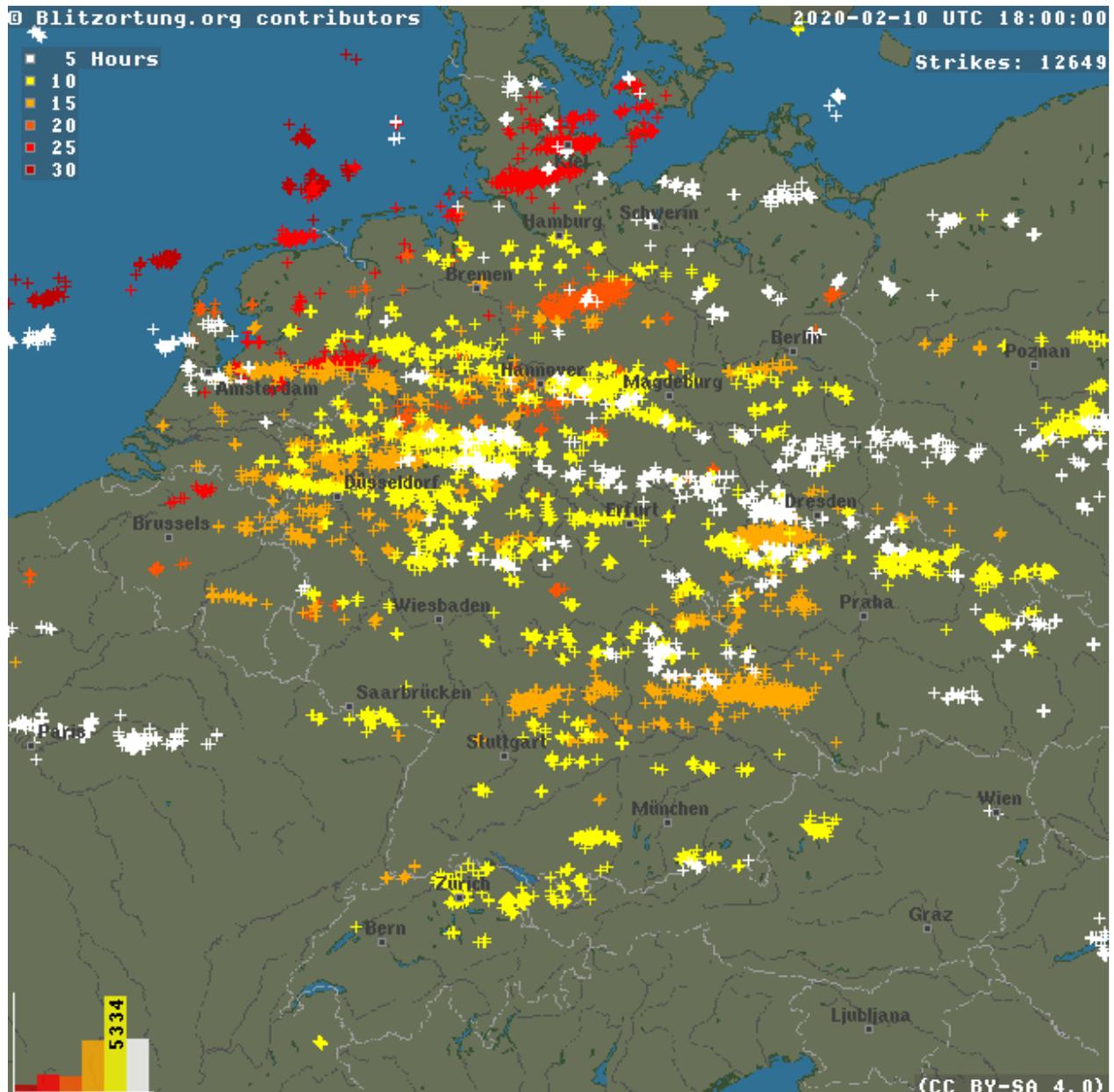


Abbildung 9: Blitze im Zeitraum vom 09. Februar 2020, 12 UTC, bis 10. Februar 2020, 18 UTC (Quelle: www.blitzortung.org).

Der zeitliche Verlauf von Temperatur, Luftdruck und Wind zeigte das bei dem Durchzug einer bestens ausgeprägten Kaltfront so typische Aussehen. An der Station des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) in rund 60 Meter Höhe über Grund begann mit Annäherung des Tiefs „Sabine“ der Luftdruck anhaltend und konstant zu fallen. Insgesamt erniedrigte sich der auf Meeressniveau reduzierte Luftdruck um 28 hPa innerhalb von 24 Stunden (Abbildung 10 mitte). Die eigentliche Frontpassage lässt sich zusammen mit dem Eintreffen der Kaltluft am IMK auf 04 UTC festlegen, ab diesem Zeitpunkt begann ein abrupter Anstieg des Luftdrucks um rund 13 hPa innerhalb von 8 Stunden.

In der Subtropikluft zeigte das Thermometer vor Ankunft der Kaltfront noch ungewöhnlich hohe Werte von etwa 15 °C an, kurz danach waren es nur noch 8 °C und wenig später sanken die Temperaturen sogar kurzzeitig auf 5 °C (Abbildung 10 oben). Der Südwestwind lebte bereits im Warmsektor von „Sabine“ weit vor Mitternacht am 09. Februar 2020 deutlich auf, die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten traten mit rund 25 m/s (90 km/h) auch im Umfeld der Kaltfront auf. Die gemessenen Spitzenböen von 44 m/s (158 km/h) erscheinen allerdings zu hoch (Abbildung 10 unten).

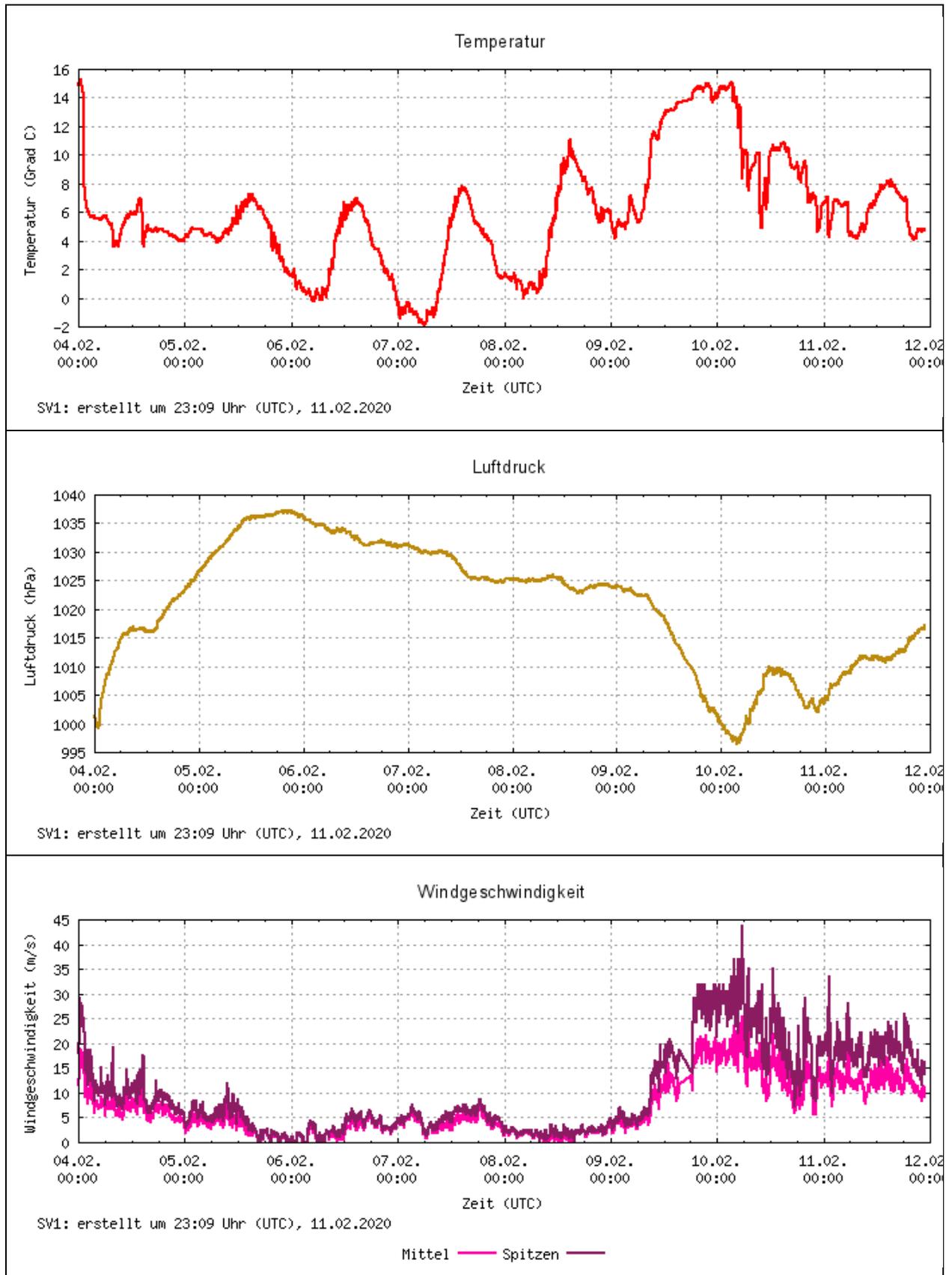


Abbildung 10: Verlauf von Temperatur (oben), Luftdruck (Mitte) und Windgeschwindigkeit (Mittelwind und Böen, unten) in Karlsruhe an der Wetterstation des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) am KIT. Kontinuierliche Messungen im Zeitraum vom 4. bis zum 11. 02.2020 in 60 m Höhe über Grund (Daten und Grafiken: IMK-TRO).

2.2.2 Wetterwerte und Rekorde

Das Sturmfeld von „Sabine“ erfasste ganz Deutschland von Nordwest nach Südost fortschreitend. Am 9. Februar 2020 konnten zunächst in der Nordwesthälfte des Landes Sturmböen, schwere Sturmböen und selbst im Flachland sogar orkanartige Böen (ab 104 km/h) registriert werden, nach Mitternacht erfasste das Sturmfeld auch die Südosthälfte von Deutschland. Im Messnetz des Deutschen Wetterdienstes meldeten alle Stationen Windböen mindestens der Stärke 8 (Abbildung 11).

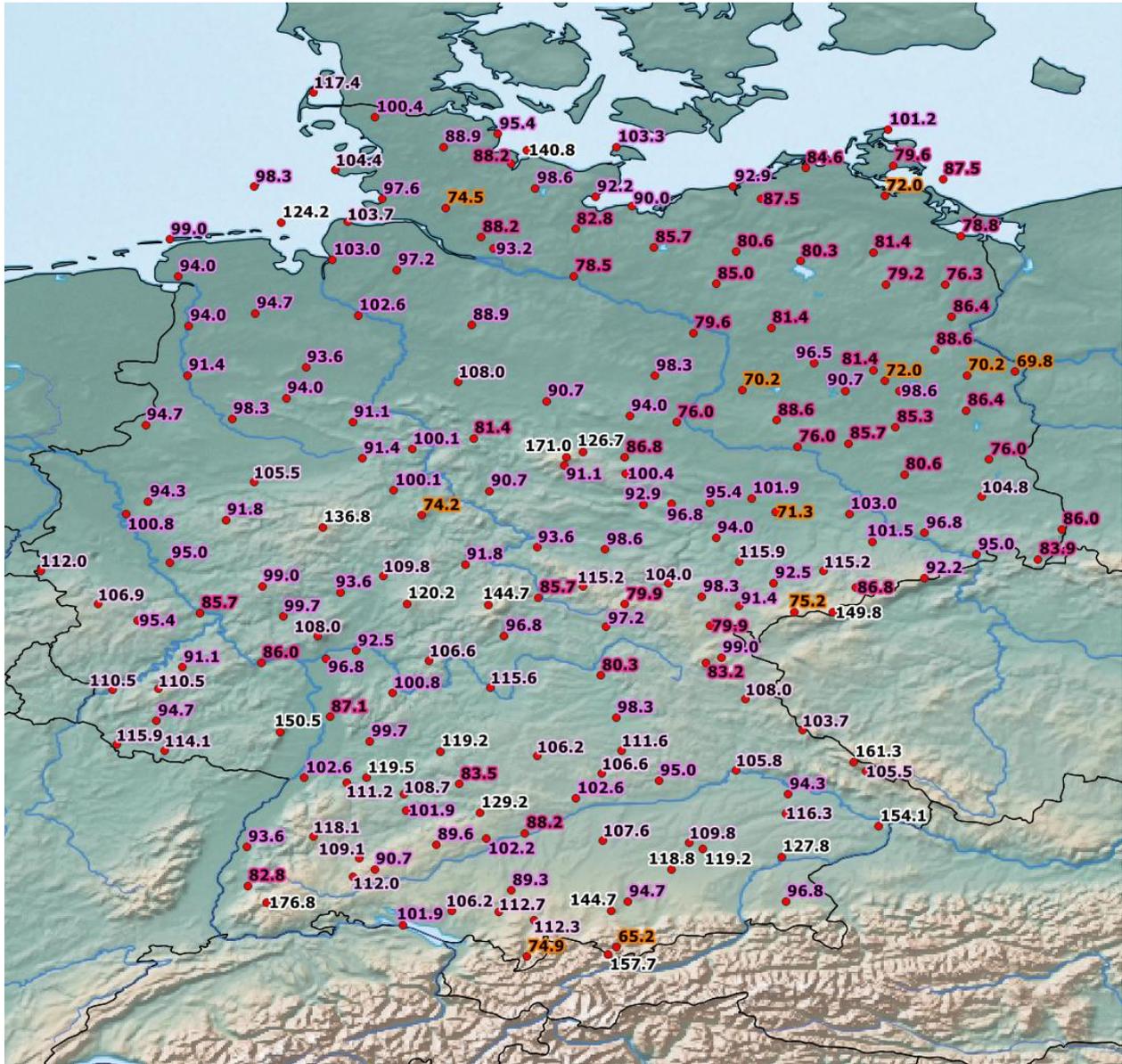


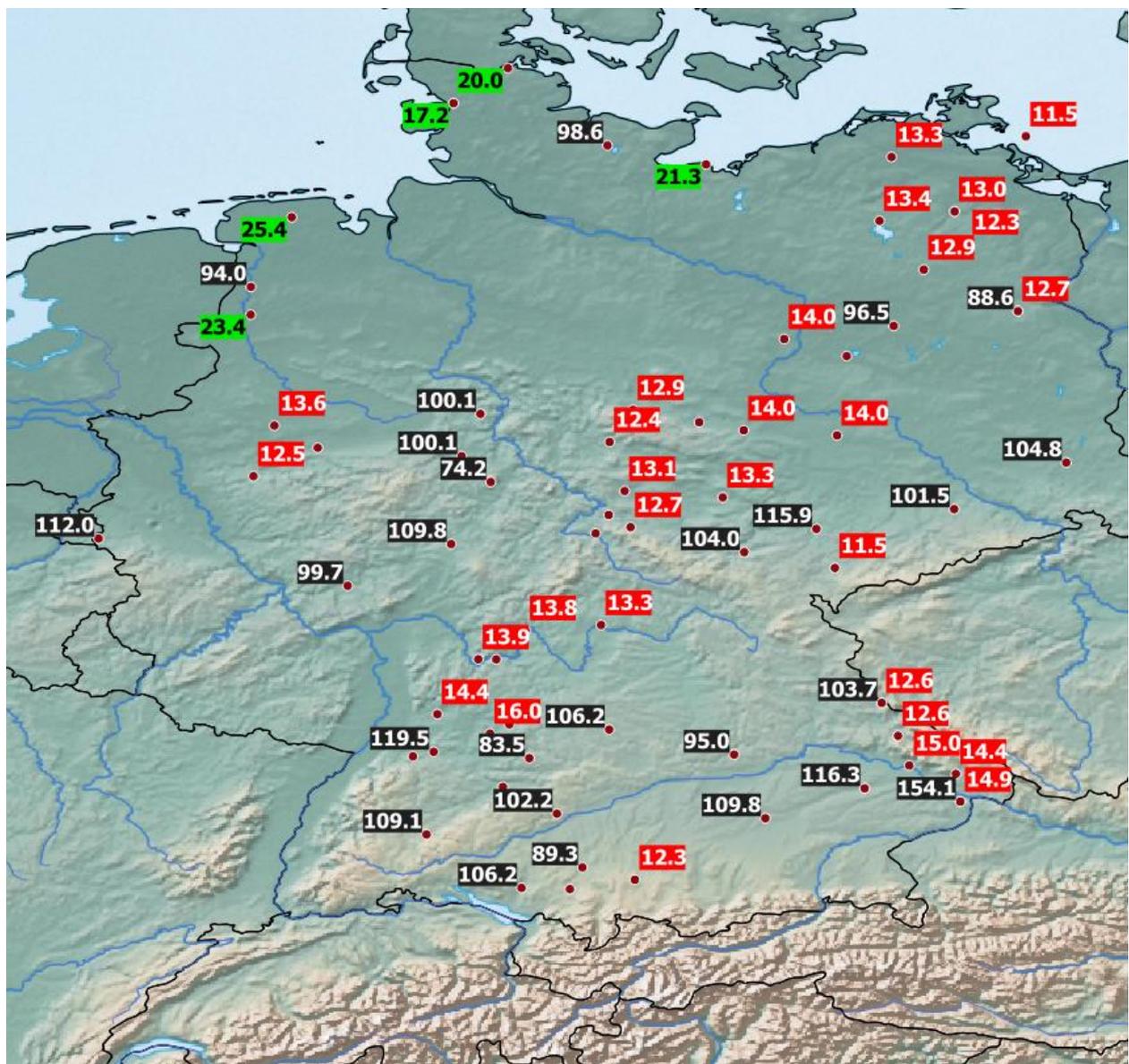
Abbildung 11: Gemessene Spitzenböen an den Stationen des Deutschen Wetterdienstes am 9. und 10. Februar 2020. Farbliche Einteilung gemäß der Beaufort-Skala (von Bft 8 in orange bis Bft 12 in weiß; Daten: DWD).

Vergleichsweise windschwach ging es lediglich östlich der Elbe zu, aber auch dort fegten fast überall Böen in Sturmstärke übers Land, nur an wenigen Orte wurde Bft 9 (75 km/h) nicht erreicht. Am anderen Ende der Windmessungen rangierten die Berggipfel der Mittelgebirge und der Alpen, die wie zum Beispiel der Brocken, der Weinbiet, der Große Arber oder die Zugspitze. Mit 176.8 km/h verzeichnete der Feldberg (Schwarzwald) die stärkste Windböe.

Vereinzelt registrierten auch Station im Flachland bzw. Binnenland Windböen in Orkanstärke (ab 119 km/h); das waren neben Wernigerode am Rande des Harzes (127 km/h) noch 6 weitere Stationen in Baden-Württemberg und in Bayern.

Tabelle 1: Auswahl gemessener Spitzenböen an Stationen des Deutschen Wetterdienstes am 09. und am 10. Februar 2020.

Station	09. Feb	Station	10. Feb
Brocken (ST)	168,5 km/h	Feldberg/Schwarzwald (BW)	176,8 km/h
Leuchtturm Kiel (SH)	140,8 km/h	Brocken (ST)	171,0 km/h
Kahler Asten (NW)	136,8 km/h	Großer Arber (BY)	161,3 km/h
Weinbiet (RP)	132,8 km/h	Zugspitze (BY)	157,7 km/h
Feldberg/Schwarzwald (BW)	132,5 km/h	Fürstenzell (BY)	154,1 km/h
Wernigerode (ST)	126,7 km/h	Mühlendorf (BY)	127,8 km/h
Aachen-Orsbach (NW)	112,0 km/h	Mühlacker (BW)	119,5 km/h
Trier-Petrisberg (RP)	110,5 km/h	Öhringen (BW)	119,2 km/h
Werl (NW)	105,5 km/h	München-Flughafen (BY)	119,2 km/h
Düsseldorf (NW)	100,8 km/h	München-Stadt (BY)	118,8 km/h

**Abbildung 12:** Alle bei „Sabine“ am 9. und 10.02.2020 aufgestellten neuen Dekaden- und Monatsrekorde an Stationen des Deutschen Wetterdienstes für Temperatur (in °C rot, Dekaden- und Monatsrekorde) sowie für Niederschlag (in mm grün, nur Monatsrekorde) und Spitzenböen (in km/h in schwarz).

Besondere Erwähnung verdient der Wert von Fürstencell bei Passau mit 154 km/h – eine der höchsten jemals im Binnenland gemessenen Windgeschwindigkeiten (Tabelle 1).

Das Sturmfeld von „Sabine“ führte an etlichen Stationen vor allem in der Mitte und im Süden Deutschlands zu neuen Rekorden bei den Spitzenböen für den Monat Februar (Abbildung 12). Rekorde für die erste Februardekade und den gesamten Monat Februar konnten auch bei der Höchsttemperatur verzeichnet werden. Fast alle der neu aufgestellten Temperaturrekorde hatten allerdings nur wenige Tage Bestand; sie wurden beim nächsten Orkantief, „Victoria“, zum Teil gleich um mehrere Kelvin übertroffen (Kapitel 2.3.2).

Im Umfeld von Nord- und Ostsee traten zudem auch bei den 24-stündigen Regenmengen vereinzelt neue Februar-Rekorde auf wie beispielsweise in Boltenhagen mit 21,3 mm und einer 74 Jahre langen Messreihe.

2.3. Das Sturmtief „Victoria“

2.3.1 Entwicklung der Wetterlage am 16. und 17. Februar 2020

Das Tief „Victoria“ befand sich am 14. Februar 2020, 00 UTC, mit seinem Zentrum und einem Kerndruck von etwas unter 995 hPa rund 200 km südlich von Neufundland. Zur selben Zeit wölbte sich von Spanien über die Biskaya bis nach Schottland noch ein Höhenrücken auf, der sich allerdings rasch ostwärts verlagerte und 48 Stunden später schon den nördlichen Balkan und die westliche Ukraine überdeckte. Dadurch wurde der Weg für die atlantische Frontalzone bis zum europäischen Kontinent frei, die am 16. Februar 2020 bestens ausgeprägt über Nordwesteuropa und das nördliche Mitteleuropa hinweg bis zum Ostseeraum verlief.

„Victoria“ wanderte bis zum 15. Februar als junges Tief an der Südflanke des riesigen Zentraltiefkomplexes „Uta“ rasch weiter ostwärts und gelangte dabei auf die kalte Seite der Frontalzone. Am 15. Februar 2020, 00 UTC, wies „Victoria“ im Zentrum bereits einen Druck von unter 950 hPa auf und lag rund 700 Kilometer südlich von Island. Im Tagesverlauf des 15. Februar 2020 gliederte sich „Victoria“ dem Zentraltief an und übernahm schließlich die Rolle seines Vorgängers „Uta“.

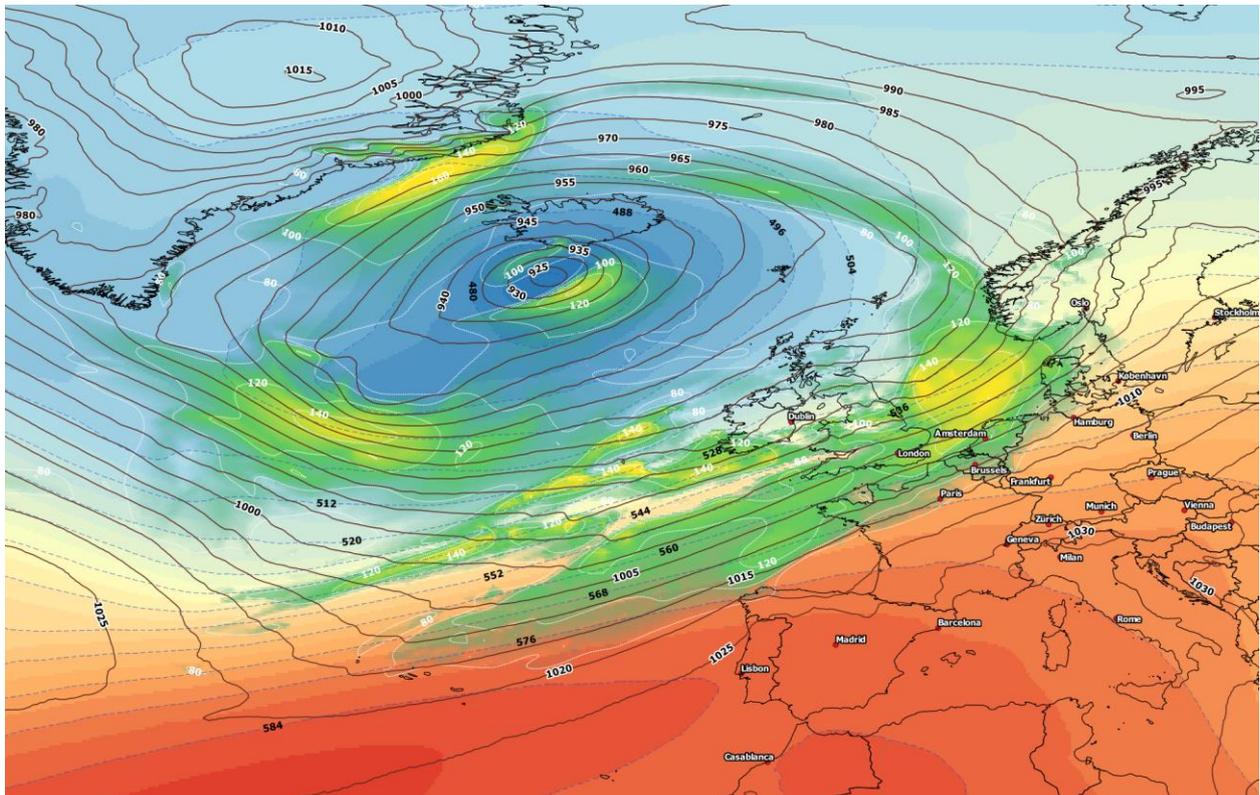


Abbildung 13: 500 hPa-Geopotentialfläche in gpdam, Bodendruck in hPa und Spitzenböen in 10 m über Grund am 16. Februar 2020, 00 UTC (Daten: GEM-Modell).

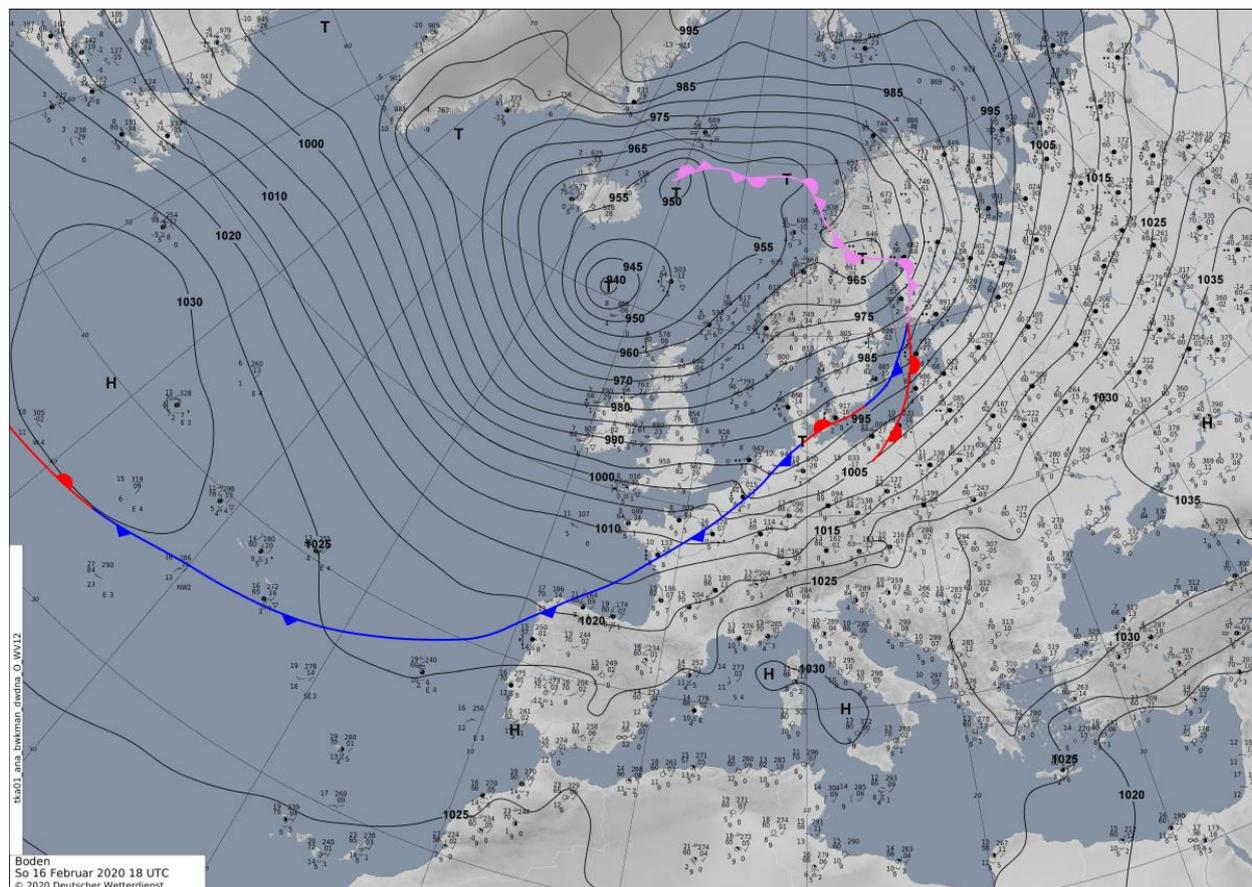


Abbildung 14: Bodendruck (Isobaren), Fronten und Stationseintragungen, 16.02.2020, 18 UTC (Quelle: Deutscher Wetterdienst).

Der Tiefdruckkomplex von „Victoria“ überdeckte den gesamten Nordatlantik und den größten Teil Europas, davon ausgenommen blieben nur der Süden Spaniens und der Mittelmeerraum (Abbildung 13). Die Windgeschwindigkeiten erreichten am 16. Februar 2020, 00 UTC, in Bøen ihre größten Werte an der Südostflanke des Tiefdruckkomplexes über der äußeren Biskaya, dem Ärmelkanal, Südengland sowie der südlichen und zentralen Nordsee von gebietsweise mehr als 140 km/h.

„Victoria“ agierte ab 16. Februar 2020 als steuerndes Zentraltief und zeigte über einen Zeitraum von 24 bis 36 Stunden hinweg nur wenig Verlagerungstendenzen, das Tief behielt seinen Kerndruck von weniger als 925 hPa bei (Abbildung 14). Erst zum 17. Februar 2020 dehnte sich „Victoria“ mit einem Teiltief unter leichter Abschwächung bis zur Barentssee aus und verlagerte sich schließlich als Gesamtgebilde bis zum 20. Februar 2020 zum äußersten Nordosten Europas.

Die Kaltfront von „Victoria“ erfasste von Nordwesten her die deutsche Nordseeküste am 16. Februar 2020 etwa gegen 16 UTC. Sie kam zunächst recht zügig unter nur leichter Wellenbildung südostwärts voran. Um 20 UTC erstreckte sie sich als schmales und nur wenige Kilometer breites Band diagonal durch Deutschland von der Insel Poel bis zur Vulkaneifel (Abbildung 15). Sie markiert die Grenze zu deutlich kälterer Luft, und ihre Passage führte innerhalb kürzester Zeit zu einem markanten Temperaturrückgang von 6 bis 9 K. Während um Mitternacht beispielweise Geisenheim am Rhein noch in der Warmluft lag und 15,5 °C meldete, waren es in Köln-Bonn zur selben Zeit nur noch 8,9 °C.

Die Kaltfront kam allerdings nur bis in den Norden von Baden-Württemberg und Bayern voran. Südlich davon blieb es auch am 17. Februar 2020 ungewöhnlich mild, Kempten registrierte eine Tageshöchsttemperatur von 16,0 °C.

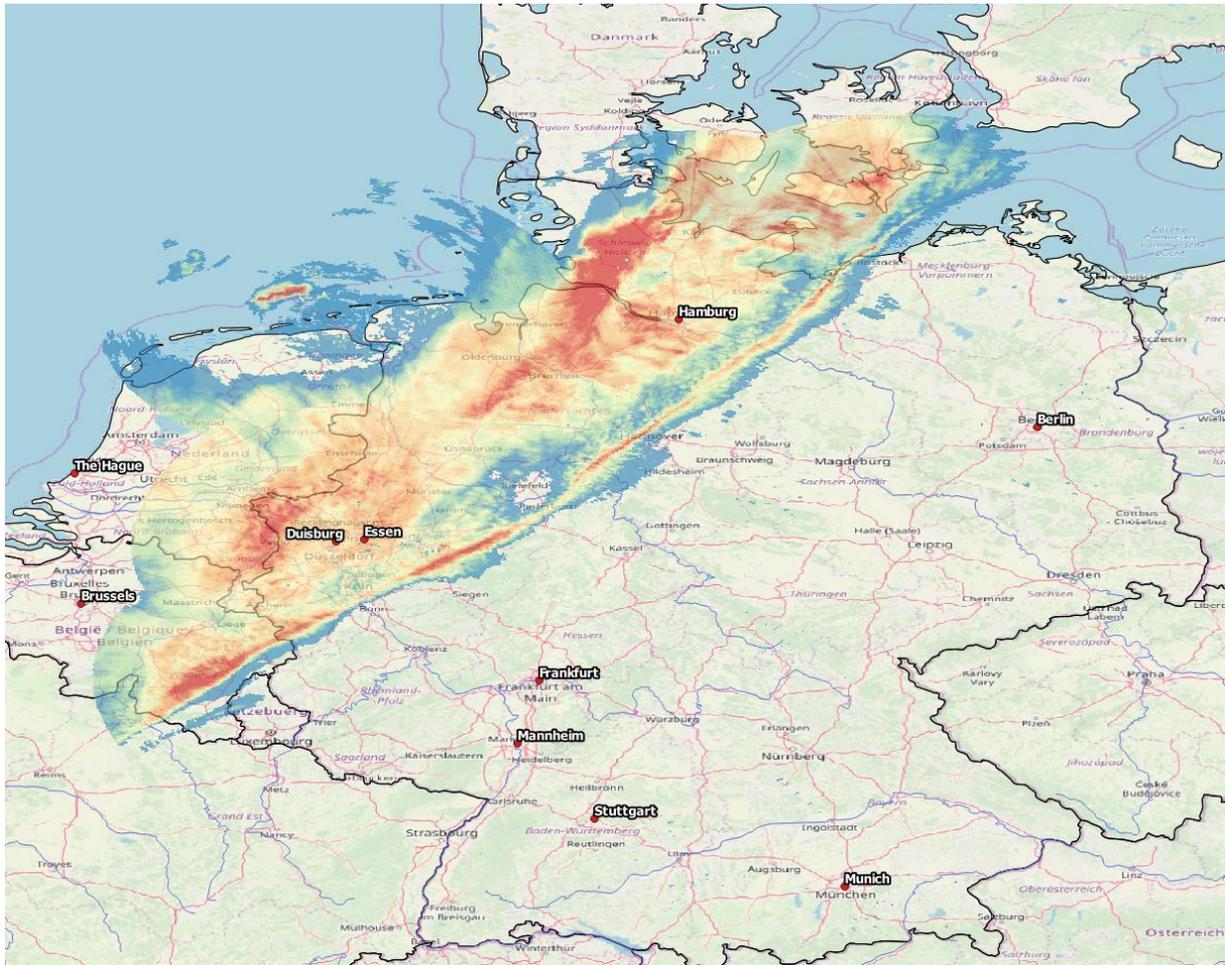


Abbildung 15: Radarbild 16.02.2020, 20 UTC, mit der Kaltfront von „Victoria“(Daten: DWD).

2.3.2 Wetterwerte und Rekorde

Besondere Erwähnung verdienen die Temperaturen, die ungewöhnlich hohe bzw. für den Monat Februar sogar extrem hohe Werte erreichten. Im größten Teil Deutschlands konnten am 16. Februar 2020 neue Tagesrekorde, Dekadenrekorde und sogar zahlreiche neue Monatsrekorde der Temperatur verzeichnet werden. Dabei traten die hohen Temperaturen teilweise auch während der Nacht zum 17. Februar 2020 auf.

Im Südwesten Deutschlands räumte der in ausreichender Stärke wehende Wind im Laufe des Vormittags die bodennahe Kaltluftschicht rasch aus, die sich in der Nacht zuvor ausgebildet hatte. Mühlacker registrierte beispielweise in der Frühe noch eine Temperatur von 1,6 °C. Mittelhohe Schichtwolken verhinderten nur in den Vormittagsstunden die Sonneneinstrahlung, sie machten am Nachmittag der Sonne Platz. So konnte die Sonne einige Stunden lang scheinen und ihren Teil zur Erwärmung beitragen. In der aus Südwesten herantransportierten subtropischen Warmluft zeigte das Thermometer im Südwesten Deutschlands örtlich Werte jenseits der 20-Grad-Marke an (Tabelle 2). Am wärmsten wurde es im Metznetz des Deutschen Wetterdienstes an der Station Müllheim am südlichen Oberrhein mit 21,5 °C. Aber auch Stuttgart-Schnarrenberg registrierte eine Temperatur von mehr als 20 °C (20,5 °C).

Fast überall im Land erreichten die Temperaturen neue Rekordwerte. Abbildung 14 gibt Auskunft über die in Deutschland an Stationen des Messnetzes des Deutschen Wetterdienstes am 16. Februar 2020 neu aufgestellten Dekaden- oder Monatsrekorde der Temperatur. Die Subtropikluft fand den Weg selbst in den äußersten Nordosten und auch auf Rügen lagen die Temperaturen bei Werten um 15 °C. Die Advektion der extrem milden Luftmassen hielt auch in der Nacht zum 17. Februar 2020 bis zum Eintreffen der Kaltfront von „Victoria“ an, so dass selbst um oder nach Mitternacht die Temperaturen in der Südosthälfte Deutschlands noch bei

über 15 °C lagen. Mannheim meldete um Mitternacht 17,8 °C, Dresden-Strehlen 16,8 °C.

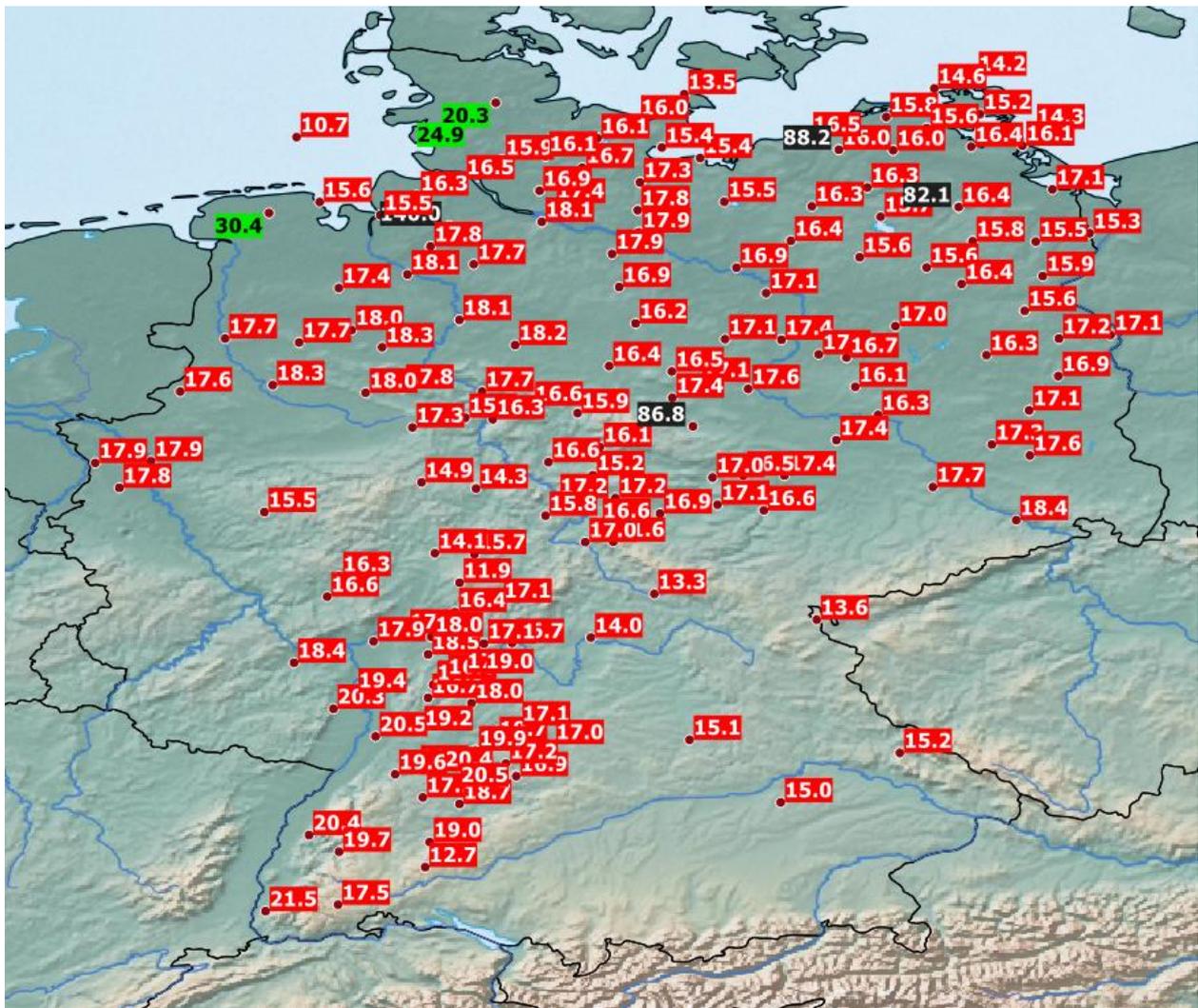


Abbildung 16: Alle bei „Victoria“ am 16.02.2020 aufgestellten neuen Dekaden- und Monatsrekorde an Stationen des Deutschen Wetterdienstes für Temperatur (in °C rot, Dekaden- und Monatsrekorde) sowie für Niederschlag (in mm grün, nur Monatsrekorde) und Spitzenböen (in km/h schwarz, nur Monatsrekorde)

Das Wind- bzw. Sturmfeld von Tief „Victoria“ wies nicht die Intensitäten seines Vorgängers auf. Abgesehen von der Station Bremervörde in Niedersachsen mit Böen bis 140 km/h traten nirgendwo in Deutschland im Flachland Orkanböen auf. Am windigsten war es im Norden und Westen Deutschlands (zum Beispiel in Wernigerode am Harz mit 115,6 km/h), während im Süden von Baden-Württemberg und Bayern noch nicht einmal stürmische Böen (62 km/h) beobachtet werden konnten. Über dem Brocken im Harz fegten allerdings Orkanböen bis 172,1 km/h hinweg, das Tagesmittel der Windgeschwindigkeit lag bei 108,4 km/h. Neben Bremervörde erzielten noch drei weitere Stationen in Deutschland neue Rekordwerte der Spitzenböen für den Monat Februar, die allerdings nur über 7 bis 12 Jahre lange Beobachtungsreihen verfügen: Groß-Lüsewitz in Mecklenburg-Vorpommern (88,2 km/h), Quedlinburg in Sachsen-Anhalt (86,8 km/h) sowie Trollenhagen mit 82,1 km/h (Abbildung 14, in schwarz).

Drei weitere Monatsrekorde gehen auf das Konto des Niederschlags: Erfde in Schleswig-Holstein registrierte beispielweise am 16. Februar 2020 eine Tagesniederschlagsmenge von 24,9 mm, womit der Tag dort zum nassesten Februartag im 56 Jahre umfassenden Messzeitraum avancierte (Abbildung 14, in grün).

Tabelle 2: Auswahl gemessener maximaler Spitzenböen sowie Tageshöchsttemperaturen am 16.02.2020 an Stationen des Deutschen Wetterdienstes.

Station	16. Feb	Station	16. Feb
Brocken (ST)	172,1 km/h	Müllheim (BW)	21,5 °C
Bremervörde (NI)	140,0 km/h	Mühlacker (BW)	20,6 °C
Weinbiet (RP)	139,3 km/h	Waghäusel-Kirrlach (BW)	20,5 °C
Wernigerode (ST)	115,6 km/h	Stuttgart-Schnarrenberg (BW)	20,5 °C
Feldberg/Schwarzwald (BW)	107,6 km/h	Sachsenheim (BW)	20,4 °C
Kall-Sistig (NW)	105,8 km/h	Ohlsbach (BW)	20,4 °C
Aachen-Orsbach (NW)	103,0 km/h	Bad Dürkheim (RP)	20,3 °C
Diepholz (NI)	102,2 km/h	Obersulm-Willsbach (BW)	19,9 °C
List/Sylt (SH)	101,9 km/h	Baden-Baden-Geroldsau (BW)	19,9 °C
Belm (NI)	100,8 km/h	Wolfach (BW)	19,7 °C

2.3.2 Extrem tiefer Luftdruck von Tief „Victoria“

Mit einem tiefsten Kerndruck von 920 hPa, wie es Analysen von NOAA's Ocean Prediction Center ergaben, reifte „Victoria“ zu einem der stärksten Nordatlantiktiefs seit Beginn der Aufzeichnungen vor mehr als 150 Jahren heran. Weather Underground zufolge rangiert „Victoria“ auf Platz 2 der stärksten Tiefdruckgebiete im Nordatlantik in Bezug auf den Kerndruck. Den Rekord hält das Braer-Orkantief vom 11. Januar 1993, dessen Kerndruck in der Nähe der Shetland Inseln seinerzeit mit 913 hPa analysiert wurde und zur Havarie des gleichnamigen Super-Öltankers bei den Shetland-Inseln führte (Tabelle 3).

Tabelle 3: Zusammenstellung der stärksten Nordatlantiktiefs (tiefster Kerndruck).

11. Januar 1993	913,0 hPa, Braer-Orkan
16. Februar 2020	920,0 hPa, „Tief Victoria“
15. Dezember 1986	920,2 hPa, gemessen vom Schiff <i>Uyir südöstlich von Grönland</i> . Der Britische Wetterdienst Met. Office berechnete den Kerndruck südöstlich des Schiffes zu 916 hPa
5. Februar 1870	921,1 hPa, gemessen vom Schiff <i>Neier</i> bei 49N 26W
4. Februar 1824	924,0 hPa, Gemessen in Reykjavik. Der tiefste an Land gemessene Luftdruck im Nordatlantik
4. Dezember 1929	925,5 hPa, gemessen von der SS <i>Westpool</i> . Genaue Position unbekannt.
26. Januar 1884	925,6 hPa, in Ochertyre, Perthshire, UK. Tiefster in UK an Land gemessener Luftdruck

Das Orkantief „Victoria“ wies aber nicht nur einen extrem niedrigen Kerndruck auf, sondern machte auch durch eine sogenannte „bombogenesis“ auf sich aufmerksam. Der Begriff „bombogenesis“ beschreibt Tiefdruckentwicklungen in den mittleren Breiten, bei denen Druckfalltendenzen von mindestens 24 hPa innerhalb von 24 Stunden auftreten. Sanders and Gyakum (1980) die den Begriff der „bomb cyclone“ prägten, machen die Entwicklung allerdings noch von der geographischen Breite abhängig. Für den Status einer „bombogenesis“ genügt bei 45°N bereits eine Druckfalltendenz von 19 hPa innerhalb von 24 Stunden, und 23 hPa bei einer geographischen Breite von 55°N. Der Luftdruck im Zentrum von „Victoria“ erniedrigte sich um 84 hPa innerhalb von 54 Stunden und erfüllte mühelos das entsprechende Druckfalltendenz-Kriterium.

Bereits zwei Tage zuvor konnte eine weitere Bombogenese beobachtet werden. Das Tief „Uta“, der Vorgänger von „Victoria“ und steuerndes Zentraltief am 15. Februar 2020, begann seine Entwicklung ebenfalls mit einem extremen Druckfall: Vom 12. bis zum 14. Februar 2020 vertiefte sich „Uta“ innerhalb von 48 Stunden um 67 hPa auf einen Kerndruck von 929 hPa.

Solch große Druckfalltendenzen kommen immer dann zustande, wenn extrem kalte Luftmassen beispielsweise vom kanadischen Schild in die Zirkulation mit einbezogen werden. Bedingt durch den sehr hohen horizontalen Temperatargegensatz nimmt die Windgeschwindigkeit mit der Höhe sehr stark zu. Bombogenesen ereignen sich unter einer besonders kräftig ausgeprägten Höhenströmung, ein oder mehrere kurzweilige Höhenträge stellen zusätzliche Hebungsantriebe bereit. Derart explosive Tiefdruckentwicklungen beschränken sich aber nur auf die Wintermonate.

3. Historische Einordnung und Auswirkungen

3.1. Das Orkantief „Sabine“ im Vergleich mit früheren Stürmen

Für eine Bewertung der Intensität des Orkantiefs „Sabine“ können zum einen Schadendaten herangezogen und analysiert werden, zum anderen eignet sich auch eine eingehendere Untersuchung der gemessenen Windgeschwindigkeiten im Messnetz des Deutschen Wetterdienstes.

In Tabelle 4 sind einige Kenngrößen der Windmessungen an allen verfügbaren Stationen des Deutschen Wetterdienstes für alle Tage des Zeitraums 01. Februar 1979 bis zum 25. Februar 2020 zusammengestellt. Ein Tag umfasst dabei jeweils den Zeitraum von 00:00 bis 23:59 UTC. In die Auswertung gelangten dabei jeweils die maximalen Böen eines Tages. Aus der Anzahl der verfügbaren Stationen lässt sich auf einfache Art der arithmetische Mittelwert aus den Messwerten der Spitzenböen aller Stationen berechnen, genauso der Median. Eine weitere Größe steht mit dem deutschlandweiten Spitzenwert der Windböe – meist einer Bergstation – zur Verfügung. Darüber hinaus können Perzentilen für die Windgeschwindigkeiten angegeben werden; hier kommt das 75 % Perzentil zur Anwendung, der Wert, oberhalb dessen 25 % der Stationen höhere Böengeschwindigkeiten aufwiesen. Analog wird mit dem 90 % Perzentil verfahren.

Beim Orkan „Vivian“ vom 26. Februar 1990, dem Spitzenreiter in dieser Zusammenstellung, konnten 10 % der Messstationen in Deutschland (Anzahl: 19) höhere Böengeschwindigkeiten als 146,2 km/h registrieren. Bei 25 % aller Stationen lag die maximale Windgeschwindigkeit bei mehr als 129,6 km/h. Tabelle 4 zeigt die 30 Stürme in Deutschland mit dem höchsten 90 % Perzentil der letzten 41 Jahre. Das Orkantief „Sabine“ findet hier knapp keinen Platz mehr in der Top30-Liste. Das 90 % Perzentil vom 10. Februar 2020 liegt bei 116,3 km/h.

Allerdings sei darauf hingewiesen, dass Orkantiefs in vielen Fällen mit ihrem Sturmfeld Deutschland nicht exakt innerhalb eines Kalendertages überqueren. Wie auch im Falle von „Sabine“ erfassen die Sturmfelder meist zunächst die Nordwesthälfte und am Folgetag erst die Südosthälfte. So gelangen jeweils noch oder bereits wieder windschwache Bereiche in die Auswertung und können zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Intensität des Sturm- bzw. Orkantiefs führen. Die berechneten Kenngrößen können zwar einen Kalendertag hinsichtlich des Windes objektiv und vergleichbar charakterisieren, zur exakten Bewertung der Intensität eines Orkantiefs bedürfte es allerdings der Untersuchung über die gesamte Einwirkdauer der jeweiligen Sturmfelder.

Tabelle 4: Zusammenstellung einiger Kenngrößen der nach dem 90 % Perzentil stärksten Stürme im Zeitraum vom 01. Februar 1979 bis 25. Februar 2020. Eigene Berechnungen (Datengrundlage: DWD).

Datum JJJJMMTT	Anzahl Stationen	Mittelwert km/h	Median km/h	Spitzenbö km/h	75% Perzentil km/h	90% Perzentil km/h	Name
19900226	188	115,9	112,5	230,4	129,6	146,2	Vivian
19900125	188	105,4	107,3	230,4	126,0	140,4	Daria
19900301	189	100,2	93,2	202,0	118,8	135,4	Wiebke
20070118	194	113,4	110,7	202,7	120,6	135,0	Kyrill
19940128	196	107,7	105,1	192,2	118,8	134,3	Lore
19841124	187	107,6	105,5	262,8	118,8	133,2	Yra
19900126	184	95,8	93,6	194,4	109,4	131,8	Daria
19930124	194	105,4	107,3	192,2	118,4	131,4	
19930113	196	83,4	83,2	181,4	105,5	131,4	Verena
19921126	196	96,7	98,7	172,1	113,0	131,4	Ismene
19991226	184	79,0	64,8	258,8	102,6	127,8	Lothar
19841123	189	93,3	90,0	216,0	105,5	127,8	Yra
19830201	184	101,2	100,1	187,2	111,6	127,8	
19930114	196	90,0	90,3	190,4	109,1	127,1	Verena
20020226	185	92,2	87,8	164,2	107,3	126,0	Anna
19840114	183	95,8	93,6	216,0	106,9	126,0	
20021027	193	105,4	104,4	182,9	113,4	123,5	Jeanett
19830118	183	90,9	88,2	216,0	111,6	123,5	
19931209	185	101,0	101,5	181,4	110,9	122,8	
19991203	184	90,4	88,0	183,6	105,5	122,4	Anatol
19900227	190	98,4	93,6	265,0	109,1	122,4	Vivian
19821216	184	93,7	90,7	180,0	105,5	122,4	
19851206	184	87,5	86,4	208,8	103,7	122,0	
19900203	197	84,1	83,2	183,6	101,2	121,0	Hertha
20050108	192	84,3	84,6	166,3	99,0	120,6	Erwin
20080301	202	100,6	97,8	223,2	108,0	119,9	Emma
19950123	188	94,1	94,2	162,4	107,3	119,9	
19860119	184	91,2	91,2	216,0	105,5	119,2	
19900228	191	92,1	89,6	176,0	100,8	118,8	Wiebke
19900208	198	97,3	97,4	230,4	108,0	118,8	Judith
20200210	199	96,0	93,6	176,8	104,8	116,3	Sabine

3.2. Klimatologische Kurzbetrachtung nordatlantischer Orkantiefs

Das National Weather Service Ocean Prediction Center (NWS OPC) untersucht die Entwicklung von Orkantiefs mit Windgeschwindigkeiten jenseits von 65 kt (120 km/h) auf dem Nordatlantik. Jeweils im Zeitraum vom 1. Juni eines Jahres bis zum 31. Mai des Folgejahres werden nicht-tropische Tiefdruckgebiete erfasst, die Orkanstärke erreichen. Das Tief „Victoria“ erreichte als das 32. Tiefdruckgebiet der Saison am 15. Februar 2020 Orkanstärke. Mit „Wiltrud“ folgte am 19. Februar 2020 bereits das 33. nach (Abbildung 17, rote Kurve).

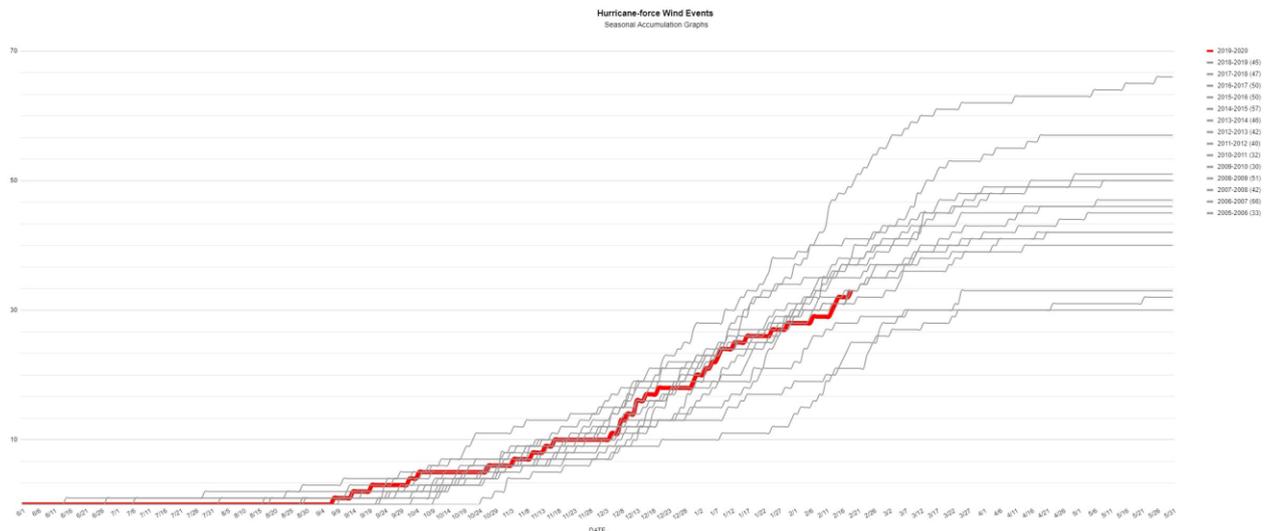


Abbildung 17: Zeitliche Entwicklung und Anzahl der außertropischen Orkantiefs auf dem Nordatlantik, Saison jeweils vom 1. Juni bis zum 31. Mai des Folgejahres. Die rote Kurve zeigt die Orkantiefs der Saison 2019/2020. Quelle: National Weather Service Ocean Prediction Center

Frequency vs. Date - Atlantic

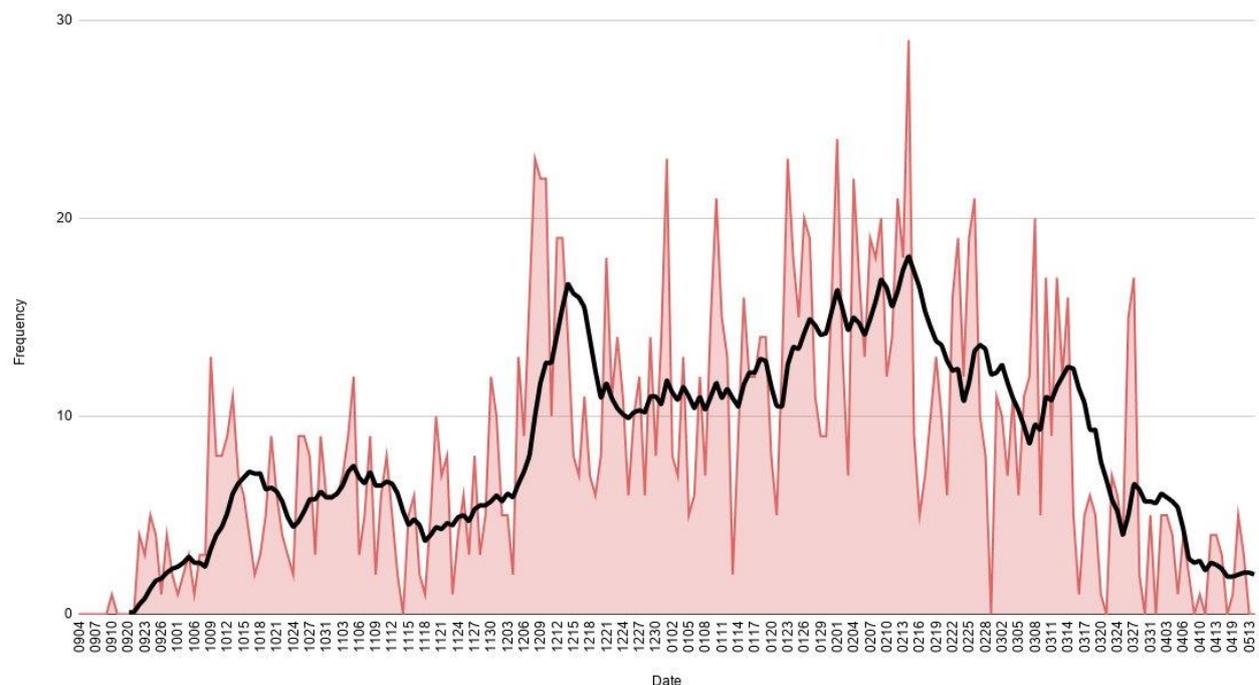


Abbildung 18: Anzahl der außertropischen Orkantiefentwicklungen auf dem Nordatlantik an allen Tagen des Saison (1. Juni bis 31. Mai Folgejahr). Quelle: National Weather Service Ocean Prediction Center

Die Hauptsaison atlantischer außertropischer Orkantiefs dauert von Anfang Dezember bis Mitte März (Abbildung 18). Die rote Kurve repräsentiert die Anzahl der Orkantiefentwicklungen am betreffenden Tag, die schwarze Kurve beschreibt den gleitenden Mittelwert. Leider liegen über den zugrunde liegenden Bezugszeitraum keine Angaben vor.

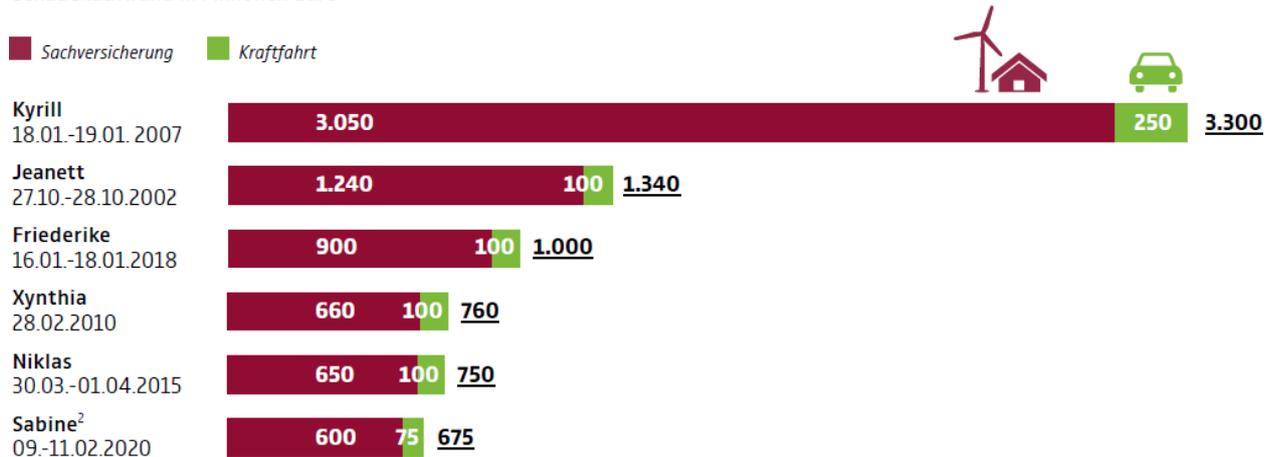
Die Entwicklung der Orkantief „Sabine“ und „Victoria“ und weiterer Orkantiefs der ersten beiden Februardekaden fällt klimatologisch in die Periode mit der größten Orkantief-Aktivität (Ende Januar bis Mitte Februar).

3.3. Schadensumme von Orkantief „Sabine“ im Vergleich

Das Orkantief „Sabine“ verursachte nach Versicherungsangaben am 9. und 10. Februar 2020 in Deutschland insgesamt 540.000 Schadensfälle, davon entfielen rund 500.000 auf Gebäude, Hausrat, Gewerbe- und Industriebetriebe, 40.000 Schäden gingen zulasten der KFZ-Versicherer. Die Schadensumme beläuft sich auf insgesamt 675 Millionen Euro, was „Sabine“ zum sechststürmsten Wintersturm seit 2002 macht (Abbildung 19). Die meisten Schäden traten in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Hessen, Baden-Württemberg und Bayern auf.

Die schwersten Winterstürme in Deutschland seit 2002

Schadenaufwand in Millionen Euro¹



¹ bis 2018 hochgerechnet auf Bestand und Preise 2018 / Stand Februar 2020

² vorläufig

Quelle: www.gdv.de | Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft



Abbildung 19: Schadenaufwand der sechs teuersten Winterstürme in Millionen Euro in Deutschland seit 2002 (Quelle: www.gdv.de).

In Deutschland waren infolge des Orkans „Sabine“ keine Todesopfer zu beklagen. Bereits vor Eintreffen des Sturmfeldes stellte die Deutsche Bahn den gesamten Fernverkehr in Deutschland ein, ebenso verfuhr Eurowings, indem die meisten Flüge in Deutschland gestrichen wurden, und auch der Fährverkehr an den Küsten wie beispielsweise nach Borkum ruhte. Am Flughafen Hannover wurde ein Drittel aller Flüge gestrichen. Eine Begegnung der ersten Fußball-Bundesliga wurde abgesagt, am 10. Februar 2020 fiel in vielen Schulen der Unterricht aus.

Trotz aller vorbeugenden Maßnahmen steckte im Emsland ein IC fest, der auf einen umgestürzten Baum auffuhr. An der Nordseeküste lief eine Sturmflut auf, die in Bremen und Cuxhaven Straßen überschwemmte. Mit dem auf der Rückseite von „Sabine“ auf Nordwest drehenden Wind standen auch in Hamburg der Fischmarkt und angrenzende Straßen unter Wasser. Mit einem Wasserstand der Elbe von 2,70 Meter über dem mittleren Hochwasser handelte es sich um eine schwere Sturmflut. Auf Sylt und Föhr werden die Kosten für die nach den Sturmflutschäden nötigen Sandvorspülungen auf 10,5 Millionen Euro veranschlagt. Erhebliche Küstenschäden entstanden zudem auf Wangerooge.

3.4. Auswirkungen der Orkantiefs „Sabine“ und „Victoria“ im europäischen Ausland

Im Gebiet der Britischen Inseln werden kräftige Atlantiktiefs bzw. Orkantiefs unter anderen Namen geführt als in Deutschland, und auch Skandinavien verwendet eine eigene Nomenklatur. „Sabine“ hieß in Irland und England „Ciara“, in Skandinavien „Elsa“. „Victoria“

bekam im Gebiet der Britischen Inseln den Namen „Dennis“. „Ciara“ forderte im nicht-deutschsprachigen Raum 7 Menschenleben.

Für ergiebige Regenfälle und extreme Windgeschwindigkeiten zeichnete das zweitstärkste Orkantief seit Aufzeichnungsbeginn, „Dennis“, vor allem auf den Britischen Inseln verantwortlich. Das Tief lud noch einmal in Teilen von Südwales bis zu 150 mm Regen ab, der auf die angesichts der nassen Vorwitterung längst gesättigten Böden fiel, am Honister Pass in Cumbria wurden 178 mm registriert. 16 Kilometer nördlich der walisischen Hauptstadt Cardiff stieg der Fluss Taff über seine Ufer und führte zu Überschwemmungen in Pontypridd, auch in Cardiff selber kam es zu Überschwemmungen. Dasselbe Schicksal erlitt Crickhowell mit dem Fluss Usk 40 Kilometer nördlich von Cardiff. Auch in Cumbria, Lancashire, Greater Manchester und in Yorkshire standen zahlreiche Landstriche unter Wasser. In Needles im äußersten Westen der Isle of Wight im Ärmelkanal traten Windböen bis 156 km/h auf. Sturm und Wasser führten zu Stromausfällen in rund 20.000 Gebäuden. Zahlreiche Flug-, Fähr- und Zugverbindungen fielen „Sabine“ bzw. „Ciara“ zum Opfer.

Quellen:

<https://www.wunderground.com/blog/JeffMasters/mighty-north-atlantic-low-bombs-to-930-mb.html>

<https://oceanservice.noaa.gov/facts/bombogenesis.html>

<http://weather.ou.edu/~mbergman/bombcyclogenesis/index2.html>

<https://weather.com/news/international/news/2020-02-12-bomb-cyclone-dennis-rival-most-intense-north-atlantic-storms>

Sanders, F., and Gyakum, J.R., 1980: Synoptic-Dynamic Climatology of the "Bomb". *Monthly Weather Review*, 108, 1589-1606

<https://www.welt.de/vermischtes/article205731437/Flugrekord-Boeing-747-ueberquert-Atlantik-in-weniger-als-5-Stunden.html>

<https://www.esrl.noaa.gov>

<https://www.dasinvestment.com/sturmbilanz-sabine-verursachte-540000-versicherte-schaeden/>

<https://www.ndr.de/nachrichten/info/Nach-Orkantief-Sabine-Sturmfluten-bis-Mittwoch,wetter4630.html>

<https://www.gdv.de/de/medien/aktuell/-sabine--richtet-schaeden-in-hoehe-von-675-millionen-euro-an-56686>

<https://www.versicherungsjournal.de/versicherungen-und-finanzen/so-teuer-kommt-sabine-die-versicherer-zu-stehen-137958.php>

<https://www.mopo.de/im-norden/kiel/sturmflut-schaeden-nach-orkantief--sabine--neuer-strand-fuer-sylt-kostet-millionen-36325290>

<https://www.ndr.de/nachrichten/info/Nach-Orkantief-Sabine-Sturmfluten-bis-Mittwoch,wetter4630.html>

<https://twitter.com/NWSOPC/status/1228428157830619136>

https://twitter.com/hashtag/hurricaneforce?src=hashtag_click

4. Kontakt

CEDIM Head Office

Susanna Mohr

E-mail: info@cedim.de

Phone: +49 721 608 23522

KIT Public Relations

Monika Landgraf

E-mail: monika.landgraf@kit.edu

Phone: +49 721 608 48126

