

CEDIM Forensic Disaster Analysis Group (FDA)
Starkregen / Sturm Februar 2020 (Deutschland)

04. Februar 2020 – Report No. 1

Autoren: Bernhard Mühr, Susanna Mohr, Michael Kunz

ZUSAMMENFASSUNG

Naturereignis	Beginn	Ende	Andauer
Starkregen und Sturm Deutschland	02.02.2020	04.02.2020	2,5 Tage

Herausragende Ereignisse:

Pegelhöchststände	2-10 jähriges Hochwasser (SL, RP, BW, BY)
24-h-Niederschlagsrekord für Februar	102,6 mm (Feldberg/Schwarzwald, BW), 76 Jahre
72h-Regensummen > 200 mm	201,7 mm (Baiersbronn-Ruhestein, BW)
Monatsrekorde Windböen	86,8 km/h (Zwiesel, BY), 14 Jahre
Dekadenrekorde Temperatur 1. Februardekade	17,7 °C (Rheinfelden, BW), 65 Jahre



Abbildung 1: Überflutungen bei Karlsruhe-Rüppurr (BW) am 2. Februar 2020 (Foto: B. Mühr).

1. Zusammenfassung

Über gut zwei Tage andauernder Regen, der sich vereinzelt zu mehr als 200 mm summierte, führte vor allem im Süden Deutschlands zu rasch anschwellenden Bächen und Flüssen. Viele von ihnen führten Hochwasser. An etlichen Flüssen in Rheinland-Pfalz, dem Saarland, in Baden-Württemberg und Bayern traten Hochwasser mit einer Wiederkehrperiode zwischen 2 und 10 Jahren auf. Zu einem extremen Hochwasser an größeren Flüssen kam es jedoch nicht. Gebietweise ufernten Bäche und Flüsse aus oder traten über ihre Ufer und überschwemmten anliegende Grundstücken, Wiesen und Straßen. Einige Straßenverbindungen waren unterbrochen, auch die Bahn stellte beispielsweise auf dem Streckenabschnitt zwischen Perl und Trier ihren Betrieb ein.

Verantwortlich für den Starkregen war die andauernde Zufuhr milder und sehr feuchter Luftmassen. Eine kräftige westliche bis südwestliche Strömung bewerkstelligte einem effektiven Feuchtenachschub nach Mitteleuropa, der sich insbesondere an den Mittelgebirgen und in Alpennähe niederschlagsverstärkend bemerkbar machte. Die ersten drei Tage des Februar 2020 sorgten nicht nur für örtliche Niederschlagsrekorde, auch neue Temperaturrekorde waren mit dabei, und zum Ende des Witterungsabschnittes traten noch vereinzelt neue Windrekorde für den Monat Februar auf.

2. Meteorologische Informationen

2.1. Großräumiges Strömungsmuster über Europa

Das Satellitenbild vom 3. Februar 2020, 12 UTC, zeigt anschaulich das großräumige Muster der Luftdruckverteilung über Europa (Abbildung 1). Ein langgestrecktes Wolkenband verläuft vom Seegebiet südöstlich der Azoren in einem riesigen Bogen über den Ärmelkanal nach Deutschland und weiter nach Südosteuropa. Es flankiert die Nordseite eines umfangreichen Hochdruckgebietes, das Südwesteuropa, den westlichen Mittelmeerraum und Nordwestafrika überdeckt. Das steuernde Zentraltief, es heißt Otilia, liegt mit seinem Zentrum nördlich von Schottland. Auf seiner Rückseite markiert die zellulare und aufgelockerte Quellbewölkung die hochreichende Kaltluft aus dem isländisch-grönländischen Raum, die über Irland und Schottland südostwärts strömt. Sie beendete schließlich in der Nacht 3./4. Februar 2020 den regenreichen Witterungsabschnitt.

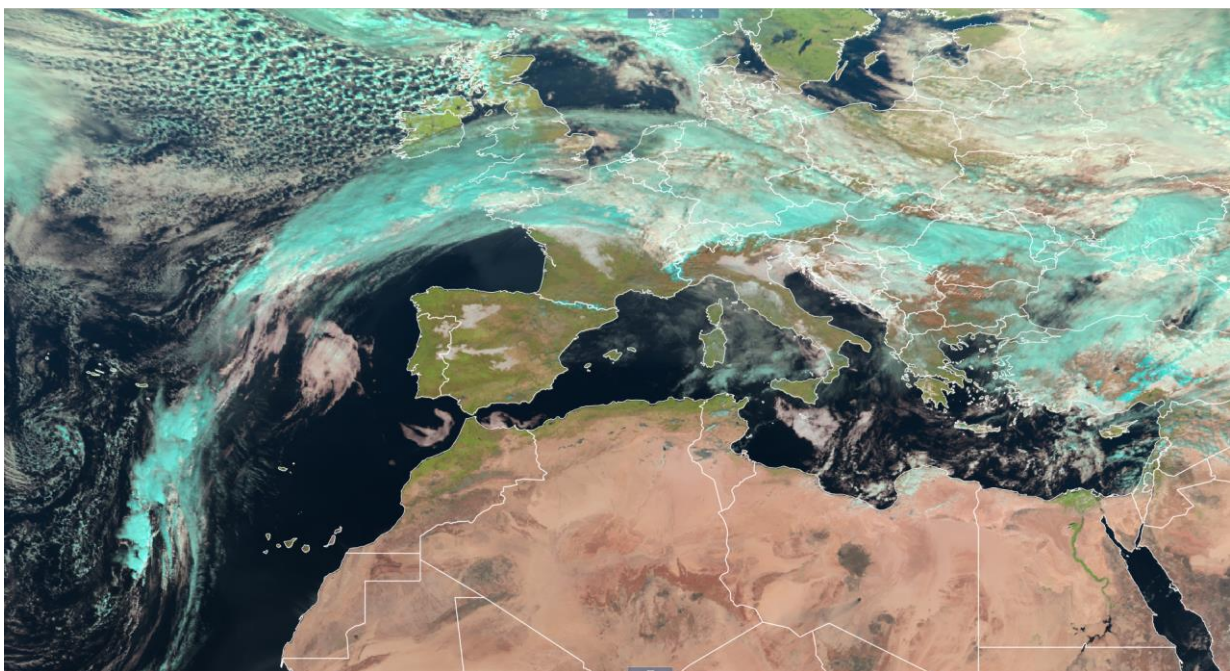


Abbildung 2: Satellitenbild (RGB Komposit), 3. Februar 2020, 12 UTC (Quelle: <https://eumetview.eumetsat.int/mapviewer>).

Größe und Form des Wolkenbandes verraten die hohen Windgeschwindigkeiten, die dort in der gesamten Troposphäre herrschen. In 300 hPa (rund 8 km Höhe) liegen die Windgeschwindigkeiten zwischen 100 und 150 kt (180 – 280 km/h) (nicht gezeigt). Das Wolkenband korreliert mit einem langgestreckten Frontenzug, an dem sich immer wieder Wellentiefs bilden und sich rasch stromab verlagern (Abbildungen 3 und 4). Mit dieser in ihren Grundzügen mehr als zwei Tage lang anhaltenden Konstellation gelangte auf der Südseite der Frontalzone milde und sehr feuchte Luft nach Deutschland. Hohe Strömungsgeschwindigkeiten und feuchte subtropische Luftmassen ermöglichten einen wirksamen Nachschub von Feuchtigkeit, der sich insbesondere in den süddeutschen Mittelgebirgen und an den Alpen in anhaltenden und ergiebigen Niederschlägen manifestierte.

Als noch junges Tief befand sich Petra am 3. Februar 2020, 00 UTC, noch weit draußen auf dem Atlantik (Abbildung 3). Innerhalb von nur 24 Stunden verlagerte es sich 2800 Kilometer nach Ostnordosten, wo es am 4. Februar 2020, 00 UTC, mit seinem Zentrum etwa über dem Rhein-Main-Gebiet analysiert werden konnte. Abbildung 4 zeigt das Tief PETRA und seinen über Süddeutschland weit geöffneten Warmsektor. Zu diesem Zeitpunkt gelangte ein Schwall besonders warmer Luft in den Südwesten Deutschlands und in der Nacht konnten auch die höchsten Temperaturen des gesamten Witterungsabschnittes mit Werten bis 18 °C verzeichnet werden. Mit der Aufwölbung des Hochdruckgebietes Frank westlich von Irland stellte sich die Strömung auf und hinter der Kaltfront von Petra fand deutlich trockenere aber kältere Luft aus polaren Breiten den Weg schließlich bis zu den Alpen. Mit der Weiterverlagerung von Petra und seiner Kaltfrontpassage wurde es in Baden-Württemberg und in der Südhälfte Bayerns in der zweiten Nachthälfte und am frühen Morgen des 4. Februar 2020 kurzzeitig sehr turbulent; bis in tiefe Lagen traten orkanartige Böen auf, auf den Gipfeln der Mittelgebirge und der Alpen erreichte der Wind in Böen Orkanstärke.

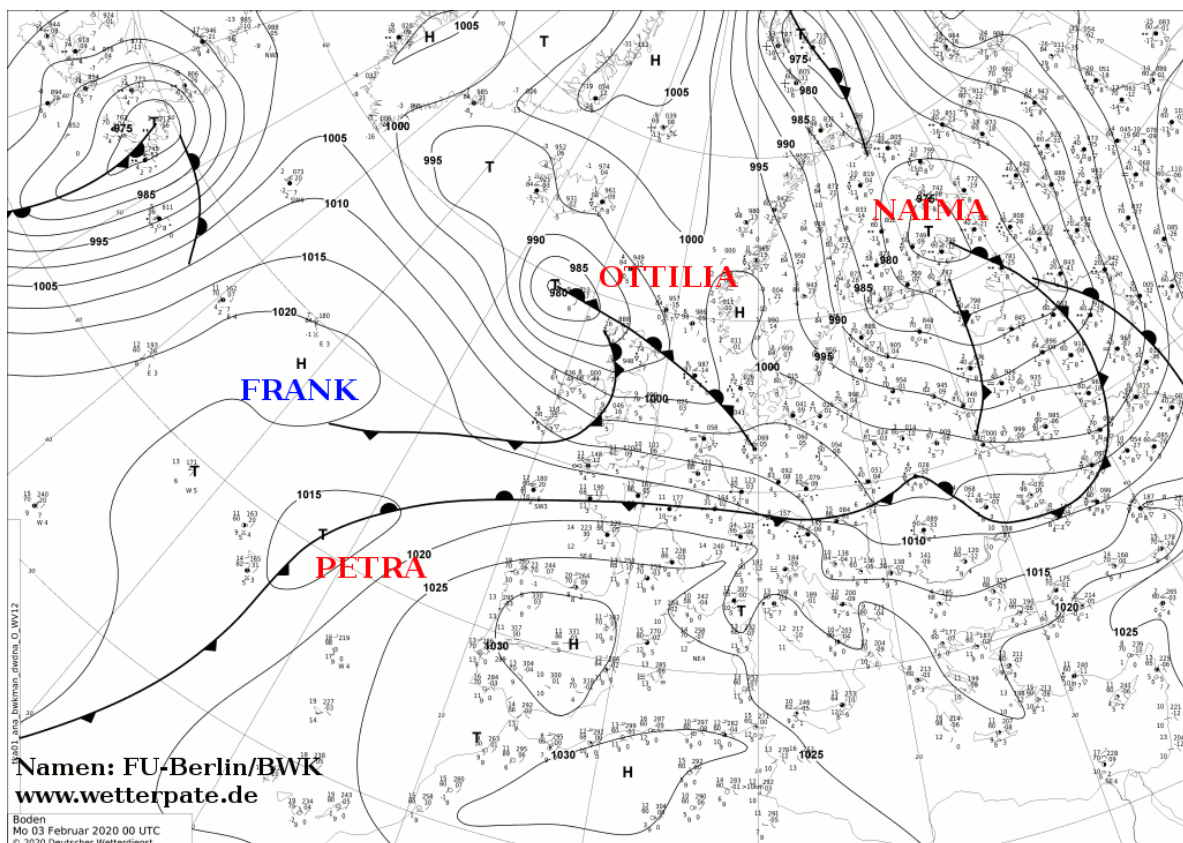


Abbildung 3: Bodendruckanalyse 03.02.2020, 00 UTC (Quelle: FU Berlin / DWD).

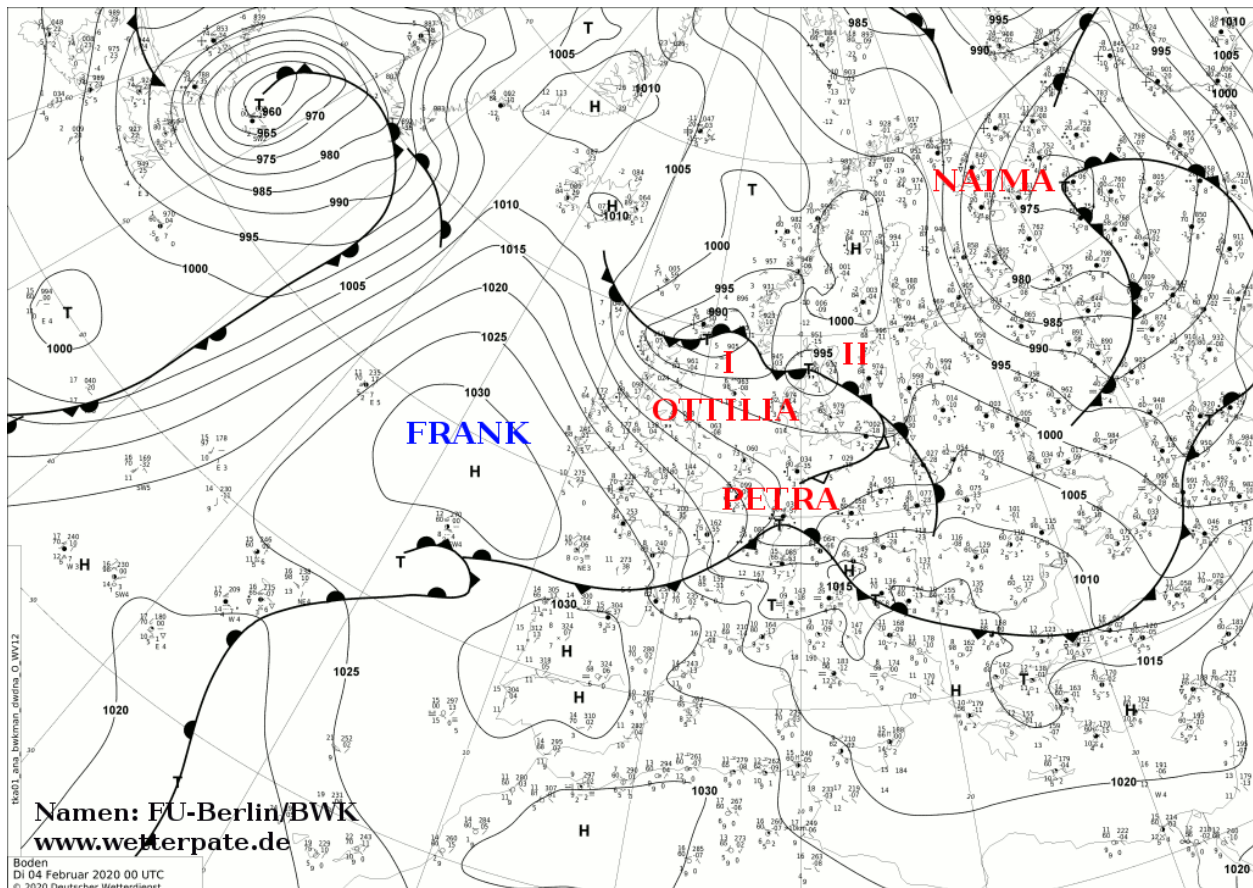


Abbildung 4: Bodendruckanalyse 04.02.2020, 00 UTC (Quelle: FU Berlin / DWD).

2.2. Niederschlag

Großflächig auftretende ergiebige Niederschlagsereignisse bedürfen immer eines ausreichenden Nachschubs feuchter Luftmassen. Je wärmer die herantransportierte Luft und je größer die Strömungsgeschwindigkeiten in der unteren und mittleren Troposphäre, desto effektiver kann dieser Prozess zu enormen Regenmengen führen. Abbildung 5 zeigt anhand der roten Farbflächen große Werte der spezifischen Feuchte, wie sie am West- und Nordrand des umfangreichen südwesteuropäischen Hochdruckgebietes aus dem Bereich der Azoren nach Süddeutschland geführt werden. Der eigentliche Feuchtetransport konzentriert sich dabei in einem nur rund 100 Kilometer breiten Bereich und es liegt auf der Hand, dass die Regenmengen immer dann besonders groß ausfallen, wenn dieser Fluss etliche Stunden lang dieselben Gebiete überstreicht. Die mit diesem Feuchtetransport verbundenen langgestreckten und wellenden Frontensysteme verlaufen häufig parallel zur Strömung und zeigen entsprechend stundenlang kaum Verlagerungstendenzen quer zur Strömungsrichtung. Vor allem die höher aufragenden Mittelgebirge im Westen und Südwesten Deutschlands wie Schwarzwald oder Vogesen empfangen dann langanhaltende Niederschläge mit hoher Intensität.

Über mehr als zwei Tage hinweg kam es vor allem in der Mitte und im Süden Deutschlands vielerorts zu Regenmengen, die mehr als 100 mm erreichten. Als Gebiete mit den größten Regensummen traten das Saar-Nahe-Bergland, der Odenwald und Spessart, die Schwäbische Alb und die Schwäbisch-Fränkischen Waldberge, sowie der Bayerische Alpenrand vom Allgäu bis zum Berchtesgadener Land hervor. Besondere Erwähnung verdient allerdings der Schwarzwald, der mit den größten Regenmengen aufwarten konnte; dort lagen die Regensummen innerhalb von 72 Stunden im nördlichen und im südlichen Teil zwischen 150 und 210 mm. Abseits der Mittelgebirge war es aber auch in Bayerisch-Schwaben sowie in Oberbayern besonders nass (Abbildung 7d).

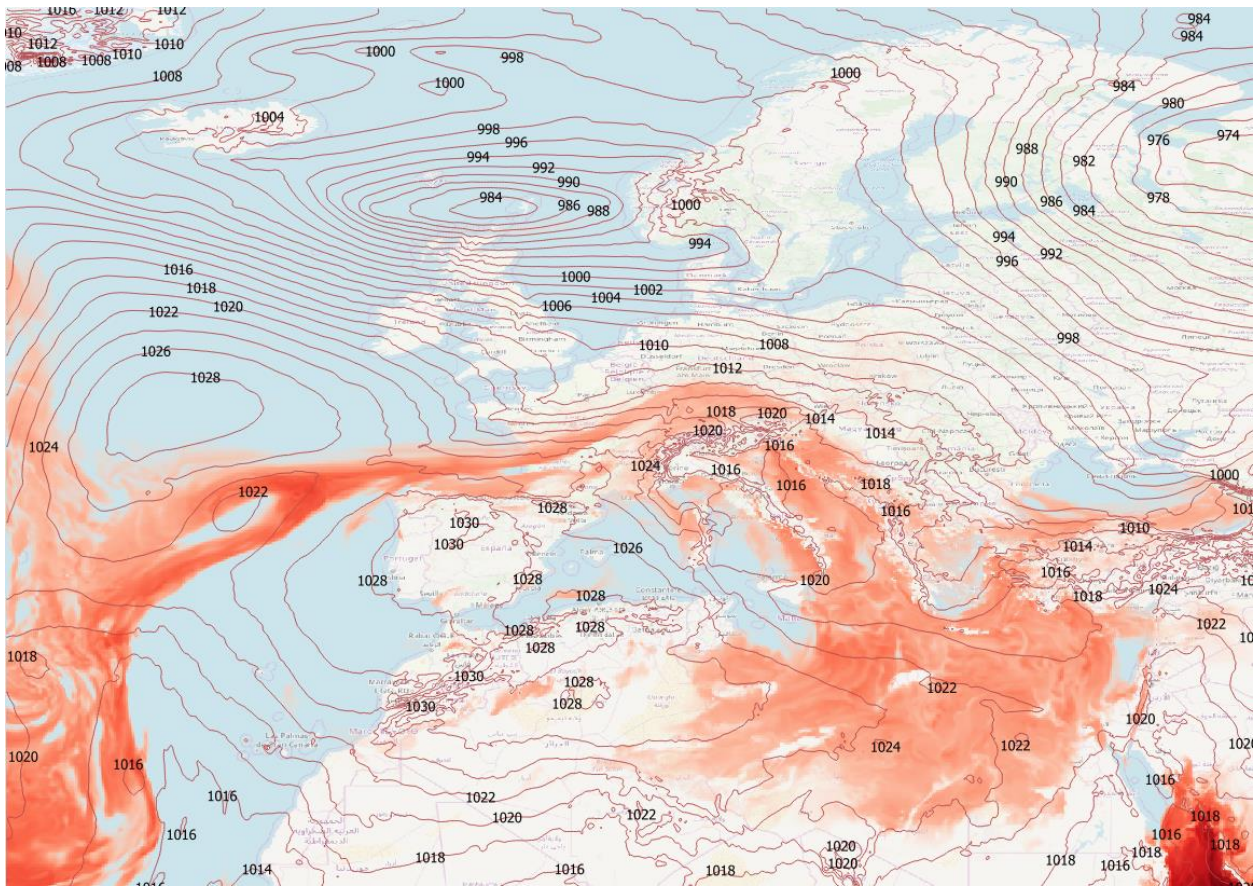


Abbildung 5: Bodendruck (Isobaren) und Flächen spezifischer Feuchte, 04.02.2020, 00 UTC. 6h-Prognose vom 03.02.2020, 18 UTC (Modell: Arpege; Daten: Meteo France).

Bei geringeren Strömungsgeschwindigkeiten zeichneten sich die Mittelgebirge im Niederschlagsbild am 1. Februar 2020 noch nicht markant ab. Der meiste Regen wurde im Westen und Südwesten gemessen (Abbildung 7a). Allerdings nahmen sich die registrierten Regenmengen von 15 bis 30 mm noch recht bescheiden aus, einzig im Schwarzwald wurden örtlich auch mehr als 40 mm verzeichnet, wie beispielsweise in Baiersbronn-Ruhestein mit 40.8 mm (Tabelle 1). Bei dem ausgeprägten kleinräumigen Niederschlagsmaximum in Nordrhein-Westfalen handelt es sich um eine Fehlmessung.

Der Folgetag verlief insbesondere in Baden-Württemberg und Südbayern außerordentlich nass. Die Tagesregenmengen erreichten Werte von vereinzelt mehr als 100 mm (zum Beispiel auf dem Feldberg im Schwarzwald mit 102.6 mm). Das war dort gleichzeitig ein neuer Februar-Monatsrekord für eine 24-Stunden-Niederschlagsmenge. Allein der 2. Februar brachte auf dem höchsten Berg des Schwarzwaldes mehr Regen als dort sonst in einem gesamten durchschnittlichen Februar niedergeht (96 mm).

Am 3. Februar verlagerte sich das Niederschlagsgeschehen weiter nach Süden und Osten. Mehr als 50 mm Regen traten im Südschwarzwald sowie entlang des gesamten bayerischen Alpenrandes auf; Marktschellenberg im Berchtesgadener Land registrierte 57.4 mm. Zum Abschluss der ungewöhnlich nassen Witterungsabschnittes schwenkte während der Nacht die letzte wellende Kaltfront zunächst nur langsam von der Mitte Deutschlands südwärts. Die mit ihr verbundenen Niederschläge zeichnen sich in Abbildung 7c durch ein Gebiet mit Regenmengen von 20 bis 40 mm ab, das sich vom Saarland über den Norden Baden-Württembergs und Nordostbayern bis nach Sachsen erstreckt.

Insgesamt kamen während der drei ersten Tage des Monats Februar 2020 Regenmengen im südlichen Drittel Deutschlands zusammen, die vielerorts ihre langjährigen Monatsvergleichswerte übertrafen. Auf dem dem Feldberg im Schwarzwald war es mit mehr als dem Doppelten der üblichen Monatsmenge besonders nass.

Tabelle 1: Tagesniederschlagsmengen und 72-Stundensumme ausgewählter Stationen in Süddeutschland, sowie der Anteil am langjährigen Niederschlag 1981-2010. In der rechten Spalte der langjährige Mittelwert des Niederschlags 1981-2010 (Daten: DWD).

	01. Feb	02. Feb	03. Feb	72h-Summe	% Monat	1981-2010
Baiersbronn-Ruhestein	40.8	105.5	47.0	193.3	124	155.3
Feldberg/Schwarzwald	19.8	102.6	79.3	201.7	210	96.0
Weil am Rhein	2.9	3.0	6.6	12.5	26	48.0
Rheinstetten	7.2	23.7	10.1	41.0	68	60.5
Obere Firstalm	1.6	50.9	55.0	107.5	86	125.0
Marktschellenberg	11.4	58.4	57.4	127.2	114	112.0
Balderschwang	17.5	54.6	66.5	138.6	82	169.0

Abbildung 6 zeigt den zeitlichen Verlauf der Niederschlagsaktivität an der Station Baiersbronn-Ruhestein am Kamm des Nordschwarzwaldes auf 916 m ü. NN gelegen. Das erste Regengebiet erfasste den Nordschwarzwald am 1. Februar um die Mittagszeit. Die Hauptniederschlagsaktivität geht allerdings auf das Konto der zweiten Tageshälfte des 2. Februar 2020 sowie der ersten Tageshälfte des 3. Februar 2020. Über 14 Stunden hinweg gingen die Regenfälle mit einer Intensität von 5-10 mm pro Stunde nieder. Am Abend beruhigte sich das Niederschlagsgeschehen vorübergehend, bevor nach Mitternacht die abschließende Kaltfront des Tiefdruckgebietes PETRA auch den Nordschwarzwald südwärts überquerte.

Enorme Regenschattenwirkung

Bei besonders kräftigen Grundströmungen, die feuchtmilde Luftmassen aus Westen oder Südwesten nach Mitteleuropa transportieren, kommt der niederschlagsmodifizierende Einfluss der Mittelgebirge besonders nachhaltig zum Tragen. In der Regel treten die intensivsten Niederschläge in der Nähe der mehr oder weniger quer zur Strömungsrichtung orientierten Käme der Mittelgebirge auf. Die Niederschlagsmaxima liegen manchmal aber auch einige Kilometer vor oder hinter der Kammlinie. Die Isohyten weisen in vielen Fällen am Westfuß des Schwarzwaldes eine markante Ausbuchtung nach Westen auf, die bis zum Rhein reichen kann. Im Lee der Mittelgebirge fällt in den Becken und größeren Tälern hingegen meist nur wenig Regen, manchmal bleibt es sogar ganz trocken.

Die bei solchen kräftigen westlichen Anströmungen so typische Niederschlagsmuster manifestiert sich eindrucksvoll in der 72-Stunden-Niederschlagssummenkarte. Besonders auffällig treten die Mittelgebirge in der Mitte und im Süden von Deutschland in Erscheinung. Die Niederschlagsarmut im Lee der Mittelgebirge lässt sich bei fast allen Mittelgebirge feststellen. Weil am Rhein verzeichnete während der drei Tage gerade einmal 12.5 mm. Dort macht sich der Leeeffekt der westlich bis fast 1500 Meter hoch aufragenden Vogesen bemerkbar. Vergleichsweise trocken präsentieren sich darüber hinaus die Vorderpfalz, das Gebiet östlich des Sauerlandes, der mittlere Neckarraum, aber auch das Ries und Teile Niederbayerns sowie Oberschwaben.

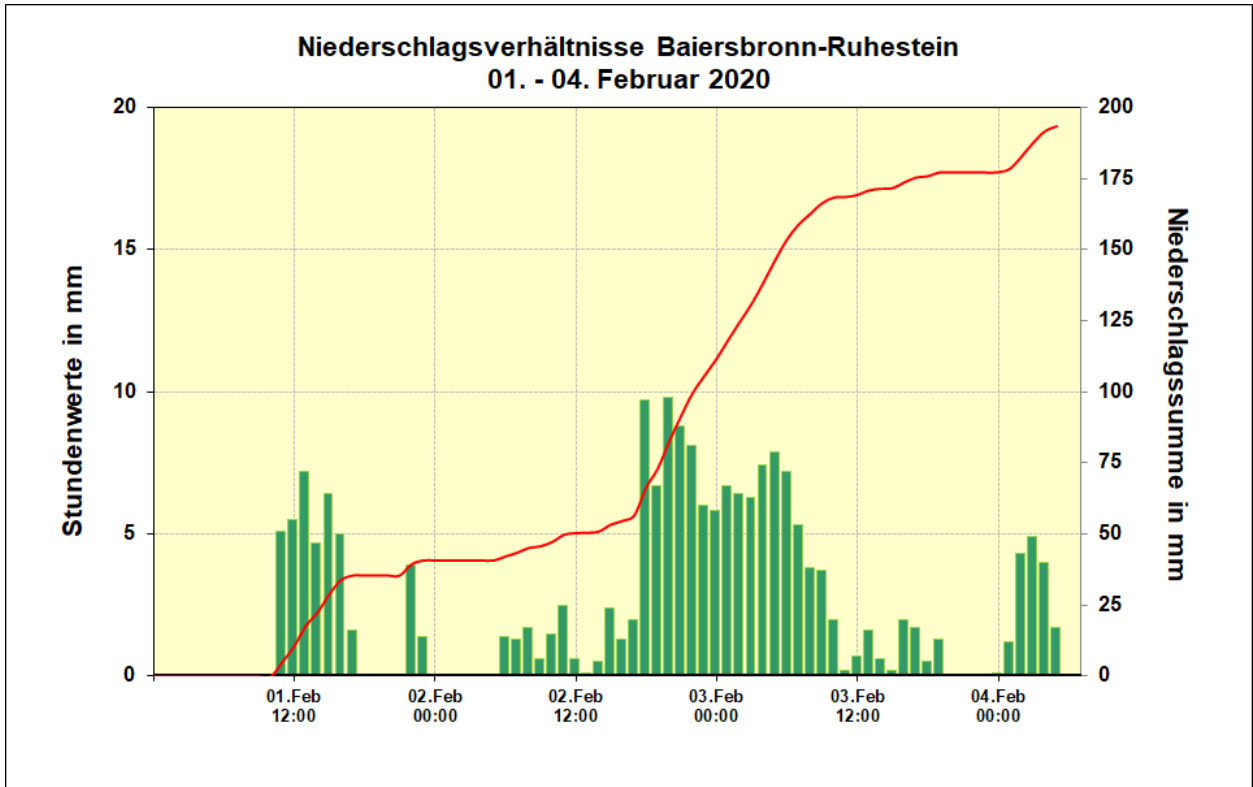


Abbildung 6: Stundensummen des Niederschlags (grün) in mm sowie der akkumulierte Niederschlag (rot) im Zeitraum vom 1. Februar 2020, 00 UTC, bis zum 04. Februar 2020, 06 UTC an der Station Baiersbronn-Ruhestein im Nordschwarzwald (Daten: DWD).

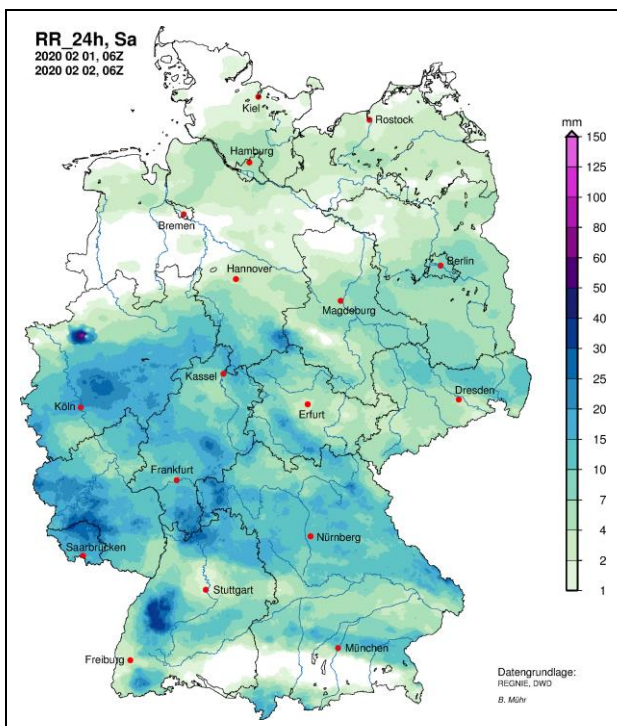


Abbildung 7a: 24-Stunden-Summe des Niederschlag bis 02.02.2020, 06 UTC, auf Basis des Regnie-Datensatzes des DWD.

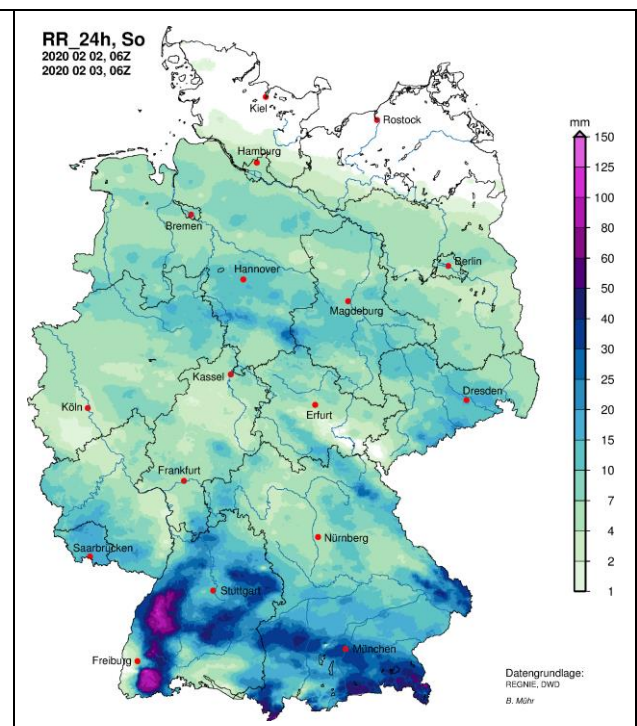
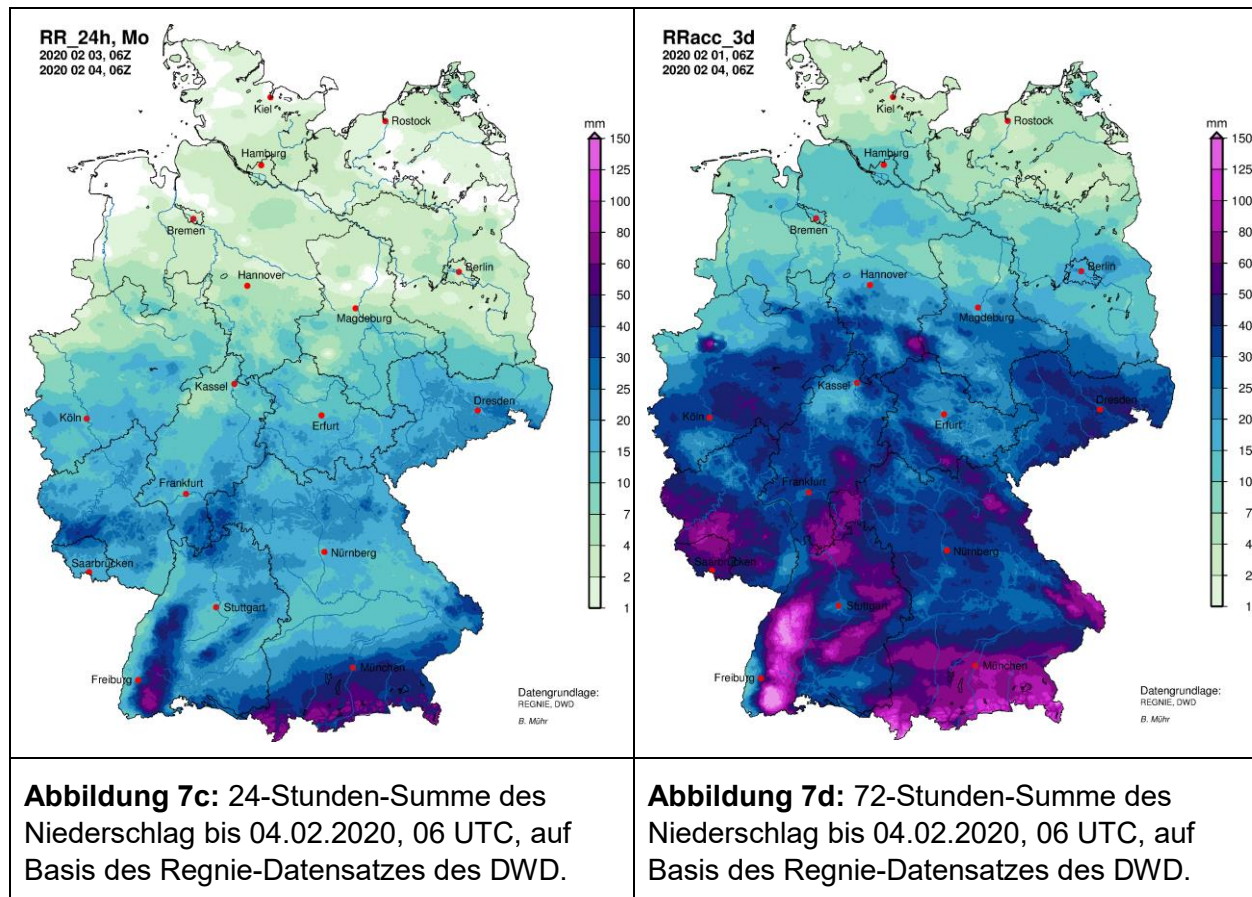


Abbildung 7b: 24-Stunden-Summe des Niederschlag bis 03.02.2020, 06 UTC, auf Basis des Regnie-Datensatzes des DWD.



2.3. Wind und Temperatur

Zwar muss das Hauptaugenmerk der dreitägigen Witterungsepisode auf den Niederschlag gerichtet werden, doch gegen Ende lief auch der Wind noch zu großer Form auf. Verantwortlich war das Tiefdruckgebiet Petra, das mit seinem Zentrum gegen Mitternacht 3./4. Februar 2020 etwa über dem Rhein-Main-Gebiet lag. Südlich seiner Zugbahn traten im bestens ausgeprägten Warmsektor und insbesondere bei Passage der markanten Kaltfront hohe Windgeschwindigkeiten auf. Sie erreichten selbst im Flachland in Baden-Württemberg und in Bayern in Böen Geschwindigkeiten bis Windstärke 11 (orkanartig). In Bayern verzeichnete beispielsweise Harburg im Ries orkanartige Windböen bis 111 km/h (Tabelle 2). Über die Gipfel des Schwarzwaldes, des Bayerischen Waldes und der Alpen fegten Orkanböen bis 145 km/h hinweg.

Tabelle 2: Maximale Spitzenböen der Nacht 3./4. Februar 2020 an ausgewählten Stationen in Süddeutschland (Daten: DWD).

Feldberg/Schwarzwald	145 km/h
Zugspitze	145 km/h
Großer Arber	130 km/h
Hornisgrinde	124 km/h
Stötten	120 km/h
Hohenpeißenberg	120 km/h
Harburg/Ries	111 km/h
Mühdorf/Inn	109 km/h

Schongau	107 km/h
Weihenstephan	107 km/h
Chieming	107 km/h
Stuttgart-Flughafen	106 km/h
Roth	104 km/h
Friedrichshafen	102 km/h
Leutkirch	102 km/h
München-Flughafen	100 km/h

Mit Passage der Kaltfront ging ein Windsprung von mehr 90 Grad einher und die dahinter einströmende hochreichend labil geschichtete Kaltluft ließ im Süden Deutschland verbreitet die hohen Windgeschwindigkeiten zu.

Abbildung 8 zeigt die Luftdruckverhältnisse über Euroa und dem Nordatlantik (Isobaren) sowie die Windfelder (Böen in 10 m Höhe mit mehr als 40 km/h) am 4. Februar 2020, 00 UTC. Das Zentraltief Ottolia befindet sich mit seinem Zentrum nördlich von Schottland. Die Wellenform des Tiefs Petra dagegen zeichnet sich dagegen als Windfeld über dem Süden Deutschlands markant. Der breite Warmsektor überdeckt Baden-Württemberg und den Südwesten Bayerns, die Kaltfront wird durch den Nordwestrand des Windfeldes markiert und verläuft über Frankreich und die Biskaya bis nach Galizien.

Der gesamte Wiiterungsabschnitt Anfang Februar 2020 zeichnete sich durch ungewöhnlich hohe Temperaturen aus. Besonders bemerkenswert erscheinen allerdings die Temperaturen, die im Warmsektor des Tiefs Petra in der Nacht 3./4. Februar zum Abschluss des Regenereignisses erreicht wurden. Mit massiver Zufuhr subtropischer Luftmassen wurden am südlichen Oberrhein Temperaturen in der Nacht von fast 18°C möglich (Rheinfelden: 17.7 °C), ein neuer Dekadenrekord. Auch Friedrichshafen-Unterraderach oder Singen verzeichneten neue Rekorde der Höchsttemperatur für die erste Februardekade. Bereits in der Nacht zuvor blieben die Tiefsttemperaturen beispielsweise in Oberstdorf oder in Villingen-Schwenningen auf Rekordniveau.

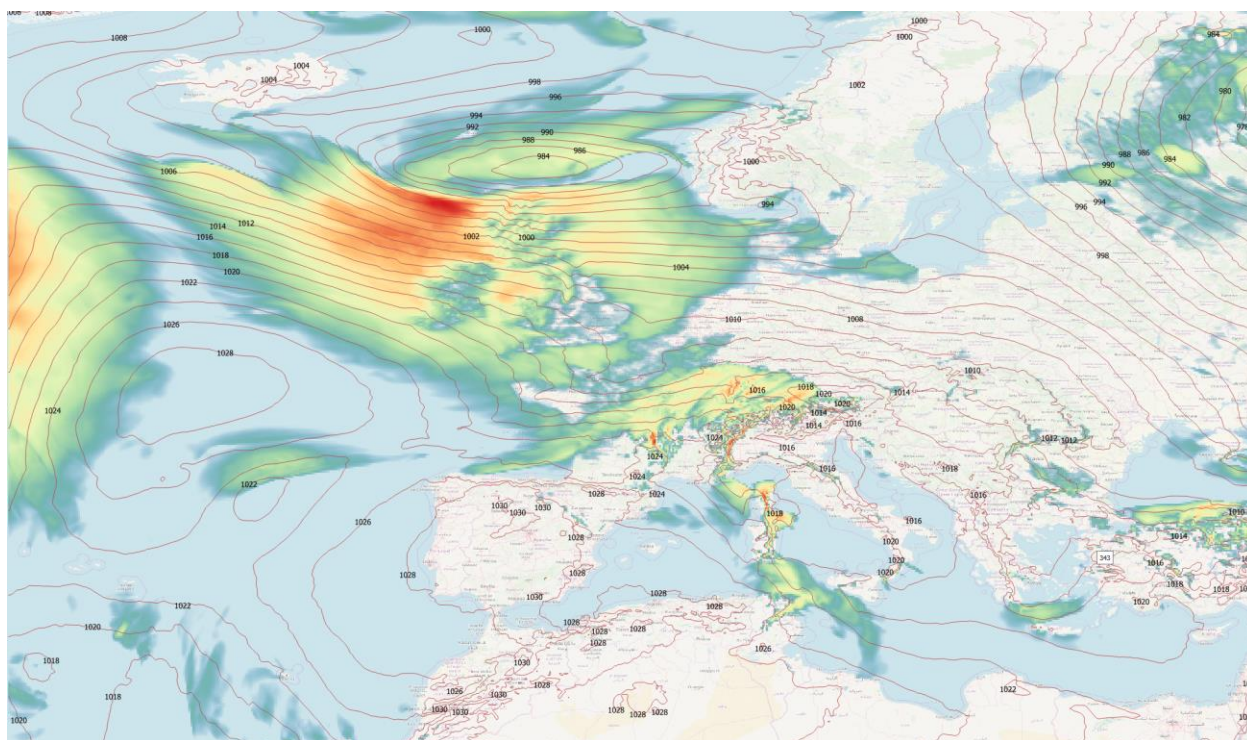


Abbildung 8: Bodendruck (Isobaren) und Windböen (10 m über Grund) > 40 km/h in Flächendarstellung, 04.02.2020, 00 UTC. 6h-Prognose vom 03.02.2020, 18 UTC (Modell: Arpege; Daten: Météo France).

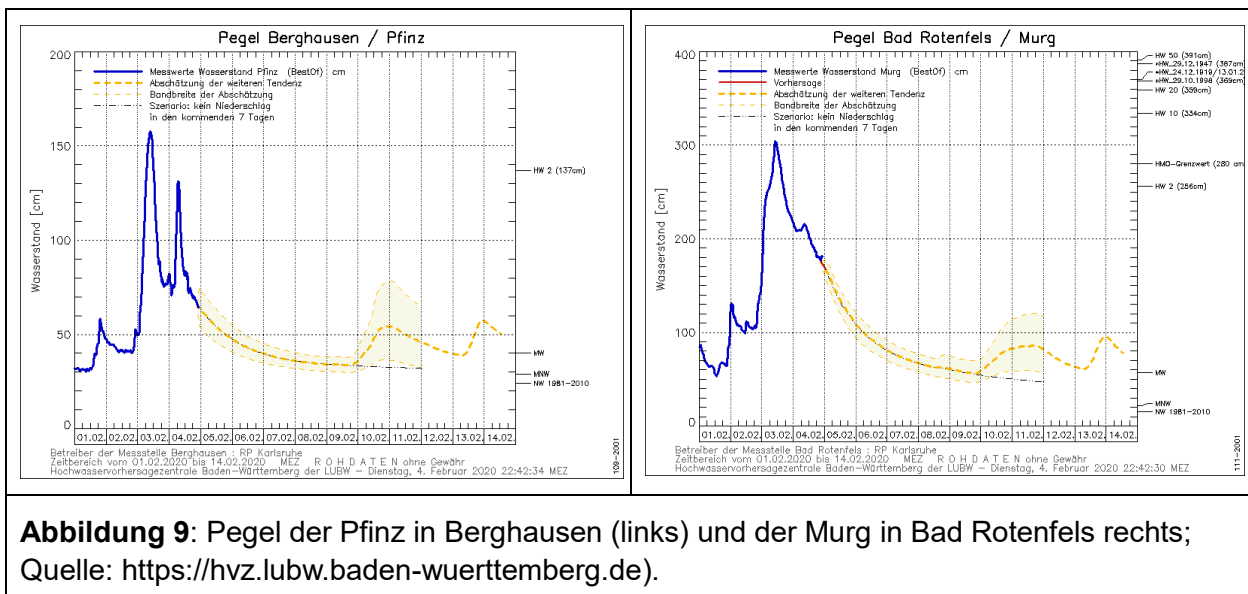
3. Auswirkungen

3.1. Pegel

3.1.1 Pegel in Baden-Württemberg

Mit den ergiebigen und intensiven Regenfällen reagierten die Pegel der kleineren Flüsse insbesondere in den Mittelgebirgen sofort und zeigten einen raschen Anstieg. Der besonders regenreiche 3. Februar war an den kleinen und mittleren Flüssen in Baden-Württemberg für die höchsten Pegelstände verantwortlich (Abbildung 6). An den meisten Flüssen im Schwarzwald lagen die Pegel im Bereich eines 2 bis 5 jährigen Hochwassers. Auch die meisten Nebenflüsse des Neckars führten ein 2 bis 5 jähriges Hochwasser. Die Flüssen mit kleineren Einzugsgebieten wie beispielsweise die Pfinz, weisen einen doppelgipfligen Pegelverlauf auf. Mit dem zweiten Anstieg machen sich die Niederschläge der wellenden Kaltfront bemerkbar, die in der zweiten Nachthälfte Baden-Württemberg südwärts überquerte.

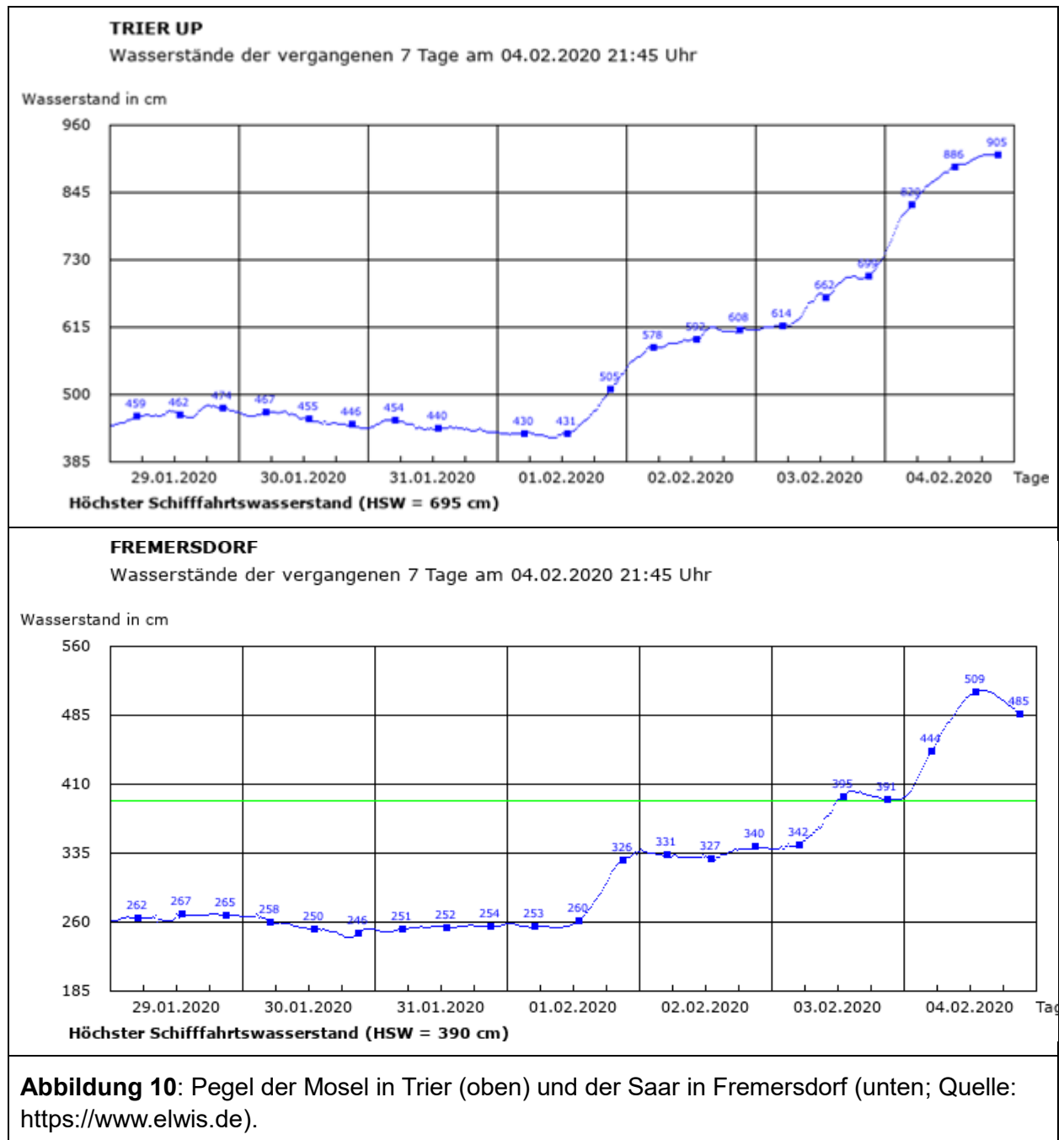
Die Wasserführung des Rheines hingegen verlief wesentlich träger. Die höchsten Wasserstände wurden erst in der Nacht zum 5. Februar 2020 erreicht. Der Pegel von rund 750 cm liegt damit noch unter dem eines zweijährigen Hochwassers.



3.1.2 Pegel in Rheinland-Pfalz und im Saarland

Hochwasser führten auch viele Flüsse im Saarland und in Rheinland-Pfalz, insbesondere die, die sich aus Vogesenzuflüssen speisen. Die Mosel am Pegel Trier zeigte einen Höchststand von 907 cm um 18:45 Uhr am 4. Februar 2020 und führte damit ein mehr als zweijähriges Hochwasser. Der höchste Wasserstand am Pegel Trier datiert vom 21.12.1993 und hatte einen Wert von 1128 cm.

Die Saar am Pegel Fremersdorf zeigte einen Pegelstand von 509 cm, das Mittelwasser der zehnjährigen Bezugsperiode 2006-2015 liegt bei einem Wert von 216 cm. Das Rekordhochwasser trat wie bei der Mosel am 21.12.1993 auf, damals lag der Pegel bei einem Wert von 744 cm.



3.1.3 Pegel in Bayern

Auch in Bayern führten zahlreiche Flüsse Hochwasser. An etlichen Pegeln übertrafen die Wasserstände sogar die Schwellenwertes der zweihöchsten Meldestufe 3 (zum Beispiel an der Itz), Abbildung 11, ähnlich hohe Wasserstände traten auch an größeren wie der Iller auf. Der Pegel der Donau in Kelheim lässt am 5. Februar einen Wasserstand ebenfalls deutlich über der Meldestufe 3 erwarten.

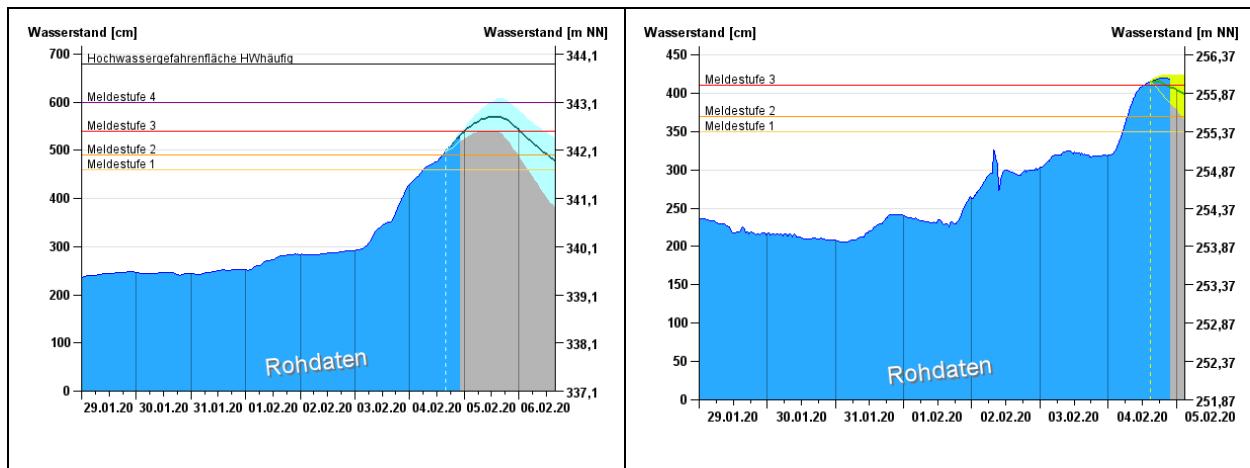


Abbildung 11: Pegel der Itz (Nebenfluss des Mains) in Schenkenau (links) und der Donau in Kelheim (rechts; Quelle: <https://www.hnd.bayern.de>).

4. Bewertung

Das Regenereignis vom 1. bis zum 4. Februar kann angesichts von Regenmengen von örtlich mehr als 200 mm durchaus als extrem bezeichnet werden. Verbreitet und großflächig gingen ergiebige Niederschläge insbesondere in den süddeutschen Mittelgebirgen und an den Bayerischen Alpen nieder.

Die Auswirkungen blieben allerdings überschaubar, es kam überwiegend nur zu Ausuferungen und kleineren Überschwemmungen. Nach erster Einschätzung erreichte kein Pegel die höchste Meldestufe.

Das Regenereignis selber hatte durchaus das Potential zu schwerwiegenderen Folgen; das Hochwasserereignis verdankt seinen weitgehend glimpflichen Verlauf vor allem der Schneearmut in Höhenlagen unterhalb von 1000 Metern. Anfang Februar sind in den deutschen Mittelgebirgen sonst durchaus Schneedecken mit einer Mächtigkeit von 50 cm oder auch deutlich mehr anzutreffen. Ein zusätzlicher Wassereintrag durch Schmelzwasser blieb aus. Temperaturen, die selbst auf dem Feldberg im Schwarzwald mehr als 7 °C erreichten, hätten ein extremes Tauwetter bis in Höhen über 2000 m ausgelöst.

Zudem präsentierte sich die Witterung der Vorwochen und Vormonate fast überall in Deutschland zu trocken. Der Wassersättigungsgrad der meisten Böden war zu Beginn des Regenereignisses nicht besonders hoch. Auch zeigten die Flüsse anfangs keine bereits hohen Wasserstände. Der Wasserstand des Rheins am Pegel Maxau lag Ende Januar 2020 beispielsweise fast einen Meter unter dem langjährigen Mittelwert.

5. Kontakt

CEDIM Head Office

Dr. 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