

# Fließgewässer

## Hochwasser

### Witterung und Schneeschmelze Anfang Januar 2011

Die Südwestlage vom 6. bis 11. und die anschließende Westlage vom 12. bis 15. beendeten die winterliche Frostperiode zum Jahresbeginn. Deutlich mildere, zeitweilig subtropische Meeresluft gelangte nach Bayern und in rascher Folge zogen atlantische Tiefdrucksysteme über Mitteleuropa hinweg. Die starke Erwärmung und die rasch aufeinanderfolgenden, zeitweilig ergiebigen frontalen Regenfälle verursachten ein rasches Abtauen der mächtigen nordbayerischen Schneedecken und führten vor allem am Main zu zwei aufeinanderfolgenden Hochwasserwellen.

Anfang Januar lag ganz Bayern unter einer geschlossenen Schneedecke, die eingeflossene arktische Polarluft gelangte unter Hochdruckeinfluss und noch am 4. wurde landesweit ein Eistag registriert, d.h. die Höchsttemperaturen der Luft blieben ganztägig unter 0 °C (Tiefsttemperaturen im Maingebiet um -7 °C, südlich des Mains um -11 °C). Im südlichen Donauvorland lag zu diesem Zeitpunkt gebietsweise nur eine dünne Schneedecke (Schneehöhen am 4.: z.B. München [515 m ü. NN] und Augsburg [463 m ü. NN]: 3 cm), während die Mittelgebirgslagen Nord- und Ostbayerns mächtige Schneedecken aufwiesen. Die höchsten außeralpinen Schneehöhen wurden am 4. im Frankenwald (z.B. Helmbrechts [650 m ü. NN]: Gesamtschneehöhe 77 cm, Wasseräquivalent 208 mm), im Fichtelgebirge (z.B. Fichtelberg-Hüttstadt [657 m ü. NN]: Gesamtschneehöhe 68 cm, Wasseräquivalent 170 mm) und im Bayerischen Wald (z.B. Lindberg-Buchenau [740 m ü. NN]: Gesamtschneehöhe 55 cm, Wasseräquivalent 132 mm) gemessen. Selbst in den tieferen Lagen von Mittel- und Unterfranken waren über 30 bis 40 mm Wasser in der Schneedecke gespeichert, an der Station Hammelburg am Unterlauf der Fränkischen Saale wurden Werte größer 60 mm aufgezeichnet (Abb. 4). Die Altschneedecken in Bayern wiesen am 4. ein hohes spezifisches Wasseräquivalent zwischen 2 und 4 mm/cm auf (sehr nasser Schnee hat ein maximales spezifisches Wasseräquivalent von 6 mm/cm). Am 5. verlagerte sich das Hoch von den Alpen nach Osten und bei leichtem Dauerfrost kam es in den nordwestlichen Landesteilen zu leichten Niederschlägen.

Vom 6. bis 9. überquerten die Frontensysteme von Tief "Arno" und Tief "Benjamin" in südwestlicher Strömung Bayern. Anfangs kam es in der vorherrschenden bodennahen Kaltluft noch zu gefrierendem Regen und stellenweise zu Glatteis. Die Höchsttemperaturen der Luft lagen am 6. in den westlichen Landesteilen bereits bei +6 bis +11 °C, während in Niederbayern und der Oberpfalz nur Werte um -2 °C erreicht wurden. In den Folgetagen bis zum 9. wurden bayernweit Plusgrade gemessen, wobei die Erwärmung in Unterfranken und in Mittelfranken mit Höchsttemperaturen zwischen 10 bis 15 °C am stärksten war. In Nordbayern fiel Dauerregen, während der Alpenrand bei Föhn zunächst noch weitgehend trocken blieb. Die stärksten Regenfälle wurden am 6. in den nördlichen Mittelgebirgslagen (z.B. Tagesniederschlag Teuschnitz-Wickendorf/Lkr. Kronach: 28 mm) und am 7. im südlichen Oberfranken registriert (z.B. Gräfenberg-Kasberg/Lkr. Forchheim: 24 mm). Durch den Temperaturanstieg und die Dauerregenfälle entstand ein starkes Tauwetter und am 6. trat die stärkste Schneeschmelze im Bereich von Rhön und Spessart, am 7. in Oberfranken sowie in Mittelfranken (Abb. 1) und am 8. in Unterfranken auf (Schneesmelze z.B.: Amorbach-Neudorf/Lkr. Miltenberg: 43 mm am 6., Neustadt/Lkr. Coburg: 51 mm am 7. und Sandberg-Kilianshof/Lkr. Rhön-Grabfeld: 43 mm am 8.). Der Deutsche Wetterdienst verlängerte laufend seine Unwetterwarnungen vor starkem Tauwetter mit Dauerregen und am 9. weitete sich der Regen in nachlassender Intensität bis Südbayern aus. Am 10. kam es zu einer Wetterberuhigung. Rückseitig der Kaltfront von Tief "Benjamin" setzte sich Zwischenhocheinfluss durch, die Höchsttemperaturen lagen in subpolarer Luft knapp über dem Gefrierpunkt, Nordbayern blieb weitgehend niederschlagsfrei und es trat kaum Schneeschmelze auf.

6. Januar 7:00 Uhr bis 7. Januar 7:00 Uhr

7. Januar 7:00 Uhr bis 8. Januar 7:00 Uhr

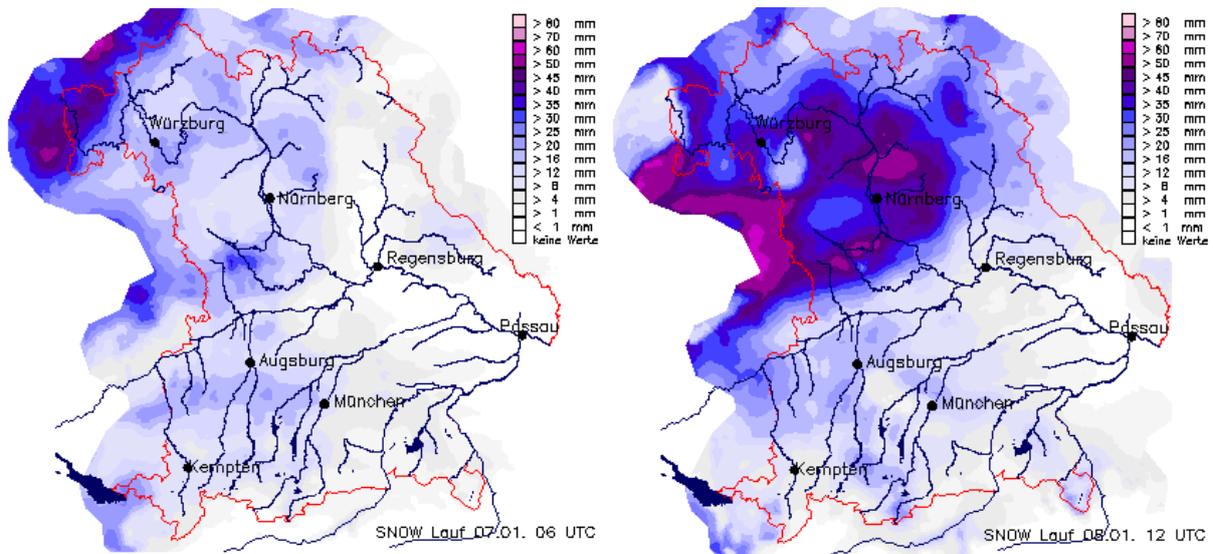


Abb. 1: Niederschlagsdargebot aus Regen und Schneeschmelze vom 6. Januar 7 Uhr bis zum 8. Januar 7 Uhr

In den westlichen Landesteilen (tiefere Lagen Frankens, Schwabens und Oberbayerns) war keine Schneedecke mehr vorhanden.

Im Verlauf des 11. begann wieder eine feuchte Witterungsphase und in einer starken Westströmung überquerte zunächst die Kaltfront von Tief "Christian" Bayern. (Abb. 2)

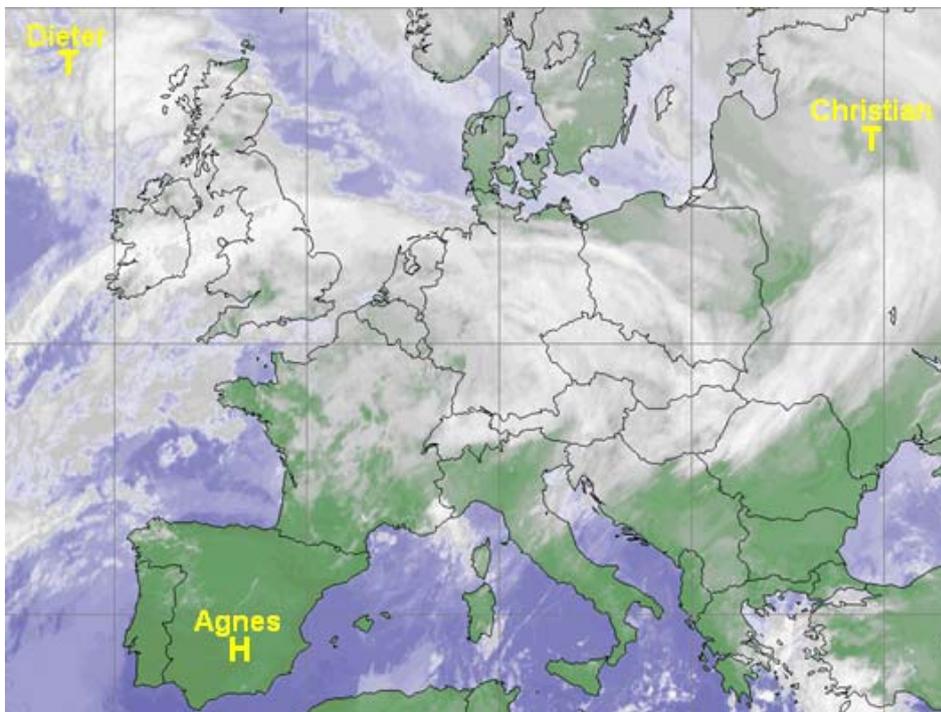


Abb. 2: Infrarot-Satellitenbild vom 13.01.11, 02:00 Uhr: Ergiebiger und lang anhaltender Regen in den Staulagen und im Bereich der Frontensysteme

Die Westlage setzte sich vom 12. bis 15. fort und in einer kräftigen zonalen Strömung wurden die Fronten des Islandtiefs "Dieter" wetterwirksam, wobei Bayern meist im Bereich von sehr milder subtropischer Meeresluft (Höchsttemperaturen: 5 bis 13 °C) lag. In ganz Bayern kam es am 12. und 13. zu Dauerregenfällen, die gebietsweise, vor allem in den Staulagen der Alpen, sehr ergiebig ausfielen.

Der Niederschlagsschwerpunkt lag im Berchtesgadener Land und im Chiemgau, aber auch im Mangfallgebirge, in den Allgäuer Alpen und im Bayerischen Wald wurden hohe Regenmengen registriert (Tabelle 1). Die Schneefallgrenze lag um 1900m ü. NN so dass es bis in die Hochlagen der Mittelgebirge zu einer flächendeckenden Schneeschmelze kam und sich die Hochwasserlage verschärfte. Die größten Werte des Niederschlagsdargebots wurden am 13. gemessen und traten vor allem in den östlichen Landesteilen und an den Alpen auf (Abb. 3).

Tabelle 1: Beispielhafte Stationswerte zu den Regenschwerpunkten am 12. und 13.01.2011

Station (Landkreis)	Tagesniederschlag am 13.01.2011 [mm]	Zweitagesniederschlag 12. bis 13.01.2011 [mm]
Marktschellenberg (Lkr. Berchtesgadener Land)	83	102
Inzell (Lkr. Traunstein)	72	91
Oberstdorf-Rohrmoos (Lkr. Oberallgäu)	48	93
Lenggries-Sylvensteinspeicher (Lkr. Bad Tölz –Wolfratshausen)	44	76
Untergriesbach-Schaibing (Lkr. Passau)	40	53

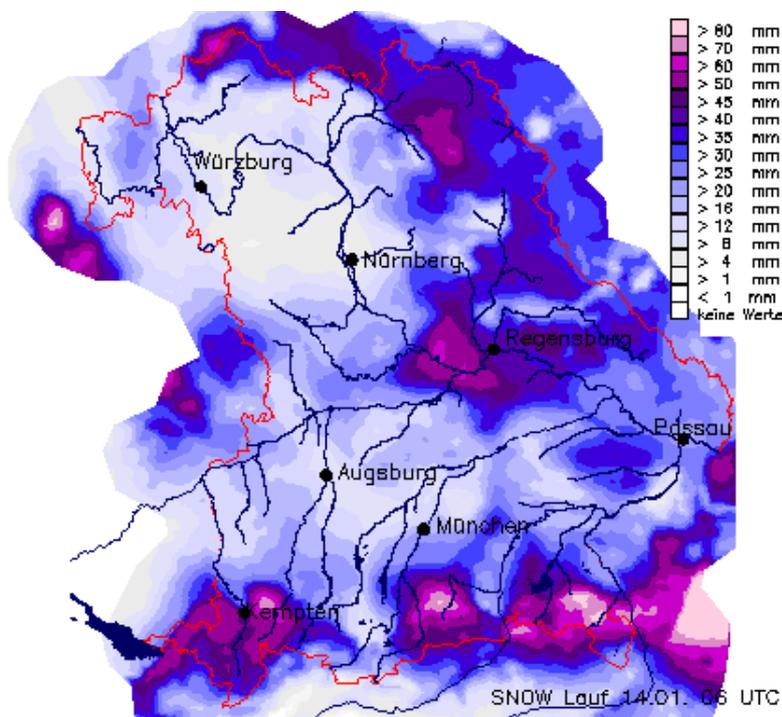


Abb. 3: Niederschlagsdargebot vom 13. Januar 7 Uhr bis zum 14. Januar 7 Uhr

Herausragende Schneeschmelzraten konnten am 13. mit 70 mm Schneeschmelze an der Station Presseck/Lkr. Kulmbach und mit 53 mm in Ruhpolding/Lkr. Traunstein ermittelt werden (Abb. 4). Am 14. ließen die Dauerregenfälle von Südwesten her nach.

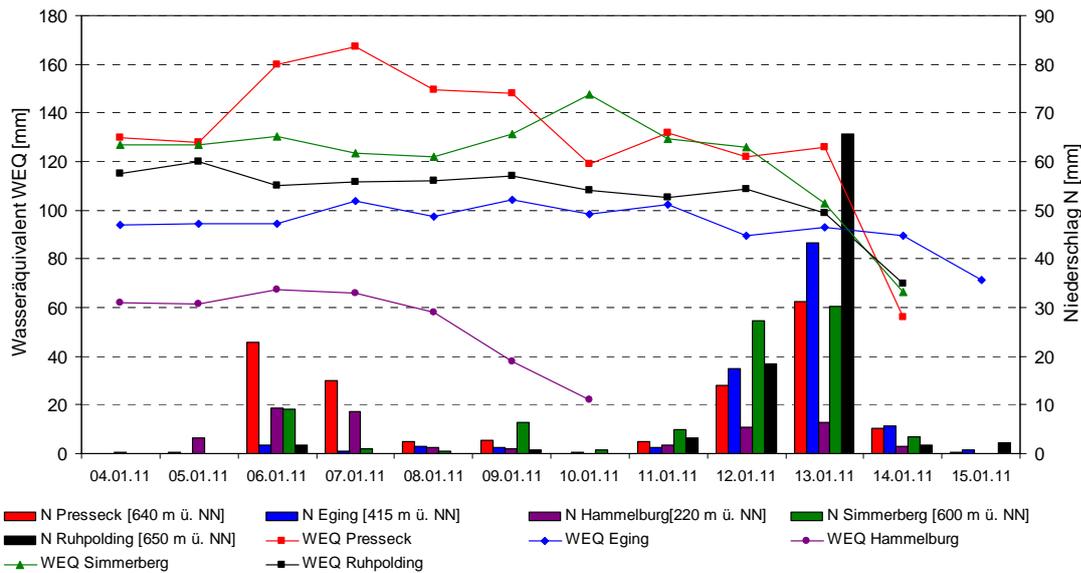


Abb. 4: Tageswerte des Niederschlags und des Wassergehalts der Gesamtschneedecke für beispielhafte Stationen

Am 15. setzte sich das Hoch "Agnes" von Süddeutschland her durch. Auch an den Folgetagen blieb es weitgehend niederschlagsfrei und die Hochwasserlage konnte sich entspannen. Außerhalb, großflächigere Schneebedeckungen fanden sich zu diesem Zeitpunkt nur noch in höheren Lagen des Bayerischen Waldes.

Tabelle 2: Niederschlagsdargebote beispielhafter Stationen und die ermittelten Wiederkehrzeiten (DWD-REWANUS)

Station (Landkreis)	Niederschlagsdargebot in 24h	Statist. Wiederkehrzeit [a]	Niederschlagsdargebot in 96h	Statist. Wiederkehrzeit [a]
Presseck (Lkr. Kulmbach)	70 mm am 13.01.2011	10	132 mm vom 11.-15.01.2011	20
Eging (Lkr. Passau)	70 mm am 15.01.2011	10	93 mm vom 11.-15.01.2011	5
Simmerberg (Lkr. Lindau)	70 mm am 14.01.2011	2	126 mm vom 11.-15.01.2011	2
Ruhpolding (Lkr. Traunstein)	64 mm am 14.01.2011	2	109 mm vom 11.-15.01.2011	1
Hammelburg (Lkr. Bad Kissingen)	22 mm am 11.01.2011	0,5	46 mm vom 06.-10.11.2011	1

### Hochwasser im Maingebiet

Der Durchzug der zwei Frontensysteme und die damit verbundenen zum Teil ergiebigen Niederschläge und das starke Tauwetter führten vor allem an den Flüssen in Nordbayern zur Ausbildung von zwei ausgeprägten aufeinanderfolgenden Hochwasserwellen (Abb. 5).

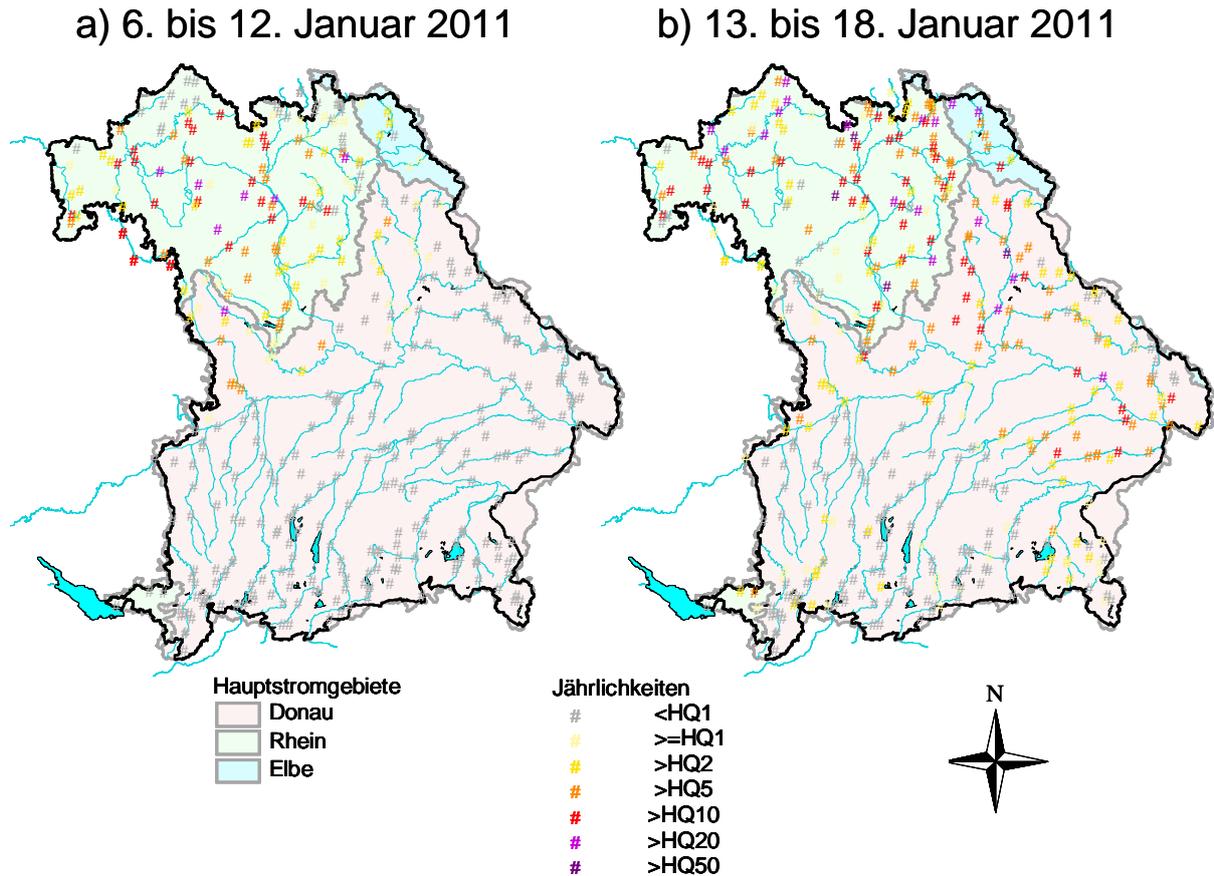


Abb. 5: Vorläufig abgeschätzte Jährlichkeiten der Hochwasserscheitel für die Perioden (a) 6. bis 12.1. und (b) 13. bis 18.1.2011

Mit dem Frontdurchzug des ersten Tiefdruckgebietes setzten das Tauwetter und die Niederschläge zeitverzögert von Westen nach Osten ein. Ab dem 6. Januar begannen die Wasserstände an den kleineren Gewässern anzusteigen. Die Scheitelwerte an den Zuflüssen wurden großteils am 8.1. erreicht, am Unterlauf des Oberen Main, an der Regnitz und an der Fränkischen Saale am 9.1. Besonders vom Hochwasser betroffen waren das nördliche Regnitzgebiet mit den Zuflüssen Aisch, Rauhe Ebrach und Wiesent, die Tauber, die östlichen Zuflüsse zur Fränkischen Saale und der Unterlauf derselben und sowie der westliche Bereich des Oberen Maingebietes mit Unterlauf der Itz und ihrer westlichen Zuflüsse. Hier wurden Abflussjährlichkeiten größer 10, z. T. 20 erreicht. Am schiffbaren Main lagen die Jährlichkeiten ebenfalls zwischen 10 und 20 Jahren (Abb. 5a). In diesen Bereichen wurde während dieses Zeitraumes die Schneedecke weitgehend abgebaut.

Die Höhenlagen von Rhön, Frankenwald, Fichtelgebirge sowie von Teilen der Fränkischen Schweiz hielten bei dem ersten Ereignis aufgrund der mächtigeren Schneedecke und der geringeren Temperaturen die Wassermengen noch zurück. Die Niederschläge fielen z. T. noch als Schnee oder konnten von der mächtigen Schneedecke noch aufgenommen und gespeichert werden (Abb. 4, Beispiel Station Presseck/Frankenwald). In diesen Gebieten lagen die erreichten Jährlichkeiten im Bereich von HQ1 und geringer. Der Zwischenhocheinfluss am 10.1. führte zunächst zu einem allgemeinen Rückgang der Wasserstände und einer zeitweiligen Beruhigung der Hochwassersituation.

Die Dauerregenfälle beim 2. Frontendurchzug am 12. und 13.1. (s. o. „Witterung und Schneeschmelze“) trafen auf bereits wassergesättigte Böden und bordvolle Flüsse und Bäche und führten vor allem am 13.1. und 14.1. zum Teil erneut zu Höchstständen. Im Gegensatz zur ersten Hochwasserschwelle waren diesmal die noch schneebedeckten Höhenlagen von Rhön, Frankenwald, Fichtelgebirge

und Fränkischer Schweiz besonders vom Hochwasser betroffen. Im Gebiet der Fränkischen Saale, der östlichen Rednitz/Regnitzzuflüsse, an der Regnitz selbst sowie im Oberen Maingebiet wurden Jährlichkeiten größer 10, zum Teil größer 20 und lokal auch größer 50 registriert. Am schiffbaren Main waren die Scheitel geringfügig höher als beim Durchgang der ersten Welle mit Jährlichkeiten der Abflüsse in der Größenordnung zwischen 10 und 20 (Abb. 5b).

Am Beispiel der Fränkischen Saale lassen sich der unterschiedliche Beitrag der einzelnen Teilbereiche und Höhenlagen und der Einfluss der unterschiedlichen Entwicklung des Schneedeckenabbaus auf das gesamte Hochwassergeschehen anschaulich darstellen. Die erste Welle an der Fränkischen Saale wurde vor allem durch den Abfluss aus den tieferen Lagen an der Fränkischen Saale sowie den östlichen Zuflüssen gebildet. Hier wurde während der ersten Hochwasserperiode die Schneedecke nahezu vollständig abgebaut (Abb. 4, Beispiel Station Hammelburg). Die zweite Welle hingegen wurde vor allem durch die Schmelzwasser führenden Rhönzuflüsse ausgelöst, hier wurden neue Höchststände erreicht, während in den zuvor betroffenen Gebieten eine kleinere Hochwasserwelle abließ.

Dies zusammen führte an der Fränkischen Saale zu zwei Hochwasserwellen ähnlicher Größenordnung. (Abb. 6)

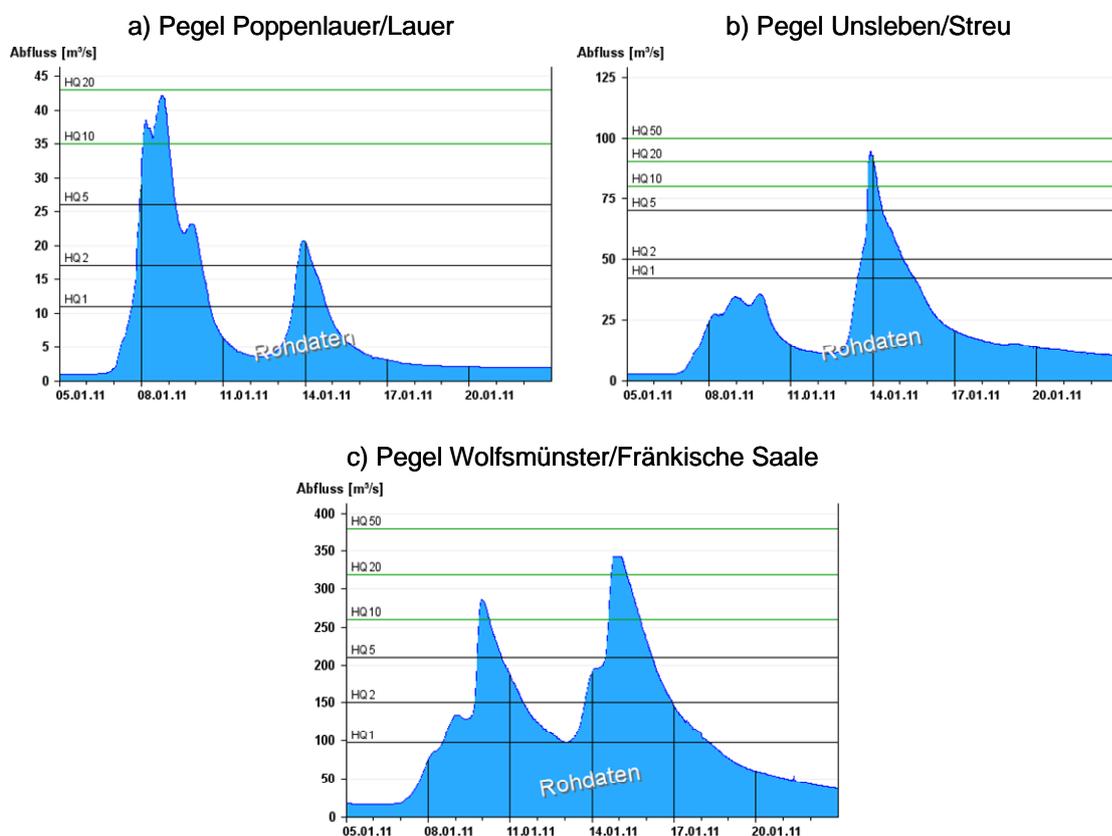


Abb. 6: Entwicklung des Hochwassergeschehens im Gebiet der Fränkischen Saale. Verlauf der Hochwasserwellen (a) an den östlichen Zuflüssen am Beispiel Pegel Poppenlauer/Lauer, (b) an den höher gelegenen Rhönzuflüssen am Beispiel Pegel Unsleben/Streu (c) am Unterlauf der Fränkischen Saale am Pegel Wolfsmünster/Fränkische Saale

Ein ähnliches Zusammenspiel zwischen Tief- und Hochlagen zeigte sich auch am Oberen Main und der Regnitz und prägt damit auch hier zwei deutlich voneinander abgrenzbare Hochwasserwellen. Der Verlauf der zwei Hochwasserwellen war am schiffbaren Main bis zur Mündung der Fränkischen Saale ebenfalls noch deutlich ausgeprägt (Abb. 7). Unterhalb des Zuflusses der Fränkischen Saale wurde der Doppelwellenverlauf überprägt durch die zeitversetzten Zuflüsse aus Fränkischer Saale, Tauber sowie den Spessart- und Odenwaldzuflüssen.

Die zweite Welle brachte am schiffbaren Main geringfügig höhere Scheitelwerte als die erste Welle. Insgesamt führten die aufeinanderfolgenden und sich z. T. überlagernden Wellen am schiffbaren Main zu einer langen Dauer des Hochwassers. Am Pegel Würzburg/ Main waren für die Dauer von nahezu 2 Wochen die Meldestufen überschritten.

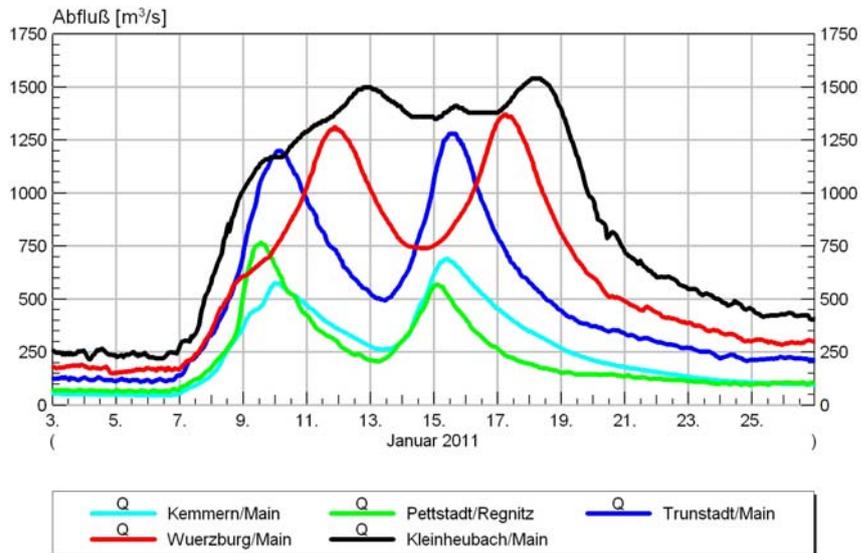


Abb. 7: Wellenablauf am schiffbaren Main im Zeitraum 3.1.-26.1.2011 mit Zuflüssen aus Oberem Main- (Pegel Kemmern) und Regnitzgebiet (Pegel Pettstadt). Hochwasserwelle mit 2 Scheiteln an den Mainpegeln Trunstadt und Würzburg, überprägte Hochwasserwelle am Pegel Kleinheubach unterhalb der Taubermündung durch Zuflüsse aus Fränkischer Saale, Sinn, Tauber und Spessart- und Odenwaldzuflüsse. (Rohdaten)

### Hochwasser im Donauegebiet

Im Donauegebiet bildeten sich in den Zuflüssen zur Donau mehrheitlich zwei Hochwasserwellen aus, die in der Donau zu einer größeren Welle zusammenliefen. Während bei der ersten Hochwasserphase ab dem 6. Januar vor allem die nordwestlichen Zuflüsse betroffen waren, trugen ab dem 13. Januar verstärkt die Zuflüsse aus dem nord- und südöstlichen Einzugsgebiet bei.

Entsprechend dem Verlauf der von West nach Ost vorrückenden Niederschlagsfront und begleitet von extremem Tauwetter begannen ab dem Abend des 6. Januar die Pegel an den Oberläufen von Wörnitz und Altmühl zu steigen. An der Wörnitz lief in den folgenden Tagen ein 2-5 jährliches, an der Altmühl oberhalb des Altmühlsees (Pegel Thann) ein bis zu 20-jährliches Hochwasserereignis ab, bei dem die zuvor vorhandene Schneedecke nahezu vollständig abtaute. Der Abflussscheitel konnte durch den Einsatz des Überleitungssystems Altmühl-/Brombachsee unterhalb des Altmühlsees auf etwa die Hälfte reduziert werden. (Abb. 8)

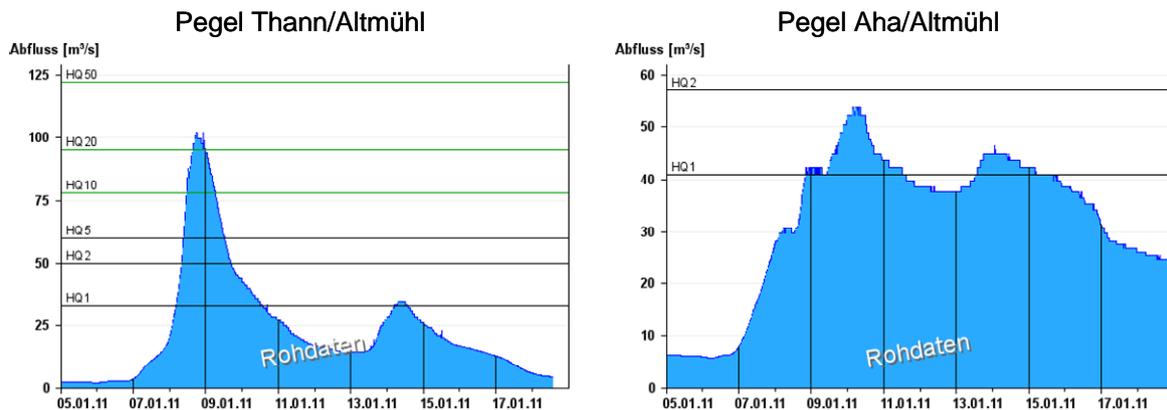


Abb. 8: Abflussganglinie an den Pegeln Thann und Aha/Altmühl. Reduzierung des ersten Abflussscheitels am Pegel Aha gegenüber dem Pegel Thann durch das Überleitungssystem

Am 10. Januar endete das extreme Tauwetter, die Lufttemperaturen sanken um ca. 10 Grad Celsius. Zu diesem Zeitpunkt waren Nordschwaben, das westliche Mittelfranken und die tiefer gelegenen Bereiche Oberbayerns weitgehend vom Schnee befreit.

Am 12. Januar setzten erneut Tauwetter und Regenfälle ein, die sich am 13. Januar noch verstärkten. Betroffen war diesmal auch der Süden und Osten Bayerns, wo noch vorhandene Schneedecken zum Abfluss beitrugen. Vor allem am Alpenrand, in der Oberpfalz und im Bayerischen Wald erreichte das Niederschlagsdargebot hohe Werte mit z.T. mehr als 60 mm in 24 Stunden. In der Folge entwickelte sich an Salzach und unterem Inn sowie seinen Zuflüssen ein 1 bis 5-jährliches Hochwasser, das in Passau auf die ebenfalls ansteigende Donau traf. Dies führte in Passau zu einem ungewöhnlich steilen Anstieg von knapp drei Metern innerhalb von 24 Stunden. Der Höchststand von 9,07 m gemessen am Pegel Passau / Donau am 14. Januar entspricht einem Hochwasser wie es alle 5 bis 10 Jahre auftritt.

In den bereits weitgehend schneefreien Gebieten von Wörnitz und Altmühl kam es erneut zu Hochwasser, wobei an der oberen Altmühl die Höchstwerte der Vorwoche nicht erreicht wurden, weil diesmal keine Schneeschmelze zu den Regenfällen hinzukam. An der unteren Altmühl wurden die alten Marken deutlich überschritten. Ursache hierfür waren vor allem die höheren Ausgangswasserstände sodass die zweite Hochwasserwelle auf die erste aufief. An der Wörnitz waren beide Wellen von ähnlicher Ausprägung.

An der oberen Donau bildete sich ein Hochwasser der Jährlichkeit 1 bis 2 aus, im weiteren Verlauf bis Oberndorf wurden Wiederkehrintervalle zwischen 2 und 5 Jahren erreicht. In den Einzugsgebieten der Donauzuflüsse unterhalb Oberndorf waren zum Teil noch erhebliche Schneemengen vorhanden, welche in Verbindung mit dem Regen vom 12. und 13. Januar vor allem an Schwarzer Laber, Naab und Regen Hochwasser auslösten. Dabei traten am Regen verbreitet Wiederkehrintervalle von ca. 5 und an Schwarzer Laber und Naab von 10 bis 20, am Pegel Unterköblitz/Naab (Abb. 9) von 50 Jahren auf.

In der Folge stiegen auch in Regensburg die Wasserstände. Der Höchststand am Pegel Schwabelweis wurde mit 636 cm gegen Abend des 15. Januar gemessen und entsprach etwa einem 10-jährlichen Hochwasser. Das gleiche statistische Wiederkehrintervall stellte sich auf dem gesamten Donauabschnitt bis Vilshofen ein. Der Scheitel der Donau erreichte Passau in der Nacht vom 15. zum 16. Januar und führte dort zu einem leichten Wiederanstieg, der aber deutlich unter dem Höchstwert vom 14. Januar blieb.

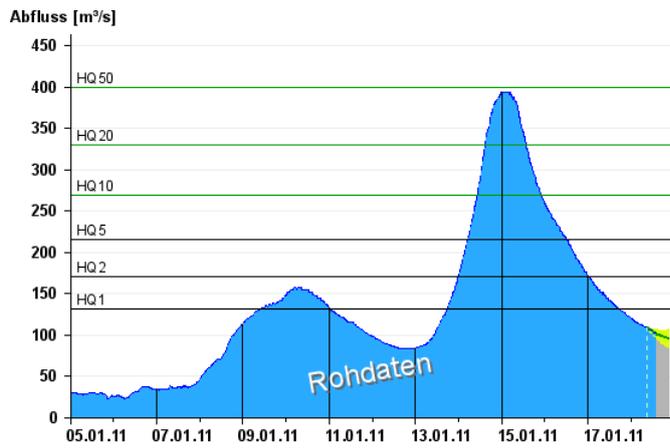


Abb. 9: Abflussganglinie mit Jährlichkeiten am Pegel Unterköblitz/Naab

Aktuelle Informationen zum Hochwasser finden Sie unter <http://www.hnd.bayern.de/>