Bayerisches Landesamt für Umwelt

HOCHWASSERVORHERSAGE

Hochwasservorhersage in Bayern: Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem niederschlagsreichsten Abflussjahr seit Aufzeichnungsbeginn

Natalie Stahl-van Rooijen[1], Romy Arnold[1], Nicolas Dalla Valle[1], Florian Köck[2], Stefan Laurent[2], Tobias Linhardt[1], Florian Merensky-Pöhlein[1], Inke Meyer[1], Katja Moritz[1], Joachim Stoermer[1], Frank Wilhelm[1]

1 Niederschlagsgeschehen

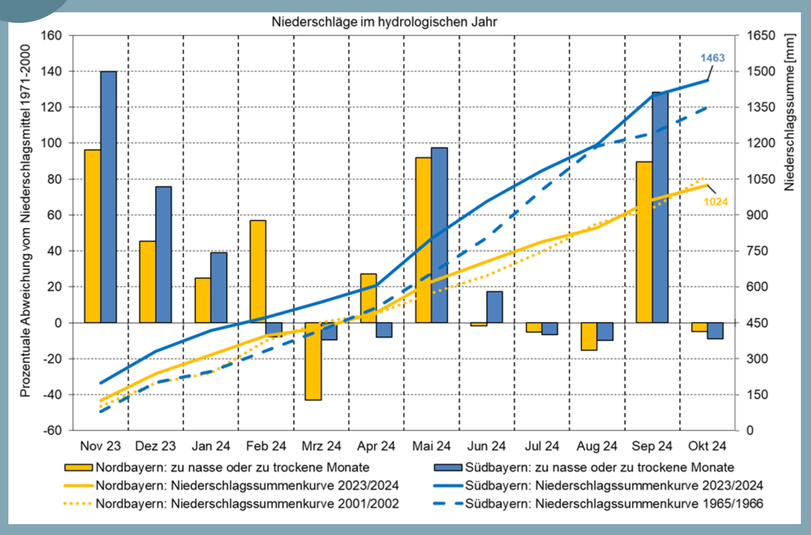


Abb. 1: Niederschlagssumme und Abweichung vom langjährigen Mittel im Abflussjahr 2024 für Nord- und Südbayern

Südbayern erlebte 2024 das nasseste hydrologische Jahr in der 72-jährigen Beobachtungsreihe. Besonders markant waren November 2023 und September 2024.

In der Niederschlagsbilanz Nordbayerns nimmt das hydrologische Jahr Rang 3 ein.

Hochwasserrelevant waren vor allem die Dauerniederschläge zum Jahreswechsel 2023/24, sowie die Extremniederschläge vom Mai/Juni 2024 und September 2024.

2 Schneemodellierung

Schnee ist im Mittel- und Hochgebirge essenziell für das Hochwassergeschehen.

Das Wasserhaushaltsmodell LARSIM verfügt daher über ein eigenes Schneemodul zur Simulation von Akkumulation, Energiebilanz, Setzung und Schmelze der Schneedecke.

Die oberflächennahe Grenztemperatur, bei der Schnee in Regen übergeht, ist situationsabhängig, und bedingt eine hohe Unsicherheit bei der simulierten Schneeakkumulation.

Im operationellen Betrieb ist daher eine Kontrolle der Schneesimulation erforderlich. Bei Bedarf erfolgt eine Nachführung des Schneewasseräquivalents (SWEQ) mit regionalisierten Messdaten.

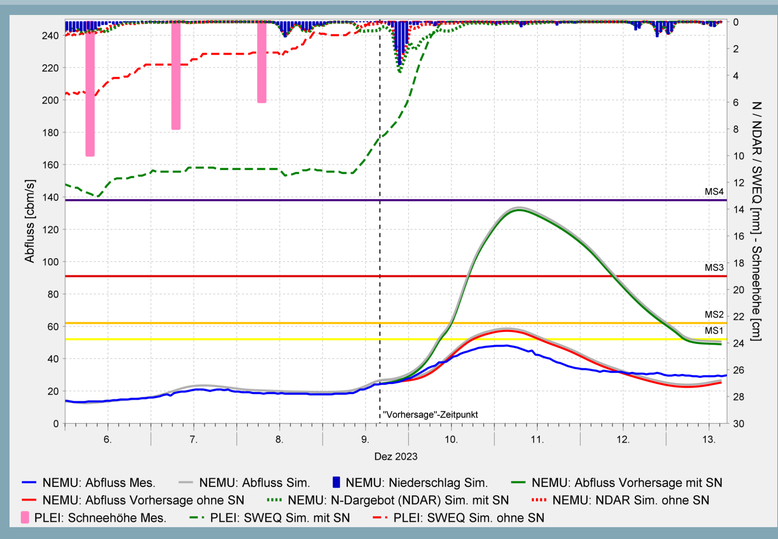


Abb. 2: Stationsmessdaten sowie LARSIM-Ergebnisse für Pegel Neumühle / Rednitz (NEMU) und für Standort Pleinfeld-Mandlesmühle (PLEI, 380 m NN) im Einzugsgebiet von NEMU. LARSIM-„Vorhersagen“ mit gemessenen Eingangsdaten sowie mit bzw. ohne Schneenachführung (SN) nachgerechnet. Anzeige der Meldestufen (MS) für NEMU.

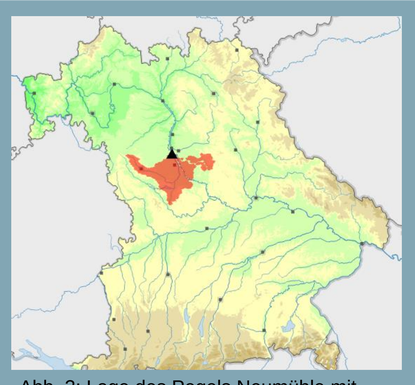
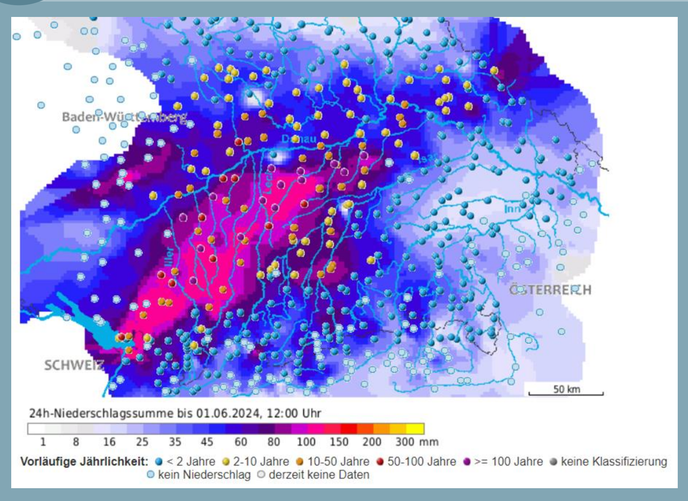


Abb. 3: Lage des Pegels Neumühle mit Einzugsgebiet

Im südlichen Nordbayern wurden beim Schneeereignis im Dezember 2023 die Wellenscheitel in den Hochwasservorhersagen stark überschätzt, hier am Beispiel des Pegels Neumühle / Rednitz gezeigt (Abb. 2):

- Eine Schneenachführung mit regionalisierten Messdaten aus dem SNOW-Modell (DWD) für den Zustand am 02.12. führte zu einer deutlichen Erhöhung des SWEQ in LARSIM.
- Anschließend stieg SWEQ in LARSIM in Lagen von 400-600 m NN auf bis zu 35-50 mm, weit über verfügbaren Messwerten.
- Die Überschätzung des Abflussscheitels wurde durch eine zu hohe Schneeschmelze in LARSIM verursacht.
- Ohne Schneenachführung wird bei Nachrechnungen eine höhere Simulationsgüte erreicht.

3 Hochwasser vom Juni 2024 in Südbayern



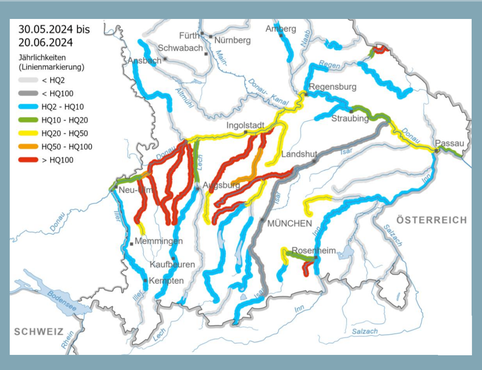


Abb. 4: Niederschlagssumme 24 h vom 01.06.2024 (links) und an Flussabschnitten mit Pegeln erreichte Abflussjährlichkeiten (rechts)

Im Mai/Juni 2024 waren weite Teile Südbayerns einem mehrtägigen und großflächigen Dauerregen ausgesetzt. Der Niederschlagschwerpunkt lag dabei nicht an den Alpen, sondern im Donauvorland und dem südlich angrenzenden Hügelland. Die großen Alpenflüsse dagegen spielten bei diesem Ereignis eine weit geringere Rolle als bei den letzten größeren Ereignissen an der Donau mit vergleichbarer Jährlichkeit.

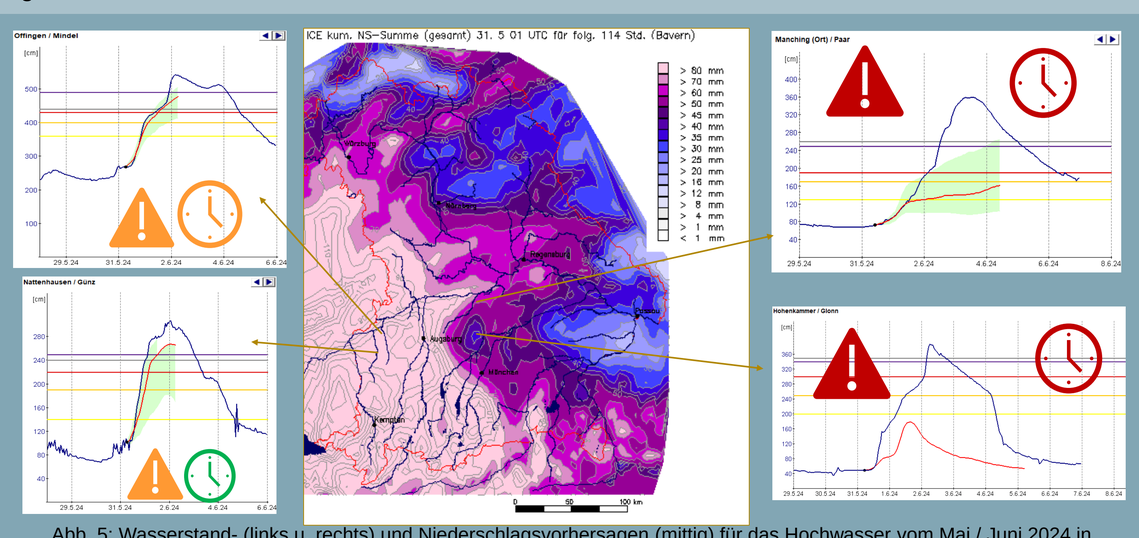


Abb. 5: Wasserstand- (links u. rechts) und Niederschlagsvorhersagen (mittig) für das Hochwasser vom Mai / Juni 2024 in Schwaben. Zu sehen sind die Vorhersagen vor dem Ereignisbeginn (Fr. 31.05.2024, 06:00 Uhr).

Flusshochwasser in Schwaben und Oberbayern

Hochwasservorhersagen müssen möglichst korrekt sein hinsichtlich des Zeitpunkts, zu dem Warnstufen und Scheitelwerte erreicht werden (🕓) und hinsichtlich des maximal zu erwartenden Wasserstands (⚠). Die Ursachen für abweichende Vorhersagen sind vielfältig. Das Beispiel aus dem Hochwasser vom Mai / Juni 2024 (Abbildung 5) zeigt den Einfluss räumlicher Fehler in der Niederschlagsvorhersage:

- Für die Pegel Offingen / Mindel und Nattenhausen / Günz (links) konnten Zeitpunkte teils optimal, die extremen Scheitelhöhen noch recht gut vorhergesagt werden.
- An den Pegeln Manching (Ort) / Paar und Hohenkammer / Glonn konnten sowohl Zeitpunkt als auch Höhe des Scheitels nicht gut vorhergesagt werden und die Höhe der extremen Scheitel wurde wesentlich unterschätzt. Eine Ursache dafür ist die Lage der Einzugsgebiete am Rand des vorhergesagten Niederschlagsgebiets, das sich in diesem Bereich durch sehr starke Gradienten auszeichnet (mittig).

Starkregen im Inngebiet

Die an der oberen Donau entstandene langgezogene Hochwasserwelle erreichte nach einer Laufzeit von ca. 1 bis 2 Tagen am 03.06. Passau und verursachte dort ein mehrtägiges Hochwasser, zunächst in Meldestufe 3.

Zeitgleich fielen am 03.06. tagsüber und bis in die Nacht unerwartet extreme Stark- und Dauerniederschläge mit örtlich über 100 mm/12h im Mangfall-Einzugsgebiet sowie an weiteren Inn-Zuflüssen im österreichisch-bayerischen Grenzgebiet (Abbildung 6).

Die daraus resultierenden Hochwasserscheitel, an Zuflüssen und am Unterlauf der Mangfall teils im Bereich HQ100 und Meldestufe 4, bildeten am Inn eine kurze steile Hochwasserwelle, welche binnen weniger Stunden Passau erreichte, die dortige Donauwelle überlagerte und zu Überflutungen in Meldestufe 4 führte (Abbildung 8).

Bis zum Erreichen des Scheitels am Pegel Passau-Ilzstadt / Donau gegen Mittag des 04.06. wurde das Ereignis seitens der HVZ Inn intensiv begleitet. Dabei gestaltete sich die Vorhersageerstellung aufgrund der hohen Dynamik des Ereignisses im Mangfall-Einzugsgebiet außerordentlich herausfordernd (Abbildung 7).

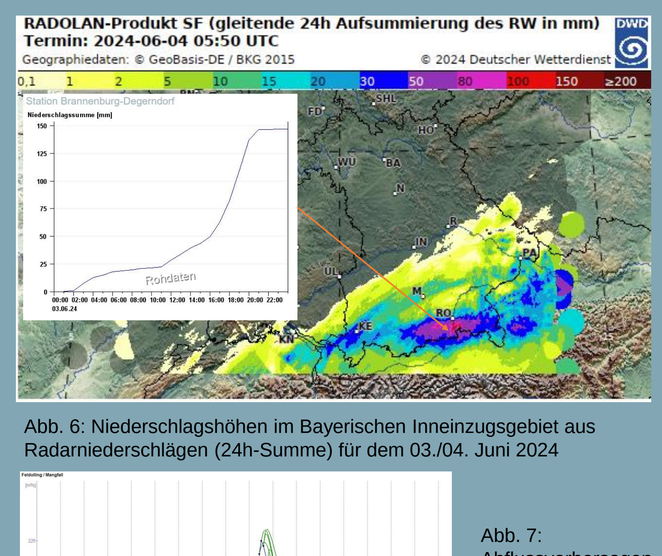


Abb. 6: Niederschlagshöhen im Bayerischen Inneinzugsgebiet aus Radarniederschlägen (24h-Summe) für dem 03./04. Juni 2024

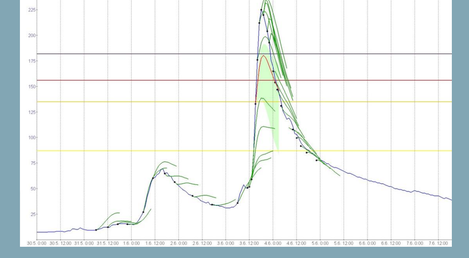


Abb. 7: Abflussvorhersagen und Messdaten für den Pegel Feldolling / Mangfall. Der spätere Scheitel wurde zunächst unterschätzt.

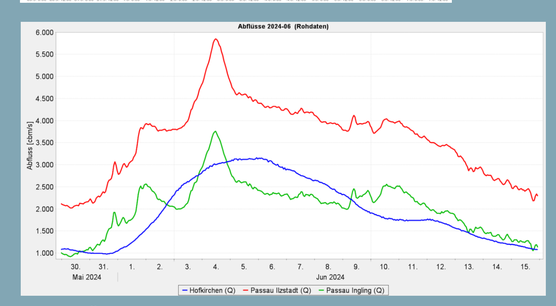


Abb. 8: Überlagerung der Ganglinien von Donau und Inn in Passau während des Hochwassers vom Juni 2024. Der Scheitel der Donau wird durch die Welle des Inn gebildet.

[1] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg
[2] Wasserwirtschaftsamt Kempten, Rottachstraße 15, 87439 Kempten i. Allgäu
* Ansprechpartnerin: natalie.stahl-vanrooijen@lfu.bayern.de