



BERICHT

Hochwasser im Mai 2024 (Pfingsthochwasser)



Impressum

Herausgeber

Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 7 • 55116 Mainz
Telefon: 06131/6033-0

www.lfu.rlp.de

Bearbeitung: Norbert Demuth, Nicole Gerlach, Yvonne Henrichs,
Tobias Heppelmann, Dr. Margret Johst

Layout: Stabsstelle Planung und Information

Titelbild: Hochwasser am Schwarzbach in Thaleischweiler
(© SGD Süd Regionalstelle Kaiserlautern)

Stand: Januar 2025

© Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz 2025

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	4
1 WETTERGESCHEHEN	6
1.1 Feuchteverhältnisse im Mai 2024	6
1.2 Niederschlag an Pfingsten im Mai 2024	8
1.3 Starkregen an Pfingsten im Mai 2024	11
2 HOCHWASSERVERLAUF	16
2.1 Schwarzbach-Einzugsgebiet	16
2.2 Ruwer- und Leuk-Einzugsgebiete	17
2.3 Saar und Mosel	18
2.4 Höchststände und Jährlichkeiten	19
2.5 Pegelaufzeichnungen und Ausfälle	22
2.6 Schäden an den Pegeln	24
3 HOCHWASSERVORHERSAGEN	26
3.1 Vorhersagen für Schwarzbach und Hornbach	27
3.2 Vorhersagen für die Ruwer	30
3.3 Vorhersagen für die Saar und die Mosel	32
4 HOCHWASSERMELDUNGEN	36
4.1 Einsatzzeiten und Einsatzumfang	36
4.2 Hochwassermeldungen	37
LITERATUR	42

ZUSAMMENFASSUNG

Mitte Mai 2024 entwickelte sich das Tiefdruckgebiet „Katinka“, das von Donnerstag, 16.05. bis Samstag, 18.05.2024 von Baden-Württemberg über Rheinland-Pfalz und das Saarland Richtung Nordrhein-Westfalen zog. Ab der Nacht auf den 17.05.2024 trat im südwestlichen Rheinland-Pfalz (Südpfalz bis Trier) sowie vor allem im Saar-Einzugsgebiet ergiebiger bis teils extrem ergiebiger Dauerregen mit Mengen von 60 bis über 100 mm in 30 Stunden auf. Einige Messstationen registrierten Niederschlagsmengen von mehr als 100 mm in 24 Stunden, die damit deutlich über dem langjährigen mittleren Monatsniederschlag für den Mai und im Bereich 100-jährlicher Niederschlagsereignisse lagen. Auf den Dauerregen vom 17.05.2024 folgten am 19.05.2024 (Pfingstsonntag) gewitterartige, lokal eng begrenzt extrem heftige Starkregen, die insbesondere im Bereich Kirn zu lokalen Überflutungen führten.

Der ergiebige Dauerregen auf teilweise bereits feuchte Böden führte ab dem Morgen des 17.05.2024 zu schnell ansteigenden Wasserständen an den Flüssen in der Südpfalz (u. a. Wieslauter), in der Südwestpfalz (Schwarzbach-Einzugsgebiet), im oberen Glan-Einzugsgebiet, im Saar-Einzugsgebiet sowie in den kleinen Moselzuflüssen im Bereich Trier (u. a. Ruwer und Leuk). Die Hochwasser-Höchststände wurden zwischen dem Nachmittag des 17.05. und dem Morgen des 18.05.2024 erreicht. Lediglich am Schwarzbach-Pegel Contwig wurde der Höchststand aufgrund bisher noch nicht genauer bekannter Retentionseffekte erst am Abend des 18.05.2024 erreicht. Die größten Hochwasser traten im Schwarzbach-Einzugsgebiet auf. Hier wurden an vier Pegeln (Steinalben / Queidersbach, Würschhauser Mühle 2 / Wallhalbe, Oberauerbach / Auerbach und Contwig / Schwarzbach) Höchststände im Bereich 100-jährlicher Hochwasser registriert (Statistik mit Berücksichtigung des Pfingsthochwassers). An acht der insgesamt zehn Pegel im Schwarzbach-Einzugsgebiet wurden die höchsten Wasserstände seit Beginn der Messung erfasst. Auch an den kleinen Moselzuflüssen bei Trier (u. a. Ruwer) sowie an der Saar traten sehr hohe Hochwasser mit statistischen Wiederkehrzeiten zwischen 30 und 70 Jahren auf. Während des Hochwassers wurde kein Pegel zerstört, im Ruwer-Einzugsgebiet wurden jedoch zwei Pegel beschädigt. Zudem waren einzelne Pegelsonden z. B. durch eine hohe Sandfracht nicht voll funktionsfähig und am Hornbach-Pegel Althornbach war im Bereich der Höchststände die Datenübertragung wegen einer Stromabschaltung unterbrochen.

Da der Schwerpunkt des Dauerregens am 17.05.2024 mittig über dem Saar-Einzugsgebiet lag, stiegen die Wasserstände an der Saar und infolgedessen auch an der Mosel sehr stark an, an den Meldepegeln Fremersdorf (Saar) und Trier (Mosel) um rund vier Meter in 12 Stunden. In Fremersdorf wurde am Vormittag des 18.05.2024 ein Höchststand von 770 cm, etwas über dem Wert eines 50-jährlichen Hochwassers, erreicht. Am Pegel Trier lag der Höchststand mit 960 cm am Nachmittag des 18.05.2024 etwas unterhalb eines 10-jährlichen Hochwassers.

Die Niederschlagsvorhersagen waren für das Schwarzbachgebiet ab dem Morgen des 16.05.2024 relativ verlässlich, sodass hier bereits früh auf ein drohendes Hochwasser hingewiesen werden konnte. Allerdings lag das vorhergesagte Niederschlagszentrum in zahlreichen Wettervorhersagen bis zum Abend des 16.05.2024 zu weit östlich, sodass die

Hochwasservorhersagen für das Glan- und Nahegebiet zunächst zu hoch und für das Saar-Einzugsgebiet und auch die kleinen Moselzuflüsse im Bereich Trier deutlich zu niedrig waren.

Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Unsicherheit der Hochwasservorhersage auch durch die Unsicherheiten der Wasserstands-Abfluss-Beziehungen, die Niederschlags- und Wasserstandsmessungen sowie verschiedene Unsicherheitsfaktoren im Wasserhaushaltsmodell (z. B. Retentionseffekte bei Ausuferung) begründet sind.

Für den Schwarzbach-Pegel Contwig war der Anstieg bis in einen Bereich eines 100-jährlichen Hochwassers in der veröffentlichten Spannweite der Hochwasservorhersagen enthalten gewesen. Allerdings war die lange Stagnation des Wasserstandes am 18.05.2024 nicht modellierbar und damit der nochmalige Wasserstandsanstieg um gut einen halben Meter dann nicht mehr vorhersehbar. Für die Saar und die Mosel waren die vorhergesagten Höchststände am 16.05. und 17.05.2024 zunächst deutlich zu niedrig, was hauptsächlich durch zu niedrige Niederschlagsvorhersagen begründet war. Erst am Morgen des 18.05.2024 war für den Pegel Trier etwa 10 Stunden vor dem gemessenen Höchststand von 960 cm eine bis auf 10 cm genaue Höchststandvorhersage möglich.

In der Zeit vom 16.05. bis 22.05.2024 war die Hochwasservorhersagezentrale des Landesamtes für Umwelt in Mainz rund um die Uhr in Dienstbereitschaft und neben dem Vorhersage- und Meldedienst in regelmäßigem Austausch mit dem Deutschen Wetterdienst sowie dem Katastrophenschutz des Landes. Insgesamt wurden 13 Hochwasserberichte für die Flüsse Nahe, Glan, Mosel, Saar und Rhein erstellt und verbreitet. Zudem wurden über die Warnkarte und über Warn-Apps für insgesamt 23 Warnggebiete 43 regionsbezogene Hochwasserwarnungen ausgelöst, bei denen es sich ab dem 16.05.2024 zunächst um Vorwarnungen für nahezu alle Warnggebiete zwischen der Pfalz und dem Westhunsrück und später um konkrete Hochwasserwarnungen einer bestimmten Gefährdungstufe handelte. Für die Gebiete von Wieslauter, Schwarzbach, Ruwer und Leuk sowie für die Saar wurden ab dem 17.05.2024 rote bzw. violette Warnungen (hohe bis extrem hohe Hochwassergefährdung) ausgelöst. Zudem wurden aus den Vorhersagesystemen insgesamt 89 pegelbezogene Vorabinformationen aufgrund vorhergesagter, mindestens 10-jährlicher Hochwasser über die Hochwassermeldekette versendet. Alle Melde- und Informationswege haben störungs- und fehlerfrei funktioniert.

1 WETTERGESCHEHEN

Ein Tiefdruckgebiet hat vom 16.05. bis zum 18.05.2024 mit sehr feuchter Luft das Wetter bestimmt. Ab dem späten Abend des 16.05.2024 (Donnerstag) bis in die Frühstunden des 18.05.2024 (Samstag) traten insbesondere im Süden und Südwesten von Rheinland-Pfalz und im Saarland anhaltende, ergiebige Niederschläge auf. Großflächig sind innerhalb von 24 Stunden bis über 100 mm Regen gefallen. Am 18. und 19.05.2024 gab es anschließend lokal begrenzte Starkregen.

Die Wetterlage am 16.05.2024 war gekennzeichnet durch verbreitet tiefen Luftdruck in West- und Mitteleuropa, sodass stetig feuchtwarme Luft aus dem Mittelmeerraum nach Deutschland gelangen konnte. Es entwickelte sich ein Tief namens „Katinka“ über Süddeutschland, das sich vom östlichen Alpenrand in nordwestlicher Richtung in den Westen Deutschlands verlagerte. Die Großwetterlage stellte sich auf den Typ „Tief über Mitteleuropa“ um. Die durch das Tief verursachte starke Hebung erzeugte eine Dauerregenlage, die regional durch konvektive Niederschläge und die Orografie verstärkt wurde. Das Niederschlagsgebiet verlagerte sich von Baden-Württemberg über Südhessen, Rheinland-Pfalz und Saarland in Richtung Eifel und ins südliche Rheinland. Im Laufe der Nacht zum Samstag (18.05.2024) ließ der Regen langsam nach und klang von Süden her ab (JUNGHÄNEL et al. 2024). Das Tief „Katinka“ zog weiter Richtung Norden und drehte sich zunächst über Nordrhein-Westfalen und dem südlichen Niedersachsen und am 19.05.2024 dann über Norddeutschland und beeinflusste weiterhin das Wettergeschehen auch in Rheinland-Pfalz. In der Folge trat am 18.05.2024 schauerartiger, von Gewittern durchsetzter Regen auf und am 19.05.2024 bildeten sich tagsüber zahlreiche Gewitter mit lokalem Starkregen, u. a. auch in Rheinland-Pfalz, aus (DWD 2024).

1.1 Feuchteverhältnisse im Mai 2024

Die Vorfeuchte war am 16.05.2024 vor Einsetzen des ergiebigen Regens in den vom Hochwasser stark betroffenen Regionen im Süden, Südwesten und Westen von Rheinland-Pfalz sowie des Saarlands von nahezu normal über mäßig hoch bis sehr hoch ausgeprägt, wie der Abbildung 1 bzw. der Abbildung 2 zu entnehmen ist. Dargestellt ist der 30-tägige standardisierte Niederschlagsindex SPI (**S**tandardized **P**recipitation **I**ndex) für Rheinland-Pfalz und das Mosel-Einzugsgebiet. Dieser zählt zu den gebräuchlichsten Niederschlagsindizes zur Identifikation von Niederschlagsüberschüssen und -defiziten (MCKEE et al. 1993). Nahezu normale feuchte Verhältnisse gab es u. a. in der Südpfalz, der Vorderpfalz und in Teilen des Saarlands sowie des Leuk- und Ruwer-Einzugsgebietes. Bereits sehr feuchte Vorbedingungen traten beispielsweise in den Landkreisen Südwestpfalz und Kusel sowie in anderen Teilen des Saarlands auf. Ansonsten herrschten im Südwesten von Rheinland-Pfalz, im Saarland sowie im Leuk- und Ruwer-Einzugsgebiet mäßig feuchte Verhältnisse vor. Nach dem Niederschlagsereignis zeigten sich am Morgen des 18.05.2024 beinahe flächendeckend extrem feuchte Verhältnisse in den betroffenen Regionen als Folge des ergiebigen Regens.

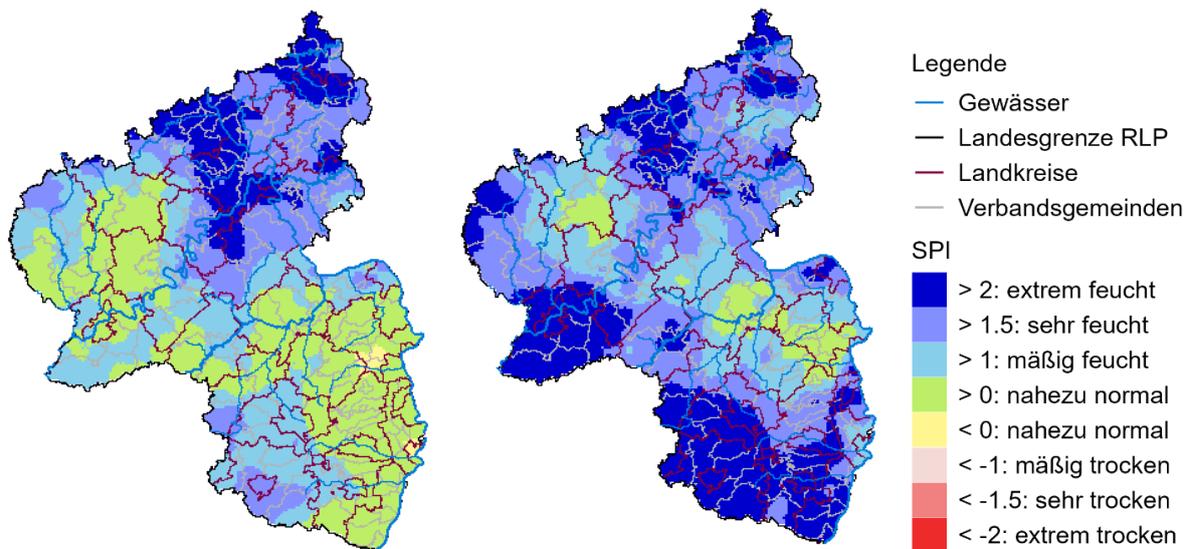


Abbildung 1: Standardisierter Niederschlagsindex SPI für den Zeitraum 16.04.2024 08:00 Uhr bis 16.05.2024 08:00 Uhr MESZ (links) und für den Zeitraum 18.04.2024 08:00 Uhr bis 18.05.2024 08:00 Uhr MESZ (rechts) in Rheinland-Pfalz (Datenbasis: HYRAS-DE-PRE v5.0, DWD; Referenzzeitraum 1931 bis 2023; LfU RLP).

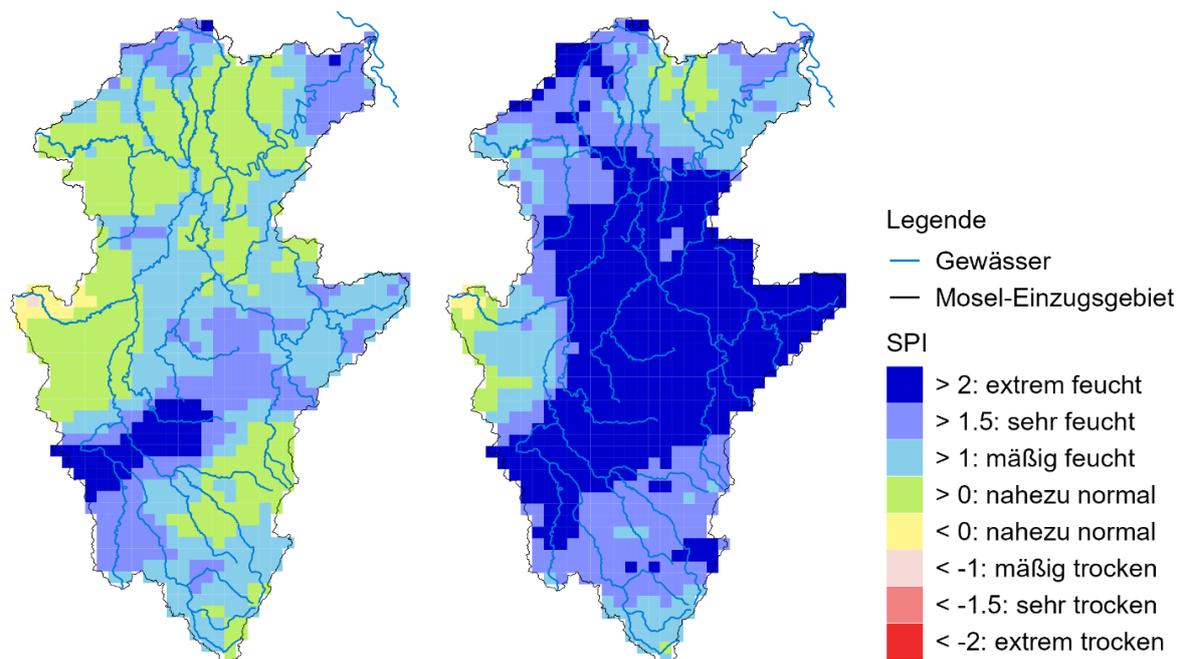


Abbildung 2: Standardisierter Niederschlagsindex SPI für den Zeitraum 16.04.2024 08:00 Uhr bis 16.05.2024 08:00 Uhr MESZ (links) und für den Zeitraum 18.04.2024 08:00 Uhr bis 18.05.2024 08:00 Uhr MESZ (rechts) im Mosel-Einzugsgebiet (Datenbasis: HYRAS-PRE v5.0, DWD, InterMet LfU RP; Referenzzeitraum 1951 bis 2020; LfU RLP).

1.2 Niederschlag an Pfingsten im Mai 2024

In einem bis zu etwa 30-stündigen Zeitraum fiel v. a. in der Süd- und Südwestpfalz, im oberen Nahe- und oberen Glan-Einzugsgebiet, im Leuk- und Ruwer-Einzugsgebiet im Kreis Trier-Saarburg und im Saarland sowie den dort westlich und südlich angrenzenden französischen Regionen großflächig ergiebiger bis extrem ergiebiger Dauerregen mit Niederschlagsmengen von 60 bis über 100 mm (vgl. Abbildung 3). Darüber hinaus fielen in einem diese Regionen umschließenden Band vom südlichen Rheinhessen bis in die Westeifel sowie in weiten Bereichen des französischen und luxemburgischen Mosel-Einzugsgebietes großflächig Niederschlagsmengen von etwa 30 bis 60 mm. In Rheinland-Pfalz nahmen die Niederschlagsmengen in Richtung Nordosten des Landes deutlich ab.

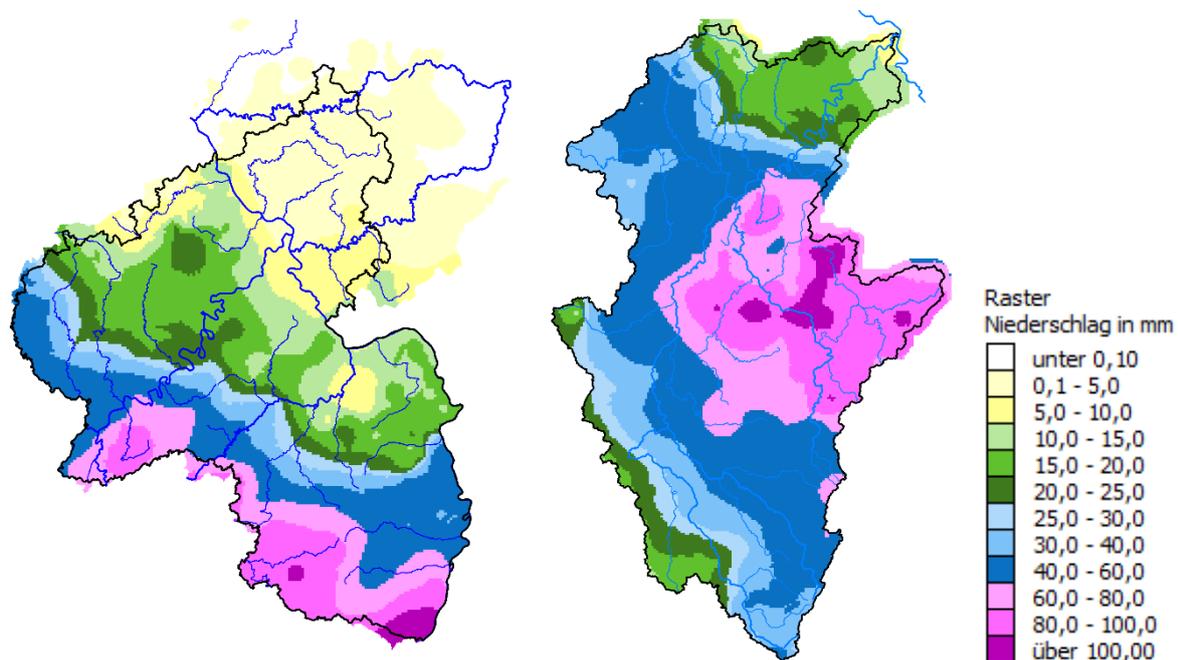


Abbildung 3: Räumliche Verteilung der Niederschlagssummen [mm] in Rheinland-Pfalz (links) und im Mosel-Einzugsgebiet (rechts) vom 16.05.2024 23:00 Uhr bis 18.05.2024 05:00 Uhr MESZ (Datenbasis: InterMet – interpolierte Stationsdaten, LfU RLP).

Die Auswertung der Gebietsniederschläge (Tabelle 1) in ausgewählten Warnregionen zeigt, dass die 30-stündigen Niederschlagssummen in fünf Regionen über der mittleren Monatssumme für den Mai der Referenzperiode 1991 bis 2020 lagen. Hierzu zählten die Regionen „Wieslauter-EZG (1)“, „Rheinzuflüsse der Südpfalz (2)“ sowie „Ruwer- und Leuk-EZG (21)“ und mit noch deutlicheren Überschreitungen die Regionen „Oberes Schwarzbach-EZG (19)“ sowie „Hornbach und Unteres Schwarzbach-EZG (20)“ (EZG = Einzugsgebiet). Im oberen Glan-Einzugsgebiet (8) wurde ein 30-stündiges Gebietsmittel nahe der mittleren Mai-Monatssumme erreicht.

Tabelle 1: Gebietsniederschlag [mm] im Zeitraum 16.05.2024 23:00 Uhr bis 18.05.2024 05:00 Uhr MESZ in ausgewählten rheinland-pfälzischen Warnregionen im Vergleich zur langjährigen mittleren Monatssumme im Mai.

Gebiets-ID	Warnregion	30 h-Summe (InterMet LfU)	Mittlere Monatssumme Mai (HYRAS-DE-PRE v5.0 DWD 1991-2020)
5	Vorderpfalz (Isenach, Eckbach, Floßbach)	44	56
4	Vorderpfalz (Unterer Speyerbach)	48	59
3	Oberes Speyerbach-EZG	55	68
2	Rheinzuflüsse der Südpfalz	77	68
1	Wieslauter-EZG	82	76
19	Oberes Schwarzbach-EZG	85	74
20	Hornbach und Unteres Schwarzbach-EZG	90	71
9	Zuflüsse des unteren Glan	33	64
8	Oberes Glan-EZG	62	66
10	Oberes Nahe-EZG	43	70
25	Moselzuflüsse und Drohn-EZG	52	71
21	Ruwer- und Leuk-EZG	73	71
18	Zuflüsse der unteren Sauer	41	65

Einige Messstationen in Rheinland-Pfalz und im Saarland registrierten Niederschlagsmengen von mehr als 100 mm in 24 Stunden. Über den Ereigniszeitraum wurden Niederschlagsmengen erfasst mit Wiederkehrzeiten bis über 100 Jahre und einem Starkregenindex von 7, wie aus Tabelle 2 für ausgewählte Messstationen zu entnehmen ist. Zum Vergleich ist in Tabelle 2 das langjährige Mittel der Mai-Monatssumme in Rheinland-Pfalz aufgeführt (Bezugszeitraum 1991 – 2020).

Tabelle 2: Ausgewählte Messstationen mit Niederschlagsmengen, Wiederkehrzeit und Starkregenindex (Randstunden mit Niederschlagsmengen < 0,5 mm nicht einbezogen).

Station / Gebiet	Zeitraum (MESZ)	Dauer	Höhe [mm]	Jährlichkeit*	SRI**
Büchelberg-Kläranlage (WWV RLP) / Heilbach > Rhein	16.05.2024 23:00 Uhr – 18.05.2024 05:00 Uhr	30 h	118	> 100	7
Pirmasens (DWD) / Hornbach > Schwarzbach	17.05.2024 01:00 Uhr – 18.05.2024 03:00 Uhr	26 h	105	~ 100	7
Saarbrücken-Burbach (DWD) / Saar	17.05.2024 00:00 Uhr – 18.05.2024 01:00 Uhr	25 h	109	> 100	7
Kell am See (WWV RLP) / Ruwer	17.05.2024 05:00 Uhr – 18.05.2024 02:00 Uhr	21 h	90	~ 50	6
Langjähriges Mittel Monat Mai in RLP (zum Vergleich) (HYRAS-DE-PRE v5.0 DWD 1991 – 2020)	01.05. - 31.05.2024	31 Tage	65		

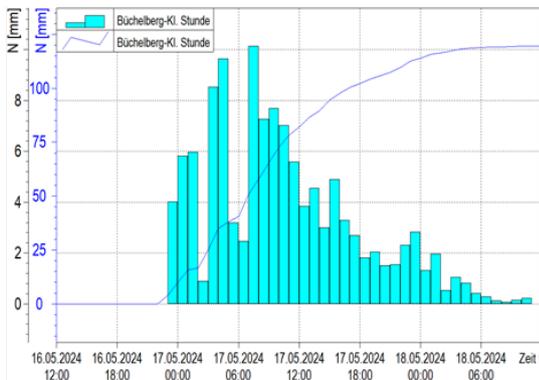
* Abschätzung basierend auf KOSTRA-DWD-2020 (JUNGHÄNEL et al. 2022)

** Einordnung SRI nach (SCHMITT et al. 2018)

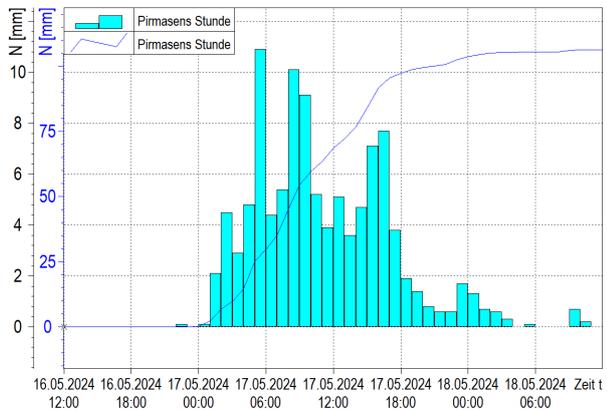
Der Niederschlagszeitraum betrug je nach Region etwa 21 bis 30 Stunden, wenn Randstunden zu Beginn und zum Ende des Ereignisses mit Niederschlagsmengen < 0,5 mm nicht berücksichtigt werden, wie bei der Auswertung der ausgewählten Messstationen geschehen (vgl. Tabelle 2).

Das sich am 16.05.2024 aus dem Süden in Richtung Rheinland-Pfalz und Saarland verlagernde Niederschlagsgebiet erreichte gegen späten Abend bzw. in der Nacht auf den 17.05.2024 die südliche Pfalz, sodass die Niederschlagsmessstation Büchelberg-Kläranlage (Wasserwirtschaftsverwaltung (WWV RLP)) ab 23:00 Uhr MESZ den ersten Regen registrierte (vgl. Abbildung 4). Die höchsten Niederschlagsintensitäten bis etwa 10 mm in einer Stunde traten hier bis Freitagmittag (17.05.2024) auf, der Regen dauerte aber noch bis in die Frühstunden des Samstags (18.05.2024) an.

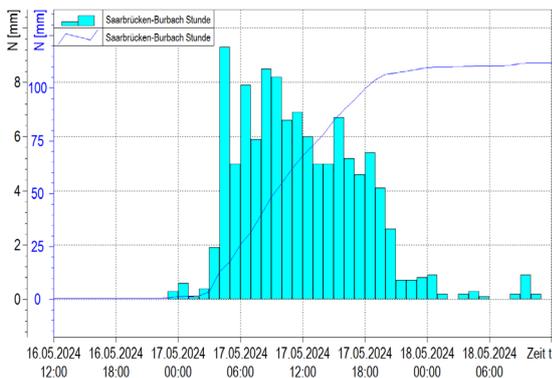
Station Büchelberg-Kl. (Südpfalz), WWV RLP (Rheinzuflüsse der Südpfalz)



Station Pirmasens (Südwestpfalz), DWD (Hornbach und Unteres Schwarzbach-EZG)



Station Saarbrücken-Burbach (Saarland), DWD (Saar)



Station Kell am See (Trier-Saarburg), WWV RLP (Ruwer- und Leuk-EZG)

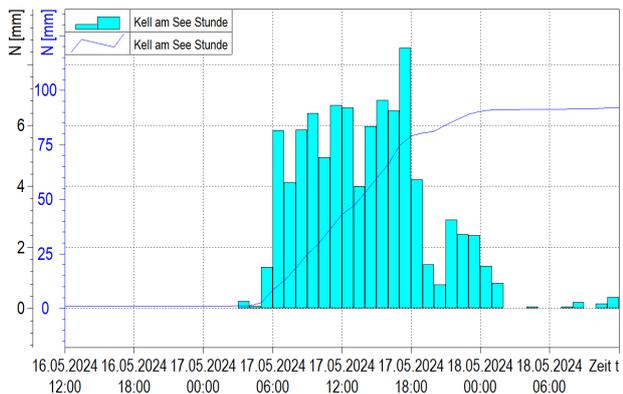


Abbildung 4: Stündliche Niederschlagssummen [mm] und Gesamtsumme [mm] vom 16.05.2024 12:00 Uhr bis 18.05.2024 12:00 Uhr MESZ an den Messstationen Büchelberg-Kläranlage (WWV RLP), Pirmasens (DWD), Saarbrücken-Burbach (DWD) und Kell am See (WWV RLP) (Datenbasis: Messdaten DWD und WWV RLP).

In der Südwestpfalz wurde an der Station Pirmasens (Deutscher Wetterdienst (DWD)) der erste nennenswerte Niederschlag am 17.05.2024 ab ca. 01:00 Uhr MESZ gemessen, die höchsten Niederschlagsintensitäten bis etwa 11 mm pro Stunde wurden am Freitagvormittag registriert, aber auch am Nachmittag hielt der Dauerregen mit weiterhin z. T. höheren Intensitäten bis etwa 7,5 mm pro Stunde an und endete erst in der Nacht zum Samstag. Im Saarland begann der Regen an der Station Saarbrücken-Burbach (DWD) etwa um Mitternacht vom 16.05. auf den 17.05.2024 mit zunächst geringen Mengen. Die Niederschlagsintensitäten nahmen ab ca. 04:00 Uhr MESZ deutlich zu und bewegten sich bis 13:00 Uhr MESZ fast ausschließlich auf einem Niveau zwischen etwa 6 und 9 mm pro Stunde. Bis 20:00 Uhr MESZ regnete es hier mit deutlichen Intensitäten zwischen ca. 4 und 7 mm pro Stunde weiter und der Dauerregen endete schließlich in der Nacht auf Samstag. Weiter nördlich wurden an der Station Kell am See (WWV RLP) im Ruwer-Einzugsgebiet nennenswerte Niederschläge am Freitagmorgen ab ca. 05:00 Uhr MESZ (17.05.2024) registriert. Bis zum frühen Freitagabend regnete es mit wechselnden Intensitäten zwischen etwa 4 und 8,5 mm in der Stunde, bis in die Nacht auf Samstag dauerte der Regen mit geringeren Intensitäten weiter an.

1.3 Starkregen an Pfingsten im Mai 2024

In Rheinland-Pfalz trat am 18.05.2024 schauerartiger, von Gewittern durchsetzter Regen auf und am 19.05.2024 (Pfingstsonntag) bildeten sich tagsüber zahlreiche Gewitter mit lokalem Starkregen.

Die in Abbildung 5 dargestellten Niederschlagssummen wurden aus stündlichen – auf Radarmessungen basierenden- RADOLAN-RW-Daten des DWD abgeleitet. Typischerweise kann die Verteilung kleinräumiger Gewitterniederschläge mit Radarmessungen besser dargestellt werden, sodass hier auf eine Darstellung der Niederschlagsverteilung auf Basis einer Interpolation der Stationsdaten verzichtet wird.

Betroffen von den Starkregenereignissen am 19.05.2024 waren verschiedene Orte in Rheinland-Pfalz und die Starkregen traten am Nachmittag bis zum Abend auf. Mitunter wurde lokal eng begrenzt sogar extrem heftiger Starkregen mit Mengen von mehr als 40 mm in einer Stunde und mehr als 60 mm in wenigen Stunden verzeichnet.

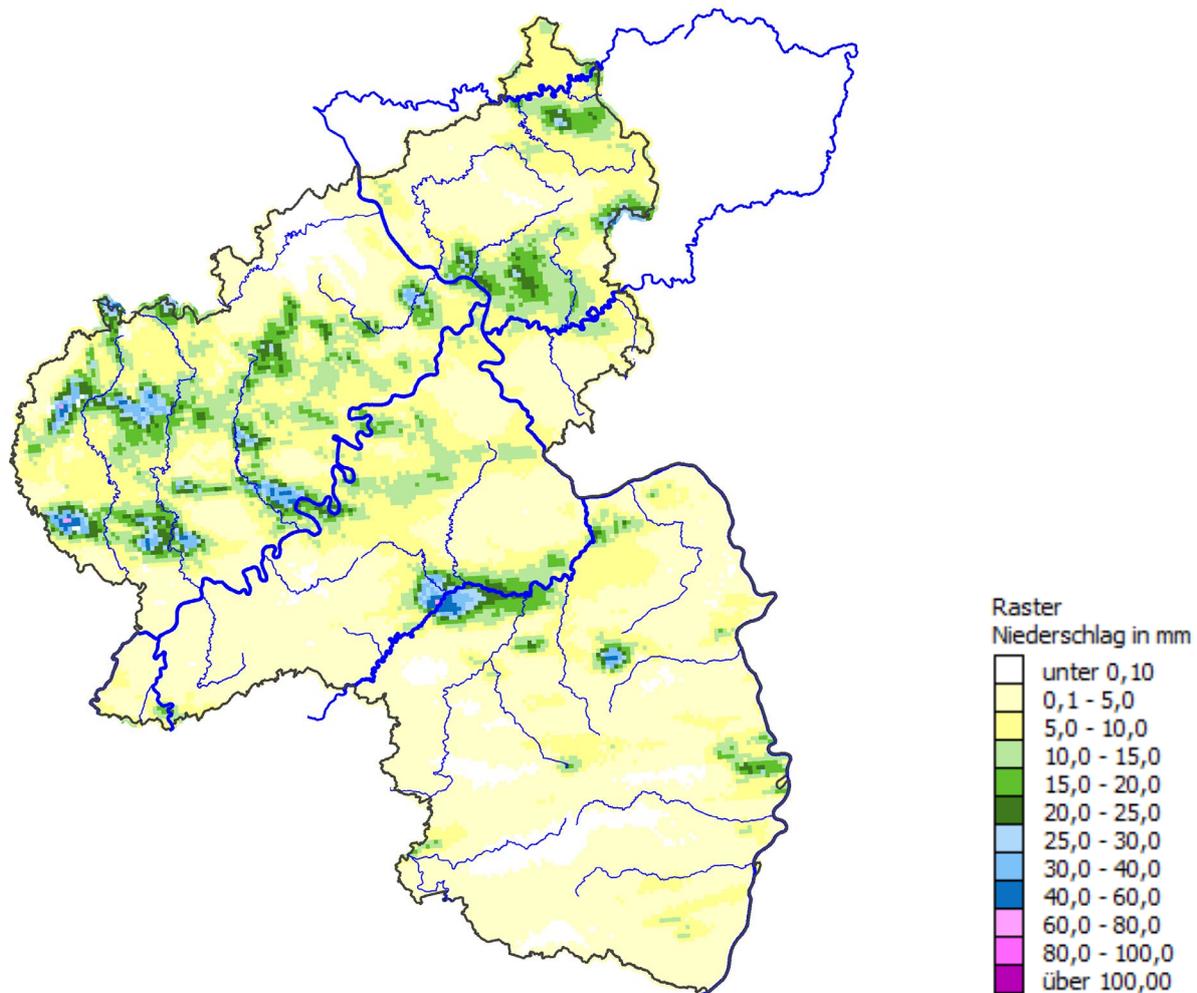
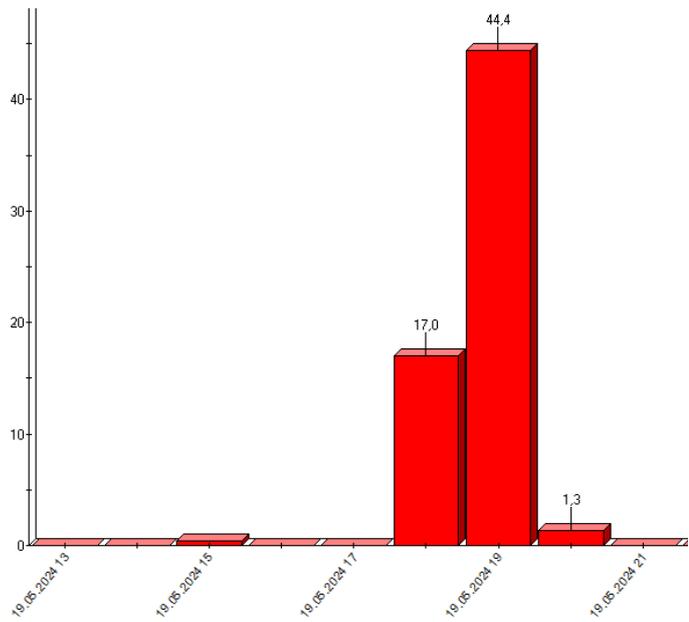
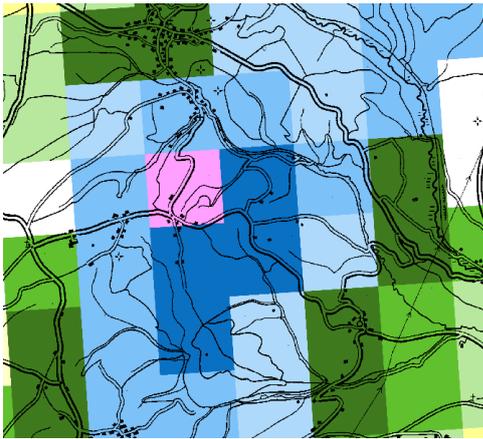


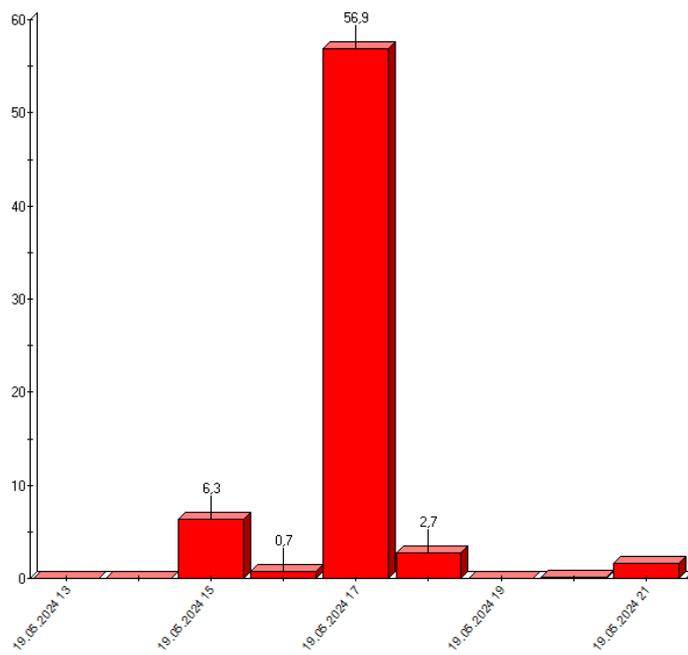
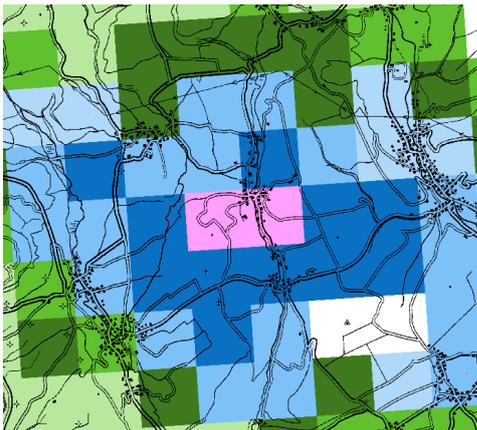
Abbildung 5: Räumliche Verteilung der 24-stündigen Niederschlagssummen [mm] in Rheinland-Pfalz am 19.05.2024 (Datenbasis: RADOLAN RW-Daten des DWD).

An den ausgewählten Orten Habscheid-Hollnich, Lahr (beide Landkreis Bitburg-Prüm) und Kirn (Landkreis Bad Kreuznach) traten lokal extrem heftige Starkregen auf, in Abbildung 6 sind die räumlichen Niederschlagssummen für den 19.05.2024 dargestellt. Auch das zeitliche Auftreten der Starkniederschläge und die stündlichen Niederschlagssummen an diesen drei Orten lassen sich den folgenden Grafiken entnehmen.

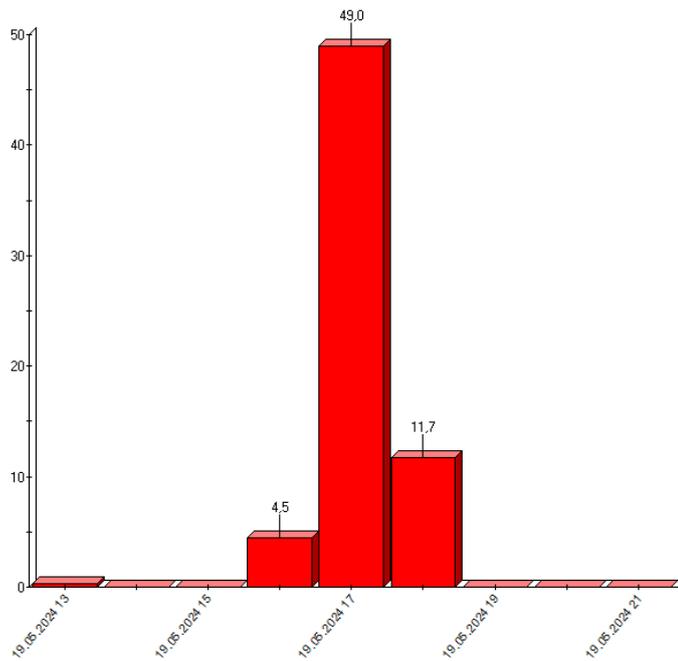
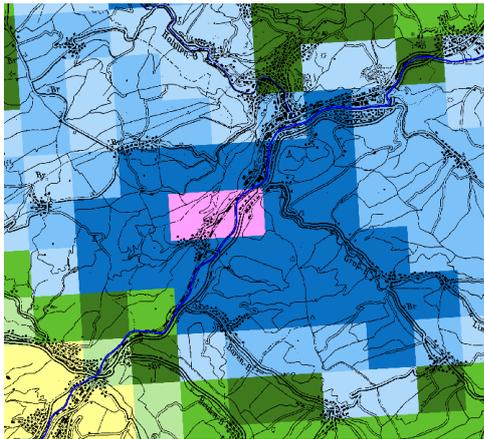
Habscheid-Hollnich (Kreis Bitburg-Prüm):



Lahr (Kreis Bitburg-Prüm):



Kirn (Kreis Bad Kreuznach):



Raster
Niederschlag in mm

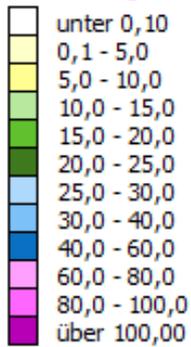


Abbildung 6: Räumliche Verteilung der 24-stündigen Niederschlagssummen [mm] in den Regionen Habscheid-Hollnich, Lahr und Kirn am 19.05.2024 (links) und stündliche Niederschlagssummen [mm] am 19.05.2024 von 12:00 bis 21:00 Uhr MEZ für das jeweilige Rasterfeld mit der höchsten Gesamtsumme (rechts) (Datenbasis: RADOLAN RW-Daten des DWD; Rasterzellen-Größe 1km²).

In Tabelle 3 zeigt sich, dass die ausgewählten Ereignisse eine Wiederkehrzeit von über 100 Jahren aufwiesen. Für jedes Gebiet wurden dabei zwei Niederschlagsdauern ausgewertet. Der extrem heftige Starkregen in Lahr erreichte sogar einen Starkregenindex von 9 bei einer betrachteten Dauer von einer Stunde. Dies entspricht der Starkregen­kategorie „extremer Starkregen“, der Stundenwert von 56,9 mm betrug etwa das 1,42-fache eines 100-jährlichen Ereignisses. Zum Vergleich ist in der Tabelle 3 zusätzlich das langjährige Mittel der Mai-Monatssumme in Rheinland-Pfalz angeführt (Bezugszeitraum 1991 – 2020).

Tabelle 3: Ausgewählte Starkregenereignisse am 19.05.2024 mit Niederschlagsmengen, Wiederkehrzeit und Starkregenindex (jeweiliges RW-Rasterfeld mit der höchsten Gesamtsumme).

RW-Rasterzelle Gebiet	Datum	Dauer	Höhe [mm]	Jährlichkeit*	SRI**
Habscheid-Hollnich	19.05.2024	1 h	44,4	> 100	7
Habscheid-Hollnich	19.05.2024	3 h	62,7	> 100	7
Lahr	19.05.2024	1 h	56,9	>> 100	9
Lahr	19.05.2024	4 h	66,6	> 100	7
Kirn	19.05.2024	1 h	49,0	> 100	7
Kirn	19.05.2024	3 h	65,2	> 100	7
Langjähriges Mittel Monat Mai in RLP (zum Vergleich) (HYRAS-DE-PRE v5.0 DWD 1991 – 2020)	01.05. - 31.05.2024	31 Tage	65		

* Abschätzung basierend auf KOSTRA-DWD-2020 (JUNGHÄNEL et al. 2022)

** Einordnung SRI nach (SCHMITT et al. 2018)

Der extrem heftige Starkregen führte an Pfingstsonntag im Raum Kirn (Kirner Land) zu Überflutungen und Erdrutschen. Besonders betroffen von den Überflutungen war der Stadtteil Kirn-Sulzbach.

2 HOCHWASSERVERLAUF

2.1 Schwarzbach-Einzugsgebiet

Durch den in der zweiten Nachthälfte zum 17.05.2024 einsetzenden Dauerregen auf bereits feuchte Böden stieg der Wasserstand an den Pegeln im Schwarzbach-Einzugsgebiet ab den frühen Morgenstunden des 17.05.2024 stark an. Am Pegel Steinalben / Queidersbach und den Felsalbe-Pegeln Eichelsbacher Mühle und Walshausen fielen bzw. stagnierten die Wasserstände am Vormittag einige Stunden bevor sie bis zum frühen Abend weiter anstiegen. Die Höchststände wurden an den Oberläufen von Schwarzbach und Hornbach am 17.05.2024 zwischen 14:00 und 22:00 Uhr MESZ erreicht, am Hornbach-Pegel Althornbach 2 und am Schwarzbach-Pegel Thaleischweiler am 18.05.2024 um 02:00 bzw. 05:00 Uhr MESZ und am Schwarzbach-Pegel Contwig erst am Abend des 18.05.2024 (Abbildung 7, Tabelle 5). In Contwig stagnierten die Wasserstände in der Nacht auf den 18.05.2024 etwa 10 Stunden lang im Bereich eines 10-jährlichen Hochwassers, bevor sie ab dem Vormittag des 18.05.2024 nochmals einen guten halben Meter anstiegen und am Abend einen Höchststand von 411 cm im Bereich eines 120-jährlichen Hochwassers erreichten. Diese Besonderheit einer nachlaufenden Welle wird auch für andere Hochwasserereignisse am Pegel Contwig beobachtet und wird vermutlich durch einen bisher noch nicht genauer bekannten, überflutungsbedingten Retentionseffekt zwischen den Pegeln Thaleischweiler und Contwig verursacht. Im Hochwasservorhersagemodell kann diese besondere Form der Hochwasserwelle bisher nur ansatzweise nachgebildet werden (siehe Kapitel 3.1).

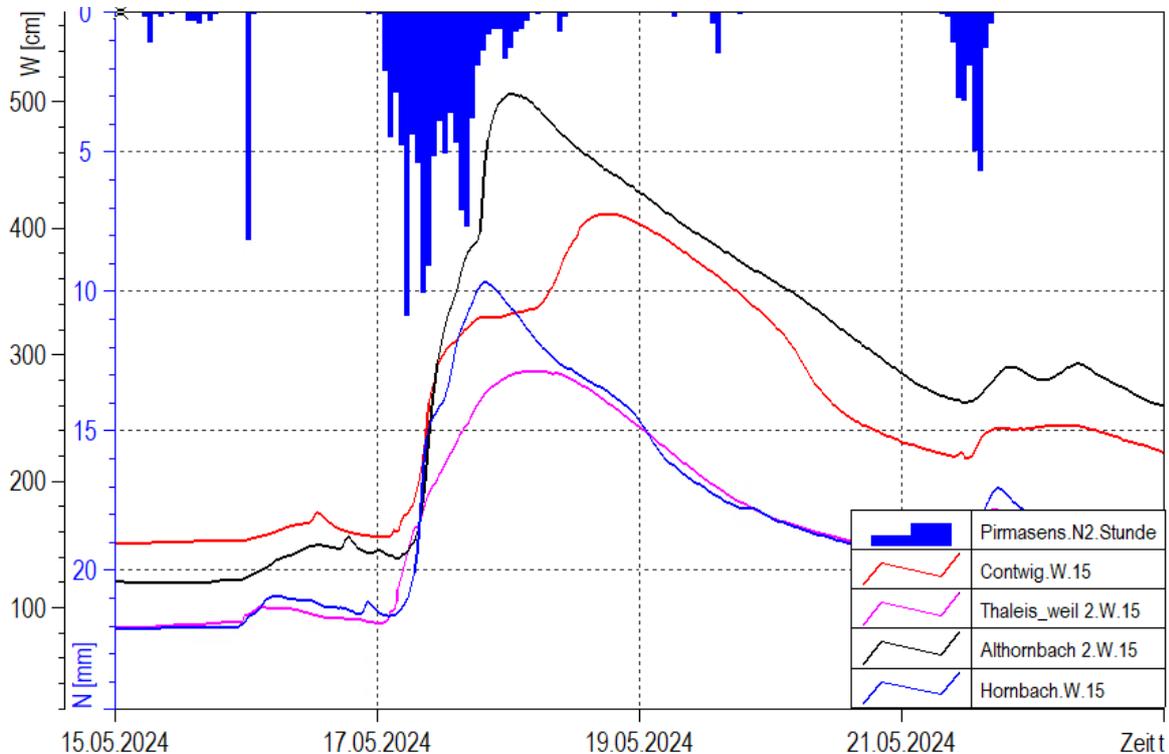


Abbildung 7: Niederschlag an der Messstation Pirmasens und Abflussreaktion an vier Pegeln im Schwarzbach-Einzugsgebiet.

Während des Hochwassers wurde im Schwarzbach-Einzugsgebiet kein Pegel zerstört oder beschädigt. Weitere Details dazu finden sich in Kapitel 2.5.

2.2 Ruwer- und Leuk-Einzugsgebiete

Das Dauerregengebiet erstreckte sich nach Norden hin bis in den Bereich der Mündung der Saar in die Mosel (Saargau und Westhunsrück). An Leuk, Ruwer und zahlreichen weiteren kleinen Flüssen in diesem Bereich stieg der Wasserstand ab dem Vormittag des 17.05.2024 stark an. Am Ruwer-Pegel Hentern wurde der Höchststand am Abend des 17.05.2024 im Bereich eines 25-jährlichen Hochwassers erreicht. Am Ruwer-Pegel Kasel 3 stieg der Wasserstand bis etwa 02:00 Uhr MESZ des 18.05.2024 bis in den Bereich eines 50-jährlichen Hochwassers (Abbildung 8, Tabelle 5).

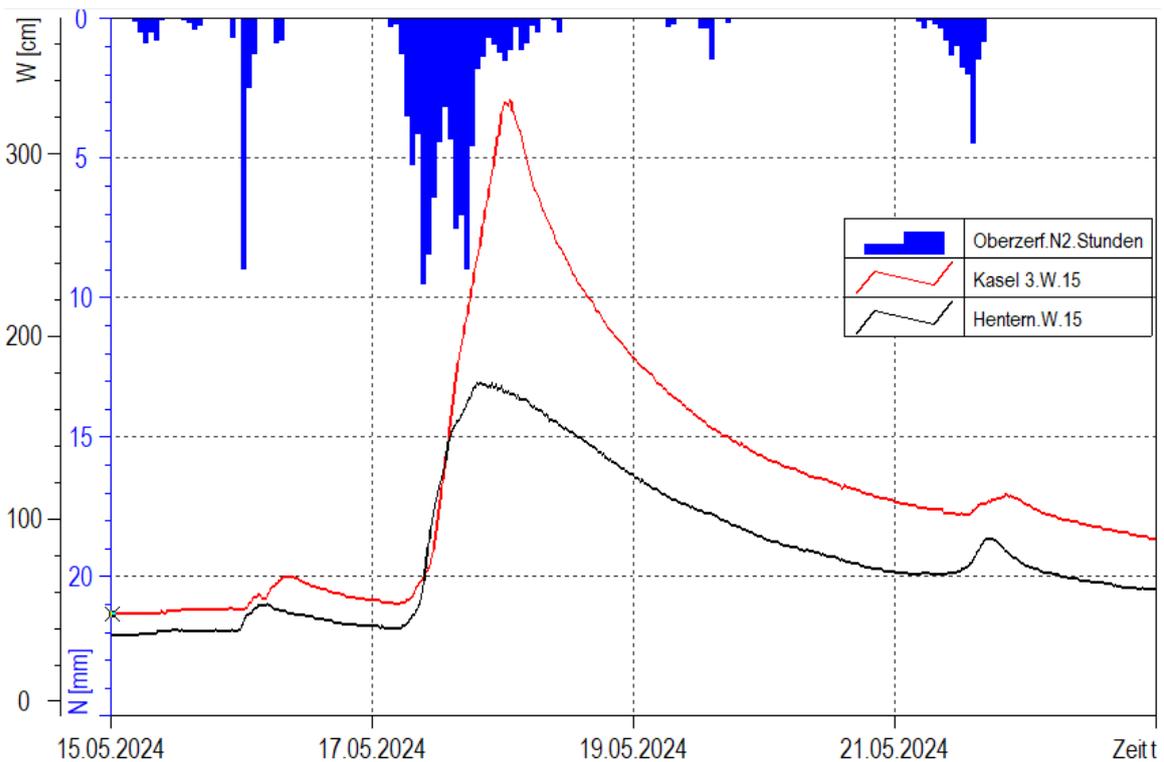


Abbildung 8: Niederschlag an der Messstation Oberzerf und Abflussreaktion an zwei Pegeln an der Ruwer.

2.3 Saar und Mosel

Da der Schwerpunkt des Dauerregens am 17.05.2024 relativ mittig über dem Saar-Einzugsgebiet lag (Abbildung 3) stiegen die Wasserstände an der Saar ab dem Morgen des 17.05.2024 und jene an der Mosel ab dem späten Vormittag des 17.05.2024 sehr stark und schnell an (Abbildung 9). Am Saar-Pegel Fremersdorf betrug der Wasserstandsanstieg innerhalb von 12 Stunden über vier Meter. Der Höchststand von 770 cm wurde in Fremersdorf am Vormittag des 18.05.2024 erreicht und liegt über dem Wert eines 50-jährlichen Hochwassers (740 cm) (Tabelle 4).

Am Mosel-Pegel Trier stieg der Wasserstand infolge des Saar-Hochwassers ab dem Vormittag des 17.05.2024 innerhalb von 12 Stunden über vier Meter an und anschließend durch die Überlagerung der Zuflüsse der französischen Mosel und der Sauer innerhalb von 24 Stunden nochmals über einen Meter. Der Höchststand von 960 cm trat am 18.05.2024 nachmittags ein und lag etwas unterhalb eines 10-jährlichen Hochwassers (1.000 cm). Bis Cochem hatte sich die Welle etwas abgeflacht, so dass der Maximalabfluss dort etwas geringer als in Trier war: Der Höchststand von 817 cm am Vormittag des 19.05.2024 lag hier deutlich unterhalb des Wertes eines 10-jährlichen Hochwassers.

Der Zufluss der Saar lieferte bei diesem Moselhochwasser die weitaus größte Abflussmenge. Am Saar-Pegel Fremersdorf umfasste der Scheitelabfluss rund 1.360 m³/s, was knapp der Hälfte des Scheitelabflusses am Pegel Trier mit rund 2.750 m³/s entspricht. Die französische Obermosel sowie die Sauer lieferten hingegen einen verhältnismäßig geringen Beitrag zur Hochwasserwelle. An der Sauer war die Meldehöhe nicht erreicht worden.

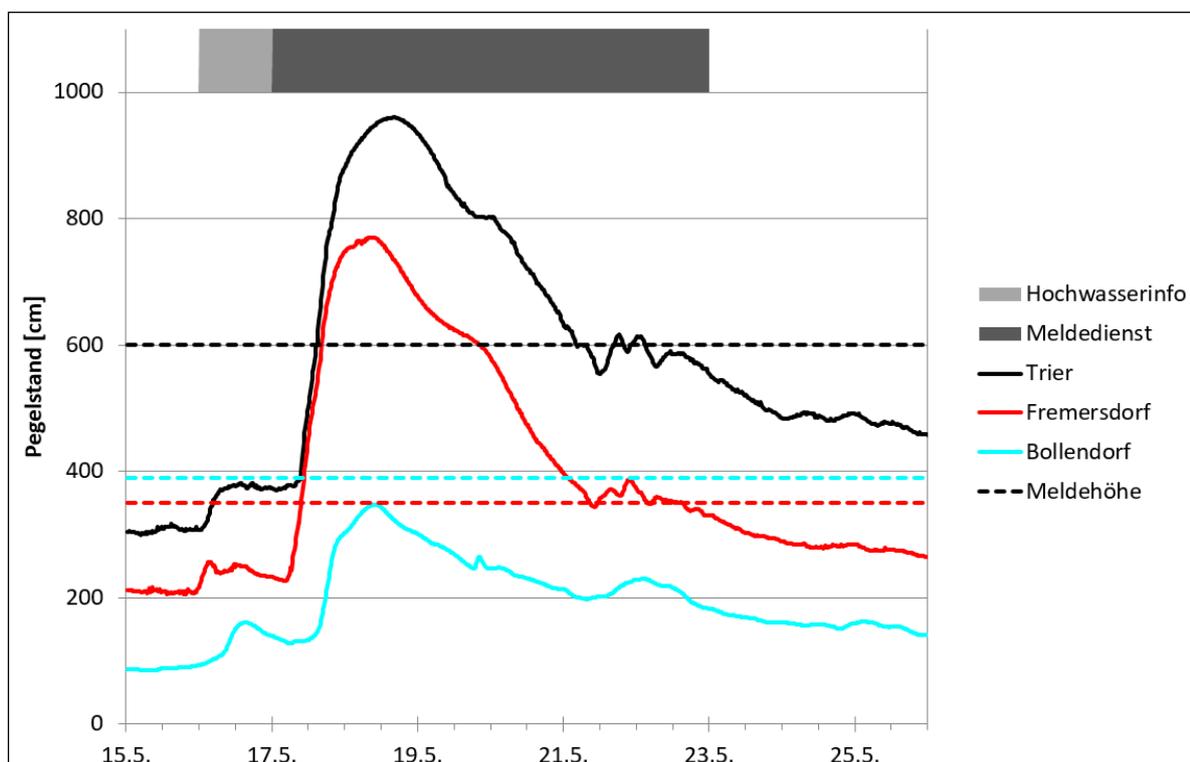


Abbildung 9: Zeitlicher Verlauf der Hochwasserwellen und des Meldedienstes an der Mosel.

**Tabelle 4: Kennwerte wichtiger Pegel im Mosel-Einzugsgebiet.
Werte für Pegel an kleineren Moselzuflüssen siehe Tabelle 5.**

Pegel	Meldehöhe [cm]	W [cm]	Q [m³/s]	Datum Uhrzeit (MESZ)	Jährlichkeit
Mosel-EZG					
Perl	-	510	824	18.05.2024 04:00 Uhr	< HQ2
Trier	600	960	2.750	18.05.2024 17:00 Uhr	ca. HQ10 (1910-1995)
Cochem	-	817	2.730	19.05.2024 10:15 Uhr	HQ5 – HQ10
Bollendorf / Sauer	350	347	339	18.05.2024 10:15 Uhr	< HQ2
Rosport / Sauer	-	505	418	18.05.2024 13:00 Uhr	< HQ2
Fremersdorf / Saar	390	770	1.360	18.05.2024 10:00 Uhr	> HQ50

2.4 Höchststände und Jährlichkeiten

In Tabelle 5 sind die an den Pegeln gemessenen Höchststände (Wasserstand) sowie die den aktuell gültigen Wasserstand-Durchfluss-Beziehungen entsprechenden Abflüsse aufgeführt. Die statistische Einordnung der Hochwasserscheitelabflüsse des Pfingsthochwassers erfolgte auf der Grundlage der (i. d. R.) bis 2024 verlängerten Reihe der beobachteten Jahreshöchstabflüsse, welche jeweils in Klammern angegeben sind. An den Pegeln Oberauerbach und Würschhauser Mühle 2 wurden wegen unvollständiger oder unplausibler Wasserstandsmessungen im Bereich der Höchststände die Ganglinien anhand der Daten des redundanten Gebers oder anhand von Nachbarpegeln rekonstruiert.

Die Höchstwerte bildeten sich in den kleineren Einzugsgebieten der Schwarzbachzuflüsse bereits am Nachmittag oder Abend des 17.05.2024 aus. Am Schwarzbach selbst verharnte der höchste Wasserstand über mehrere Stunden am 18.05.2024, bevor er wieder abnahm.

Tabelle 5: Höchststände des Hochwassers im Mosel-Saar-Einzugsgebiet sowie im Einzugsgebiet der Wieslauter.

Pegel / Gewässer	EZG [km²]	W [cm]	Q [m³/s]	Datum Uhrzeit (MESZ)	Jährlichkeit (Reihe)
Schwarzbach-EZG					
Steinalben / Queidersbach	32,4	122	7,29	17.05.2024 19:30 Uhr	ca. 110 (1995 – 2024)
Thaleischweiler 2 / Schwarzbach	379	287	26,6	18.05.2024 05:00 – 06:15 Uhr	40 – 50 (1973 – 2024) mit Daten von Pegel Thaleischweiler 1
Contwig / Schwarzbach	530	411	63,2	18.05.2024 19:15 Uhr	120 – 130 (1953 – 2024)
Würschhauser Mühle 2 / Wallhalbe	58,1	238	10,3	17.05.2024 20:30 – 21:15 Uhr	140 – 150 (1969 – 2024) mit Daten von Pegel Würschhauser Mühle 1)

Pegel / Gewässer	EZG [km ²]	W [cm]	Q [m ³ /s]	Datum Uhrzeit (MESZ)	Jährlichkeit (Reihe)
Oberauerbach / Auerbach	73,9	311	54,8	17.05.2024 21:30 – 22:15 Uhr	90 – 100 (1980 – 2024)
Althornbach 2 / Hornbach	424	507	165	18.05.2024 01:45 Uhr	ca. 50 (1964 – 2024) (mit Daten von Pegel Althornbach 1)
Eichelsbacher Mühle / Felsalbe	28,4	189	12,5	17.05.2024 17:15 Uhr	< 30 (1973 – 2024)
Walshausen / Felsalbe	69,4	384	35,0	17.05.2024 20:30 Uhr	ca. 40 (1977 – 2024)
Bickenalbe / Bickenalb	65,4	265	20,5	17.05.2024 14:15 – 15:15 Uhr	k. A.
Hornbach / Schwalb	111	357	34,3	17.05.2024 20:30 – 21:15 Uhr	40 - 50 (1973 - 2024)
Saar-EZG					
Saarburg 2 / Leuk	76,0	266	53,7	17.05.2024 22:00 Uhr	40 – 50 (1963 – 2024) (mit Daten von Pegel Saarburg 1)
Ruwer-EZG					
Hentern / Ruwer	102	175	46,0	17.05.2024 20:15 Uhr	ca. 25 (1973 – 2024)
Kasel 3 / Ruwer	222	330	93,6	18.05.2024 02:15 Uhr	50 – 60 (1986 – 2024)
Zerf / Großbach	27,2	134	13,9	17.05.2024 19:30 Uhr	60 – 70 (1980 – 2024)
EZG weiterer Moselzuflüsse					
Fastrau / Feller Bach	47,5	126	12,6	18.05.2024 02:45 Uhr	ca. 30 (2006 – 2024)
Rhein-EZG					
Bobenthal / Wieslauter	253	221	13,0	18.05.2024 08:45 – 12:00 Uhr	30 – 40 (1956 – 2022)

An den meisten betroffenen Pegeln im Einzugsgebiet des Schwarzbaches wurden die bisherigen höchsten beobachteten Wasserstände (HW) beim Pfingsthochwasser 2024 überschritten. Tabelle 6 stellt die bisherigen HW-Werte den Höchstwerten im Mai 2024 gegenüber. Besonders große Differenzen zu den bisherigen HW-Werten wurden an den Pegeln Oberauerbach / Auerbach mit 45 cm und Walshausen / Felsalbe mit 93 cm beobachtet. Beim Pegel Althornbach 2 ist zu beachten, dass der in der Tabelle 6 angegebene Wasserstand am 21.12.1993 am (bei höheren Wasserständen umlaufenden) Vorgängerpegel Althornbach 1 gemessen wurde. Da die Standorte beider Pegel nicht identisch sind, lassen sich die Wasserstände in diesem Fall nur bedingt vergleichen.

Auch am Pegel Saarburg 2 an der Leuk wurde der bisherige HW-Wert um 39 cm und damit deutlich überschritten. Für Pegel Fastrau am Feller Bach gibt es mit dem Hochwasser im Mai 2024 nun ebenfalls einen neuen höchsten beobachteten Wasserstand.

An den Pegeln im Ruwer-Einzugsgebiet gab es keine Überschreitungen der bisherigen Höchstwerte vom 23.01.1995, am Pegel Kasel 3 wurde allerdings mit 330 cm am 18.05.2024 der bisherige beobachtete Höchstwert exakt erreicht.

Tabelle 6: Gegenüberstellung bisheriger HW und im Mai 2024 beobachteter Höchstwerte (grün markierte Pegel: im Mai 2024 höchste bisher gemessene Hochwasser).

Pegel	HW (alt) in cm	Datum	HW (2024) in cm
Steinalben	112	26.01.1995	122
Thaleischweiler 2	282	21.12.1993	287
Contwig	406	21.12.1993	411
Würschhauser Mühle 2	215	07.01.2011	238
Oberauerbach	266	21.12.1993	311
Althornbach 2	474*	21.12.1993	507
Eichelsbacher Mühle	197	21.12.1993	189
Walshausen	291	07.02.2022	384
Bickenalbe	240	08.04.2022	265
Hornbach	378	15.10.1981	357
Saarburg 2	225	23.01.1995	266
Hentern	200	23.01.1995	175
Kasel 3	330	23.01.1995	330
Zerf	142	23.01.1995	134
Fastrau	111	04.06.2016	126
Bobenthal	223	12.05.1970	221

* *Wasserstand am Pegel Althornbach 1*

In einem Teil des Schwarzbach-Einzugsgebietes, an Leuk, Ruwer, Feller Bach und an der Wieslauter, wies das Hochwasser vom Mai 2024 Jährlichkeiten zwischen 25 und 60 Jahren auf, meistens lag die Jährlichkeit jedoch bei 30 bis 40 Jahren.

Innerhalb des Schwarzbachgebietes sind deutliche Unterschiede hinsichtlich der Jährlichkeit des Pfingsthochwassers erkennbar. Während für die Felsalbe, die Schwalb, den Hornbach und den Pegel Thaleischweiler im Oberlauf des Schwarzbaches vergleichbar geringe Jährlichkeiten berechnet wurden, fallen neben dem Pegel Contwig am Unterlauf des Schwarzbaches, die Pegel Steinalben am Queidersbach, Würschhauser Mühle an der Wallhalbe und Oberauerbach am Auerbach, also die Pegel an den nördlichen Schwarzbachzuflüssen durch deutlich höhere Jährlichkeiten im Bereich von 90 bis 150 Jahren auf. Unterschiedliche Jährlichkeiten für ein und dasselbe Hochwasser an verschiedenen Pegeln in räumlicher Nähe zueinander können ihre Ursache zum einen in unterschiedlich langen Beobachtungs-/Auswertungszeiträume haben.

Zum anderen wirken sich die Größenordnungen des betrachteten Hochwassers im Vergleich zu den übrigen Hochwasserereignissen im Auswertungszeitraum stark auf die statistische Einordnung aus. Unterschiede können außerdem in den Vorfeuchten und der Niederschlagsverteilung begründet sein. Nicht zuletzt spielt die Wahl der Verteilungsfunktion in Kombination mit der Parameterschätzmethode eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Am Pegel Althornbach haben sich die statistischen Werte durch das Ereignis vom Mai 2024 stark verändert. Das Ereignis vom 21.12.1993, welches vor Auftreten des Pfingsthochwassers eine Jährlichkeit von > 100 Jahren hatte, hat nach aktuellem Stand „nur noch“ eine Jährlichkeit von 60 bis 70 Jahren. Das Ereignis im Mai 2024, dessen Scheitelabfluss nach aktuell gültiger W-Q-Beziehung noch unter dem von 1993 lag, weist trotz des höheren Wasserstandes (siehe Anmerkung * in Tabelle 6) eine Jährlichkeit von ca. 50 Jahren auf.

Auch die HQ100-Werte und die statistischen Abflüsse kleinerer Jährlichkeiten haben sich durch das Ereignis im Mai 2024 zum Teil deutlich verändert. Die HQ100-Werte folgender Pegel sind gegenüber der bisher gültigen Auswertung größer geworden: Thaleischweiler, Contwig, Würschhauser Mühle, Oberauerbach, Althornbach 2, Walshausen, Hornbach, Saarburg 2, Hentern und Kasel 3.

2.5 Pegelaufzeichnungen und Ausfälle

An den Pegeln Steinalben, Thaleischweiler 2 (vgl. Abbildung 10), Contwig, Hornbach und Althornbach sowie an den Pegeln Zerf, Saarburg 2 und Fastrau wurde das Hochwasser sowohl von den Hauptsensoren als auch von den redundanten Sensoren vollständig und richtig aufgezeichnet.



Abbildung 10: Pegel Contwig / Schwarzbach (Foto: SGD Süd Regionalstelle Kaiserlautern)

Am Pegel Oberauerbach wurde das Hochwasser zwar vom redundanten Geber komplett aufgezeichnet, der Hauptsensor (Winkelcodierer) konnte jedoch bauartbedingt den Höchststand nicht vollständig aufzeichnen. Hier soll stattdessen künftig eine Drucksonde eingebaut werden.

Am Pegel Althornbach gab es wegen Störungen im Telefonfestnetz Probleme bei der Datenübertragung. Die Übertragung der Daten war ab ca. 02:00 Uhr MESZ am 18.05.2024

unterbrochen. Die Daten wurden vom Pegel nachträglich gepusht, als die Telefonverbindung wieder funktionierte. Zur Erhöhung der Ausfallsicherheit soll die Datenfernübertragung von DSL auf Mobilfunk umgestellt und ergänzend eine Übertragung via Satellit eingerichtet werden.

Am Pegel Würschhauser Mühle 2 funktionierte der Hauptsensor nur eingeschränkt, da durch die hohe Sandfracht der Wallhalbe der Pegelschacht mit Sand verlegt war. Dadurch wurde der Wasserstand um knapp 80 cm zu hoch aufgezeichnet. Der redundante Geber hat zunächst richtig aufgezeichnet, wurde aber überflutet, so dass der Wasserstand im Bereich des Höchststandes nicht gemessen wurde. Zur Erhöhung der Ausfallsicherheit sollen der Winkelcodierer (Hauptgeber) durch eine Drucksonde ersetzt und der Radarsensor (redundanter Geber) oberhalb des Messsteges angebracht werden.

Am Pegel Eichelsbacher Mühle funktionierte der Hauptsensor ohne Probleme. Der redundante Geber (Winkelcodierer) konnte den Wasserstand nur verzögert aufzeichnen, da der Schacht, in dem dieser montiert ist, durch die hohe Sandfracht der Felsalbe verlegt war. Zur Erhöhung der Ausfallsicherheit soll der Winkelcodierer durch einen Radarsensor an der Brücke ersetzt werden.

Am Pegel Bickenalbe (vgl. Abbildung 11) funktionierte der Hauptsensor ohne Probleme. Der Höchststand wurde dennoch nicht richtig aufgezeichnet, da sich unter der Brücke nach Angaben der Feuerwehr vermutlich eine Verklausung durch Totholz gebildet hatte.



Abbildung 11: Pegel Bickenalbe / Bickenalb (Foto: SGD Süd Regionalstelle Kaiserslautern)

Am Pegel Hentern wurde das Hochwasser durch den Hauptgeber und den redundanten Geber komplett aufgezeichnet, die Ganglinie des Hauptgebers musste jedoch im Nachgang geringfügig korrigiert werden.

Am Pegel Kasel 3 wurde das Hochwasser durch den redundanten Geber lückenlos und korrekt aufgezeichnet. Der Hauptgeber (Schwimmer und Winkelcodierer) hat den Wasserstand nicht bis zum Höchststand aufgezeichnet, da der Schwimmer bei einem Wasserstand von 315 cm an die Bodenplatte des Schachts gestoßen ist. Schwimmer und Winkelcodierer sind inzwischen durch eine Drucksonde ersetzt worden.

2.6 Schäden an den Pegeln

Durch das Hochwasser im Mai 2024 wurden Schäden v. a. an zwei Pegeln im Ruwer-Einzugsgebiet verursacht.

Am Pegel Kasel 3 wurden große Teile der Uferböschung stark ausgespült (vgl. Abbildung 12). Das Wasser stand 7 cm im Pegelhaus.

Am Pegel Zerf wurden durch das Hochwasser 3 bis 4 Steinplatten aus der Uferböschung herausgerissen (vgl. Abbildung 13). Die Instandsetzung ist im September 2024 erfolgt.

Im Bereich des Pegels Althornbach wurde durch das Hochwasser eine Auskolkung verursacht.



Abbildung 12: Pegel Kasel 3 / Ruwer nach dem Hochwasser (Foto: SGD Nord Regionalstelle Trier)



Abbildung 13: Beschädigte Uferböschung Pegel Zerf / Großbach (Foto: SGD Nord Regionalstelle Trier)

3 HOCHWASSERVORHERSAGEN

In der Hochwasservorhersagezentrale (HVZ) des Landesamtes für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU) werden die Hochwasservorhersagen für alle Flüsse außer dem Rhein mit dem hydrologischen Wasserhaushaltsmodell LARSIM berechnet und regulär alle drei Stunden, d. h. mit jeder neuen Ensemble-Wettervorhersage (ICON-D2-EPS) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) aktualisiert. In LARSIM sind die Gebietseigenschaften (u. a. Relief, Landnutzung und aktuelle Bodenfeuchte) in hoher räumlicher Auflösung abgebildet. Im Hochwasserfall werden in der HVZ zusätzlich zu den automatischen Vorhersageberechnungen weitere Berechnungen durchgeführt (z. B. unter Verwendung unterschiedlicher Niederschlagsdaten und unterschiedlicher Einstellungen des hydrologischen Modells). Zeichnet sich kurzfristig eine Änderung in den vorhergesagten Wasserständen ab, dann werden die Vorhersagen häufiger als alle drei Stunden veröffentlicht.

Ab Mittwoch, dem 15.05.2024 verdichteten sich in den Wetterinformationen die Hinweise auf ungewöhnlich hohe Hochwasser in Rheinland-Pfalz. Unter Verwendung der numerischen ICON-Wettervorhersagen wurden mit dem LARSIM-Vorhersagemodell am Donnerstag 16.05.2024 für Freitag und Samstag größere Hochwasser für den Süden und Westen von Rheinland-Pfalz vorhergesagt. Lediglich in der Langfristvorhersage des ECMWF wurde das Hauptregengebiet am 16.05.2024 für das nördliche Rheinland-Pfalz prognostiziert. Bis zum Abend des 16.05.2024 variierten die Wettervorhersagen räumlich noch stärker, so dass es wechselweise für die Westeifel, den Westhunsrück, das Nahe- und Glangebiet sowie das Schwarzbachgebiet und die gesamte Pfalz in den Ensemble-Vorhersagen Hinweise auf 100-jährliche Hochwasser gab. Der Niederschlagsschwerpunkt in den Wettervorhersagen lag bis zu diesem Zeitpunkt eher östlich der Saar und reichte teilweise bis zum Rhein. Ab dem Abend des 16.05.2024, d. h. etwa 6 Stunden vor Niederschlagsbeginn, wurde das Hauptregengebiet relativ stabil über dem Saar-Einzugsgebiet vorhergesagt. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Vorhersagen für das Schwarzbachgebiet, die Region der Ruwer sowie für die Saar und die Mosel näher erläutert und beispielhaft gezeigt, welche Herausforderungen bei der Hochwasservorhersage bestehen und inwieweit die am 17./18.05.2024 tatsächlich eingetretenen Höchststände mit den verfügbaren Daten vorhersehbar waren.

Im Wasserhaushaltsmodell werden bis zum Vorhersagezeitpunkt gemessene Niederschläge als Eingangsdaten verwendet, entweder das Niederschlagsprodukt InterMet (interpolierte Stationsdaten, LfU RLP) oder die Radarprodukte RADOLOPE (zur Anwendung im Mosel-Einzugsgebiet im LfU zusammengesetztes Radarprodukt aus RADOLAN-RW des DWD und ANTILOPE von Météo France) oder RADOLAN-EW des DWD (mitteleuropäisches RADOLAN-Kompositprodukt). Aufgrund der unterschiedlichen Verfahren können je nach Wettersituation, Güte der einfließenden Messungen und Berechnungsalgorithmen zwischen den genannten Niederschlagsprodukten gerade in kleineren Einzugsgebieten beträchtliche Unterschiede in den Niederschlägen bestehen.

Ab dem Vorhersagezeitpunkt (VZP) werden die meteorologischen Ensemble-Vorhersagen des ICON-D2-EPS (DWD) als Eingangsdaten für die operationelle Berechnung der Hochwasservorhersagen verwendet. Seit Anfang 2023 werden diese hydrologischen Ensemble-

Vorhersagen für den Kurzfristbereich durch die HVZ als Vorhersage mit Vorhersagebandbreite für alle sog. Vorhersagepegel veröffentlicht. Die vorhergesagten Wasserstände und Abflüsse werden im Internet als Perzentil-Zeitreihe (10 %- bis 90 %-Perzentil) mit dem Median (50 %-Perzentil) als magentafarbene Linie dargestellt. Da die Wettervorhersagen einen großen Einfluss auf die Spannweite des veröffentlichten Vorhersagebandes haben, ist die Auswertung der Vorhersagbarkeit des Niederschlags durch die eingesetzten Wettermodelle von zentraler Bedeutung und wird in den nachfolgenden Kapiteln näher beschrieben.

3.1 Vorhersagen für Schwarzbach und Hornbach

In zahlreichen Wettervorhersagen ab dem 16.05.2024 umfasste das vorhergesagte Niederschlagsgebiet unter anderem das Einzugsgebiet des Schwarzbaches. Somit war das Hochwasser an Schwarzbach (Pegel Contwig; Einzugsgebiet: 529 km²) und dem Schwarzbachzufluss Hornbach (Pegel Althornbach; Einzugsgebiet: 425 km²) schon relativ früh vorhersehbar. Früh bedeutet, dass der steile Wasserstandsanstieg am Vorhersage-Pegel Contwig bereits etwa 36 Stunden vor dem tatsächlichen Anstieg in den Vorhersagebändern als mögliche Entwicklung öffentlich zu sehen war und dass ein möglicher Anstieg bis in den Bereich 100-jährlicher Hochwasser ab dem VZP 16.05.2024 11:00 Uhr MESZ also zwei Tage vor dem tatsächlich eingetretenen Höchststand erkennbar war. Aus Abbildung 14 ist ersichtlich, dass die Ensemble-Wettervorhersagen ab dem 16.05.2024 11:00 Uhr MESZ die tatsächlich eingetretenen Regenmengen gut abdeckten, mit steigender Tendenz bis zum Zeitpunkt des beginnenden Dauerregens.

Abbildung 14 zeigt, dass vom VZP 15.05.2024 23:00 Uhr bis 16.05.2024 20:00 Uhr MESZ zwischen den niedrigsten und den höchsten Ensemblewerten hohe Spannweiten von 60 bis 80 mm bestanden, was in Verbindung mit den zum Vergleich abgebildeten deterministischen Vorhersagen von ICON-D2 (DWD) und AROME (Météo France) auf die noch recht unsichere räumliche Verteilung der zu erwartenden Niederschläge hindeutet. So lagen die deterministischen Vorhersagen des ICON-D2 schon recht früh im Bereich der letztlich gemessenen Niederschlagsmengen für diese Region, welche in der Abbildung anhand der horizontalen Linien gekennzeichnet sind.

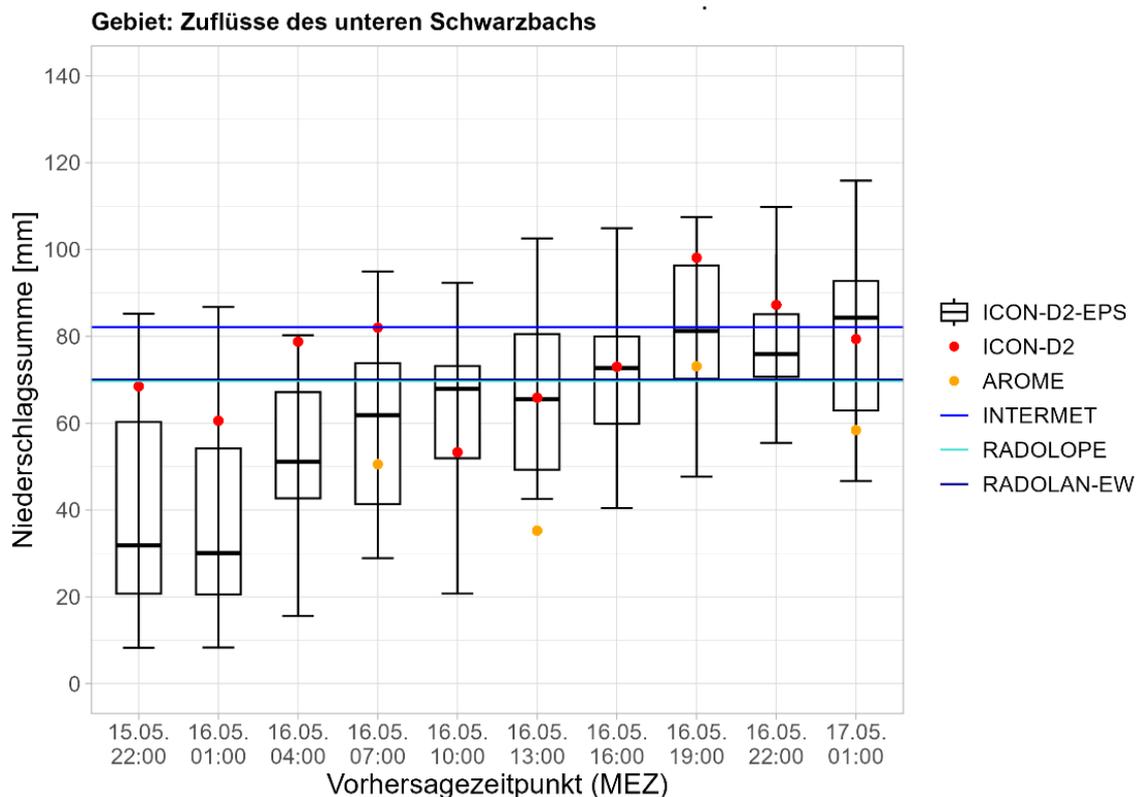


Abbildung 14: Spannweiten der vorhergesagten 20h-Niederschlagssummen für den 17.05.2024 01:00 bis 21:00 Uhr MEZ (Gebietsmittel) in den 20 Ensemble-Niederschlagsvorhersagen des ICON-D2-EPS (DWD) zu unterschiedlichen Vorhersagezeitpunkten für den nördlichen Teil der Warnregion „Hornbach und unteres Schwarzbach-Einzugsgebiet“; Vergleich zur ICON-D2-Vorhersage (DWD) und AROME (MétéoFrance) und zu gemessenen Werten (InterMet, Radarprodukte RADOLOPE und RADOLAN-EW); (Boxplots: Minimum, 25 %-Perzentil, Median, 75 %-Perzentil, Maximum).

Abbildung 15 zeigt eine Vorhersage vom frühen Morgen des 17.05.2024 für den Pegel Contwig zum Zeitpunkt als die gemessenen Wasserstände gerade zu steigen begonnen hatten, etwa 36 Stunden vor dem tatsächlich eingetretenen Höchststand von 407 cm. Dem Vorhersageband zufolge war zu diesem Zeitpunkt mit einem Höchststand zwischen 320 und 390 cm am Abend des 18.05.2024 zu rechnen bzw. mit einem knapp 10- bis 100-jährlichen Hochwasser. In den Vorhersagen der vorherigen Nacht reichte die Spannweite noch über ein 100-jährliches Hochwasser (damaliger HW100-Wert: 393 cm) hinaus. Bis zum Mittag des 17.05.2024 umfassten die alle drei Stunden aktualisierten Vorhersagebänder immer den Bereich eines 100-jährlichen Hochwassers, der Median (magentafarbene Linie) lag jedoch etwa einen halben Meter unterhalb des tatsächlich eintretenden Höchststands.

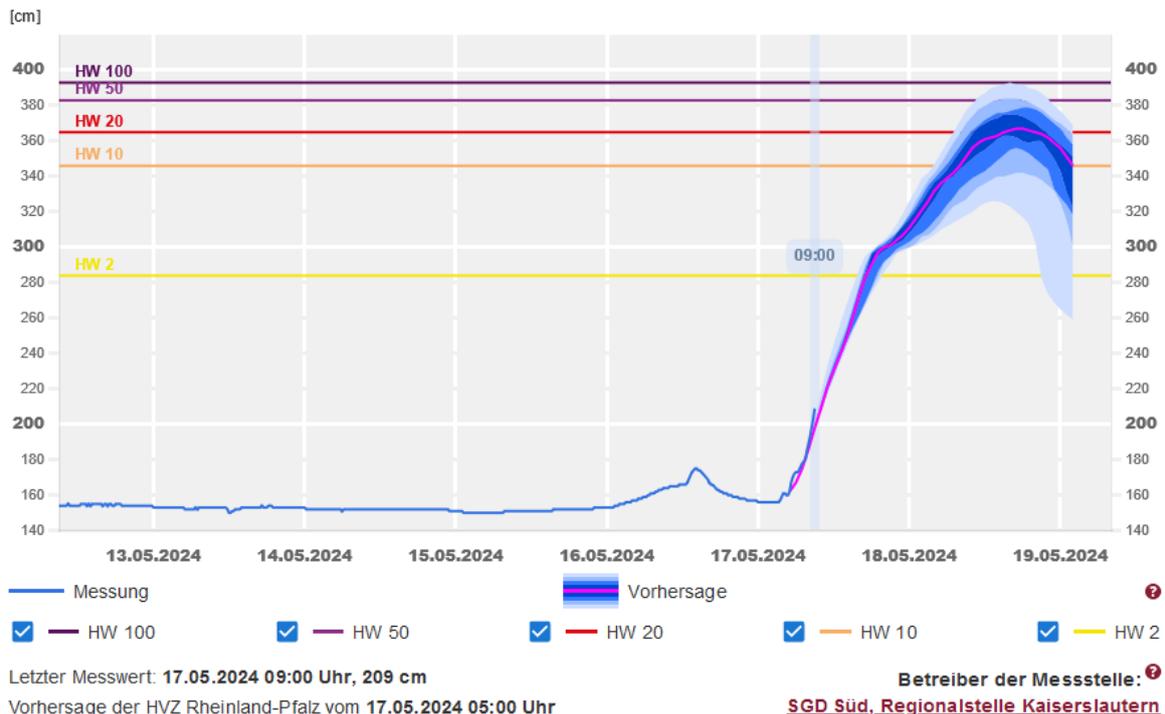


Abbildung 15: Spanne der Wasserstandsvorhersage zum Vorhersagezeitpunkt 17.05.2024 05:00 Uhr MESZ sowie Orientierungswasserstände (HW2 bis HW100) am Pegel Contwig / Schwarzbach.

Ab dem Abend des 17.05.2024 stagnierten die gemessenen Wasserstände am Pegel Contwig bis zum Morgen des 18.05.2024 bevor sie bis zum Nachmittag des 18.05.2024 nochmals einen guten halben Meter anstiegen (nachlaufende Welle). Im Vorhersagemodell konnte diese lange Stagnation nicht simuliert werden (Abbildung 16). Das Vorhersagemodell berechnete den Wasserstandsanstieg, den Höchststand und dann auch den Übergang in fallende Wasserstände früher als dies in der Realität eintrat. Trotz verschiedener Anpassungsmechanismen der simulierten an die gemessenen Wasserstände war der verzögerte Anstieg am 18.05.2024 mit dem Modell somit nicht vorhersagbar. Die Ursache für die lange Stagnation der Wasserstände am Pegel Contwig wird zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch untersucht. Eine entsprechende Optimierung des Vorhersagemodells ist in Bearbeitung.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass das Hochwasser an Schwarzbach und Hornbach relativ früh vorhergesagt werden konnte. Die Vorhersagespanne umfasste vor Ereignisbeginn den tatsächlich eintretenden Höchststand, war aber tendenziell zu niedrig. Der höchste Wasserstand trat am Pegel Contwig aber auch am Pegel Althornbach verzögert in Form einer nachlaufenden Welle ein, die vom Vorhersagemodell früher simuliert wurde, sodass mehrere Stunden vor den tatsächlich eintretenden Höchstständen bereits fallende Wasserstände vorhergesagt wurden.

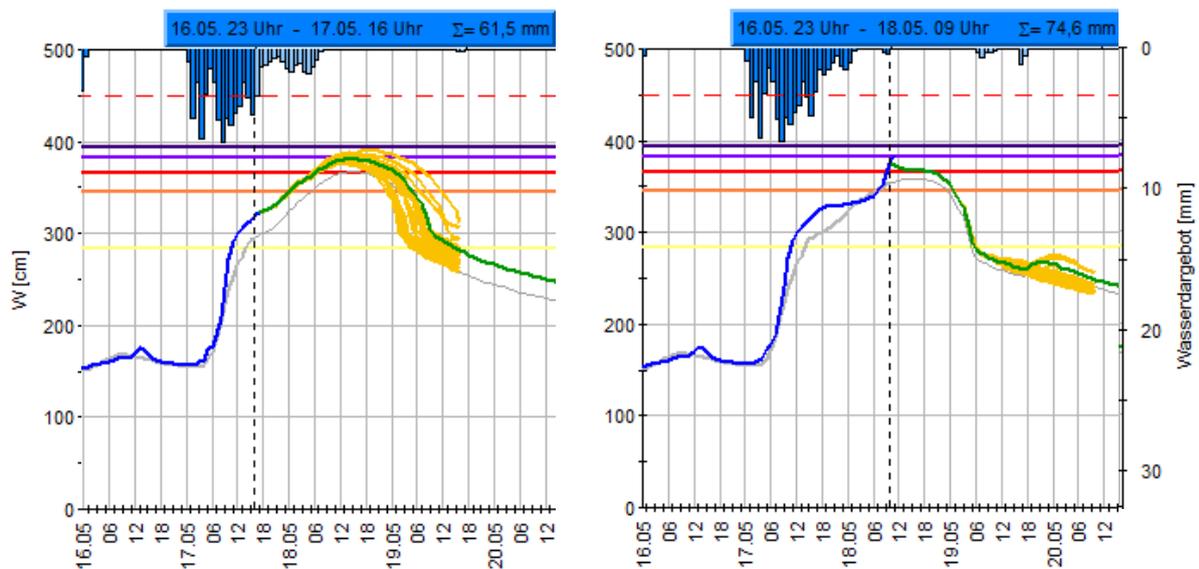


Abbildung 16: Wasserstandsvorhersagen am Pegel Contwig zum Vorhersagezeitpunkt 17.05.2024 16:00 Uhr MEZ (links) und 18.05.2024 10:00 Uhr MEZ (rechts) sowie bis zu diesen Zeitpunkten gefallene Niederschläge. Blaue Linie: Messwerte des Wasserstands W [cm], grüne Linie deterministische W-Vorhersage, orange Linien: Ensemble-W-Vorhersagen, graue Linie: Modellberechnung ohne Anpassung an die Pegelmessung, dunkelblaue Balken: Radar-Niederschlagsmessung (Gebietsmittel), horizontale Linien: Orientierungswasserstände HW2 bis HW100.

3.2 Vorhersagen für die Ruwer

Abbildung 17 zeigt die verwendeten Kurzfrist-Niederschlagsvorhersagen für den Zeitraum 17.05.2024 02:00 bis 22:00 Uhr MESZ im Ruwer- und Leuk-Einzugsgebiet, verglichen mit in diesem Zeitraum gemessenen Niederschlagsmengen (Mittelwert für gesamtes Ruwer- und Leuk-Warngebiet). Für die Ruwer wurden die Niederschläge bis zum VZP 16.05.2024 14:00 Uhr MESZ von den Wettermodellen überwiegend unterschätzt, so wurde die gebietsgemittelte 20h-Niederschlagssumme durch den Median der Ensemble-Vorhersage bis zu diesem Zeitpunkt um etwa 20 bis 30 mm unterschätzt. Die deterministischen Prognosen des ICON-D2 zeigen in der ersten Tageshälfte des 16.05.2024 einen tendenziell abnehmenden Verlauf. Die Spannweite der Ensemble-Vorhersagen schloss aber die gemessene Niederschlagssumme am oberen Rand mit ein.

Ab dem VZP 16.05.2024 17:00 Uhr MESZ lagen die Vorhersagen für das Gebiet insgesamt dann deutlich höher und überschätzten sogar leicht die gemessenen Niederschlagsmengen mit einer aber immer noch sehr großen Unsicherheitsspanne von 50 mm.

Bei der Interpretation ist zu berücksichtigen, dass der Regen im Ruwer- und Leuk-Einzugsgebiet erst gegen 06:00 Uhr MESZ am 17.05.2024 einsetzte, also rund 6 Stunden später als in der Südpfalz. Zudem war die nur über das Ruwer-Einzugsgebiet gemittelte Niederschlagsmenge mit etwa 90 mm knapp 20 mm höher als das in Abbildung 17 dargestellte Gebietsmittel für das gesamte Warngebiet.

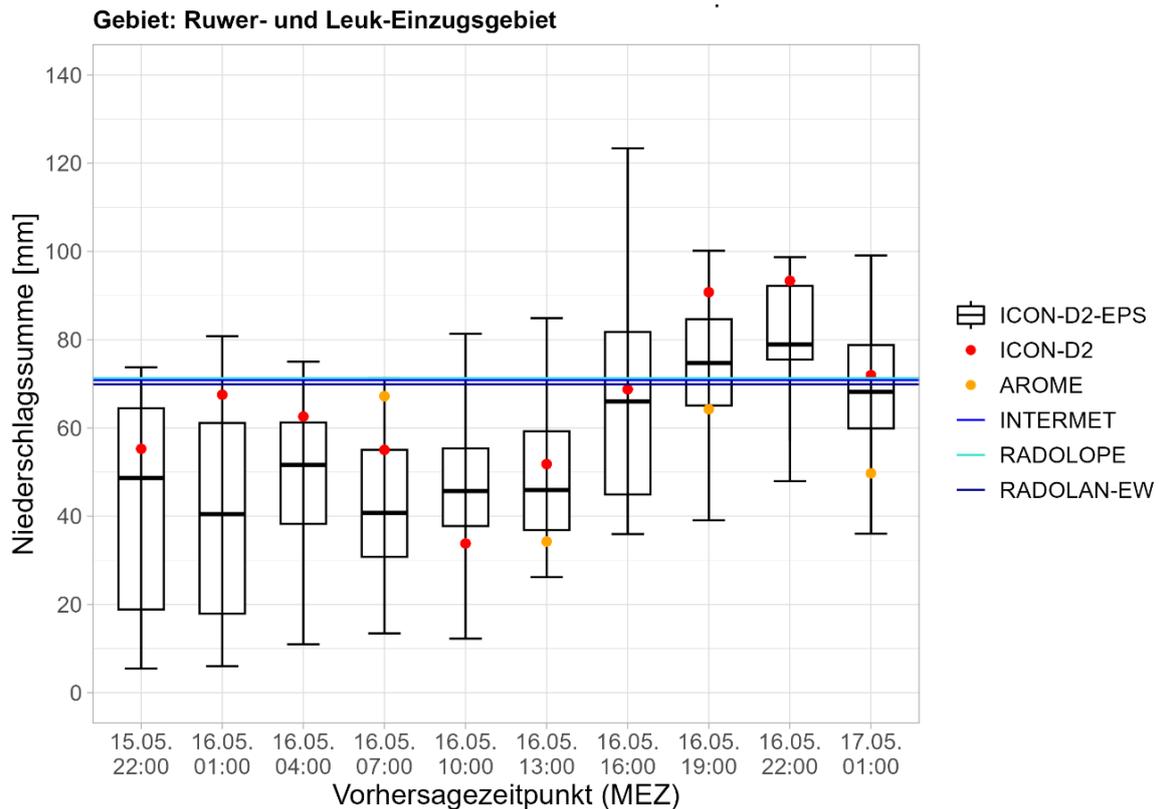


Abbildung 17: Spannweiten der vorhergesagten 20h-Niederschlagssummen für den 17.05.2024 01:00 bis 21:00 Uhr MEZ (Gebietsmittel) in den 20 Ensemble-Niederschlagsvorhersagen des ICON-D2-EPS (DWD) zu unterschiedlichen Vorhersagezeitpunkten für die Warnregion „Ruwer- und Leuk-Einzugsgebiet“; Vergleich zur ICON-D2-Vorhersage (DWD), zur AROME-Vorhersage (MétéoFrance) und zu gemessenen Werten (InterMet, RADOLOPE und RADOLAN-EW); (Boxplots: Minimum, 25 %-Perzentil, Median, 75 %-Perzentil, Maximum).

In den Abflussvorhersagen für den Bereich von Leuk und Ruwer gab es bis zum Nachmittag des 16.05.2024 so gut wie keine Hinweise auf größere Hochwasser. Für die Ruwer-Pegel Hentern und Kasel 3 lagen die Wasserstands-Ensemble-Vorhersagen bis zum Morgen des 17.05.2024 nahezu alle unterhalb eines 10-jährlichen Hochwassers und dies trotz der in der Nacht auf den 17.05.2024 höher vorhergesagten Niederschlagsmengen. Mit Anstieg der gemessenen Wasserstände zeigte sich im Verlauf des 17.05.2024, dass das Wasserhaushaltsmodell den Wasserstandsanstieg für die Ruwer nicht steil genug vorhergesagte und somit höhere Wasserstände eintraten als vorhergesagt (Abbildung 18). Infolge einer Modellnachführung (Erhöhung des Wasserdargebots und Versatz des vorhergesagten Anstiegs nach oben) entsprachen die Vorhersagen ab dem späten Nachmittag des 17.05.2024 (also etwa 8 Stunden vor dem Höchststand von 330 cm am Pegel Kasel 3) deutlich besser den tatsächlich eintretenden Werten.

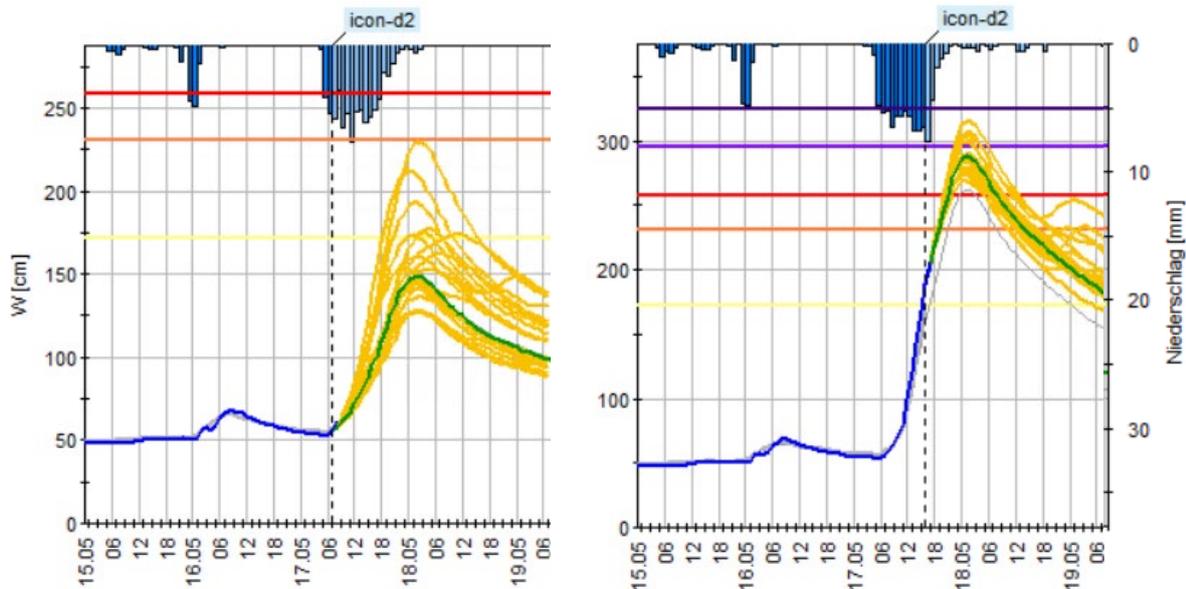


Abbildung 18: Wasserstandsvorhersagen am Pegel Kasel 3 zum Vorhersagezeitpunkt 17.05.2024 07:00 Uhr MEZ (links) und 18.05.2024 16:00 Uhr MEZ (rechts) sowie bis zu diesen Zeitpunkten vorhergesagte bzw. gefallene Niederschläge. Blaue Linie: Messwerte des Wasserstands W [cm], grüne Linie deterministische W-Vorhersage, orange Linien: Ensemble-W-Vorhersagen, blaue Balken: ICON-D2-Niederschlagsvorhersage bzw. Radar-Niederschlagsmessung (Gebietsmittel), horizontale Linien: Orientierungswasserstände HW2 bis HW20 bzw. HW100.

Für Pegel mit einem Einzugsgebiet < 300 km² sind die Wasserstands-Vorhersagen selbst bei optimal vorhergesagtem bzw. gemessenem Niederschlag unsicher. Aus diesem Grunde werden die Wasserstands-Vorhersagen für die Pegel Kasel 3 (Einzugsgebiet: 222 km²) und Hentern (Einzugsgebiet: 102 km²) bisher nicht für die breite Öffentlichkeit dargestellt. Über die regionsbezogene Warnung kann die Hochwasservorhersagezentrale aber auch für diese kleinen Flüsse vor einem drohenden Hochwasser warnen.

3.3 Vorhersagen für die Saar und die Mosel

Im Tagesverlauf des 16.05.2024 lag das vorhergesagte Hauptregengebiet in zahlreichen Wettervorhersagen östlich des Saar-Einzugsgebietes (Abbildung 19). Im Globalmodell des ECMWF wurde der Regenschwerpunkt sogar für das nordöstliche Rheinland-Pfalz vorhergesagt.

Aus Abbildung 20 ist zu entnehmen, dass bis zum 16.05.2024 mittags in fast allen Kurzfrist-Wettervorhersagen die für das Saar-Einzugsgebiet vorhergesagten Niederschlagsmengen niedriger waren als der später gemessene Gebietsmittelwert von 80 mm und dass die Unsicherheitsspanne mit Werten zwischen 10 und 80 mm sehr groß war. Der Ensemble-Median lag bis zum Mittag des 16.05. bei 50 mm. Am Abend des 16.05.2024 nahm die Unsicherheitsspannweite in den Ensemble-Wettervorhersagen deutlich ab und gegen Mitternacht kurz vor Beginn des Regens wurde die Vorhersage deutlich verlässlicher aber im

Mittel auch deutlich höher als die Vorhersagen am 16.05.2024. Die deterministische Vorhersage des ICON-D2 schätzte die zu erwartende Niederschlagssumme verglichen mit den gemessenen Werten ab dem VZP 16.05.2024 20:00 Uhr MESZ sehr gut ein, wohingegen die französische AROME-Vorhersage die gemessenen Mengen in den Stunden vor Ereignisbeginn teils deutlich unterschätzte.

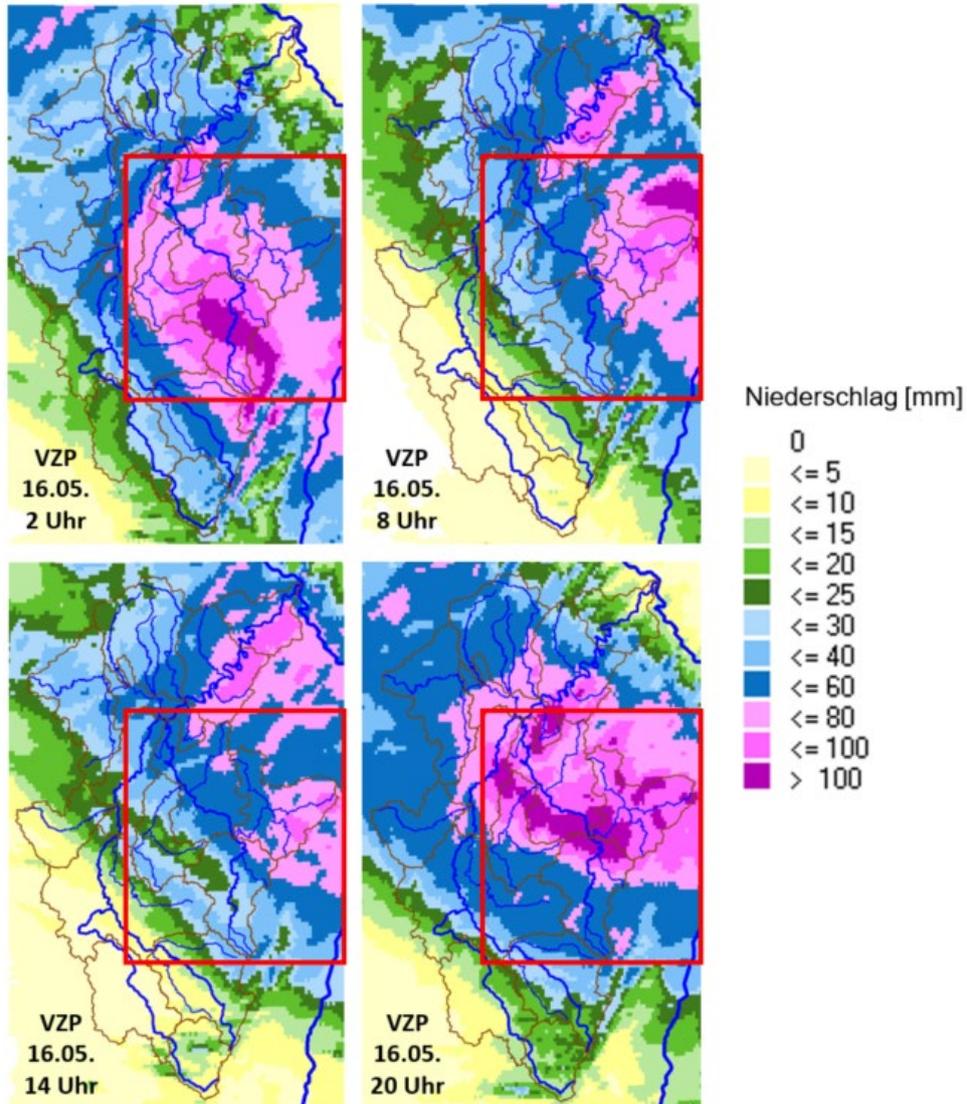


Abbildung 19: Wettervorhersagen des DWD (ICON-D2) zu unterschiedlichen Vorhersagezeitpunkten (VZP) für das Mosel-Einzugsgebiet mit 24h-Niederschlagssummen für den 17.05.2024 02:00 bis 22:00 Uhr MESZ; rote Umrandung: Lage des Saar-Einzugsgebiets.

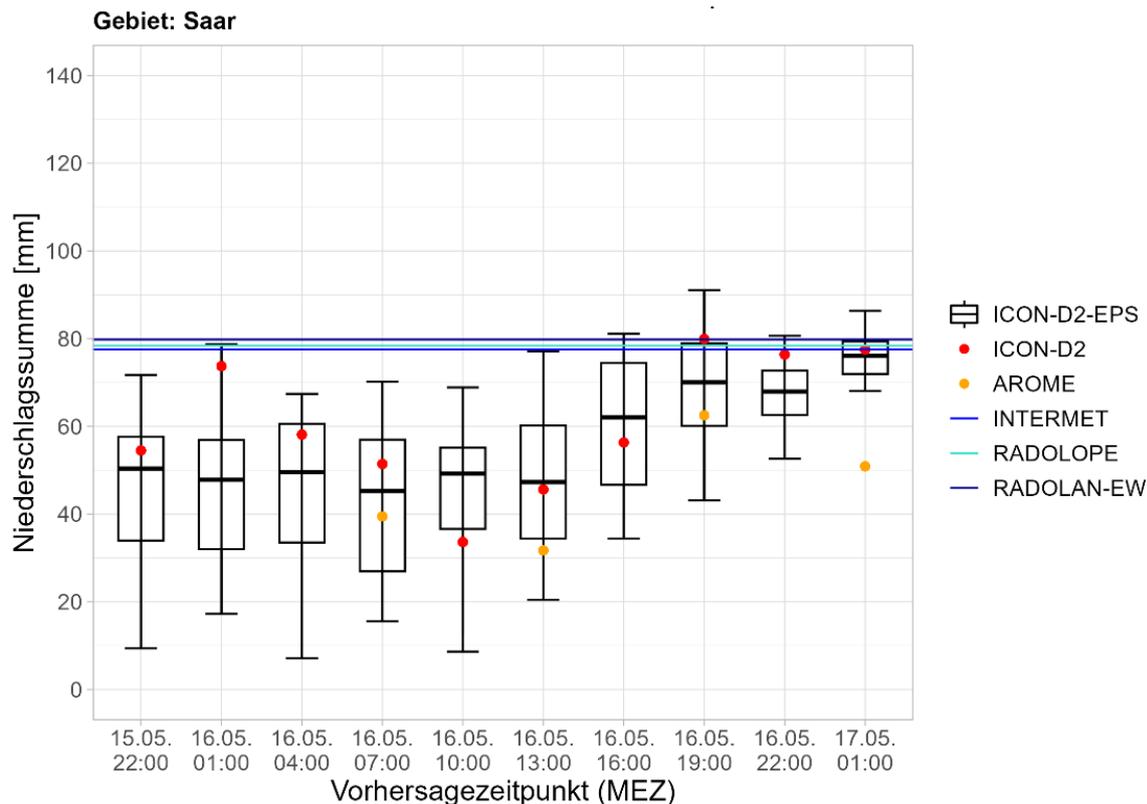


Abbildung 20: Spannweiten der vorhergesagten 20h-Niederschlagssummen für den 17.05.2024 01:00 bis 21:00 Uhr MEZ (Gebietsmittel) für das Saar-Einzugsgebiet in den 20 Ensemble-Niederschlagsvorhersagen des ICON-D2-EPS (DWD) zu unterschiedlichen Vorhersagezeitpunkten; Vergleich zur ICON-D2-Vorhersage (DWD), zur AROME-Vorhersage (MétéoFrance) und zu gemessenen Werten (InterMet und Radar); (Boxplots: Minimum, 25 %-Perzentil, Median, 75 %-Perzentil, Maximum).

Da für das Einzugsgebiet der Saar in den Wettervorhersagen bis zum Mittag des 16.05.2024 zu wenig Regen vorhergesagt war, lagen die Wasserstandsvorhersagen für die Saar und die Mosel zunächst zu niedrig, wobei der vorhergesagte Höchststand in den öffentlich dargestellten Vorhersagebändern noch nicht zu sehen war, da er noch weiter als 48 Stunden in der Zukunft lag. Am Abend des 16.05.2024 zeichnete sich ab, dass große Regenmengen im Saargebiet fallen können, so dass im noch am Abend verbreiteten Hochwasserbericht für Saar und Mosel auf die sehr schnell ansteigenden Wasserstände hingewiesen wurde, mit einem möglichen Anstieg bis in den Bereich von 800 cm am Pegel Trier. Der aktuelle Wasserstand lag zu diesem Zeitpunkt noch 2 m unterhalb der Meldehöhe und die Niederschlagsvorhersagen waren weiterhin noch unsicher: Die wettervorhersagebedingte Unsicherheitsspannweite für den Pegel Fremersdorf betrug 4 m und für den Pegel Trier 3,50 m (Abbildung 21). Erst ab dem Abend des 17.05.2024 war aufgrund des tatsächlich gefallenen Regens vorhersagbar, dass der Höchststand am Pegel Trier deutlich höher, d. h. bei 9 m oder sogar 9,50 m zu erwarten ist.

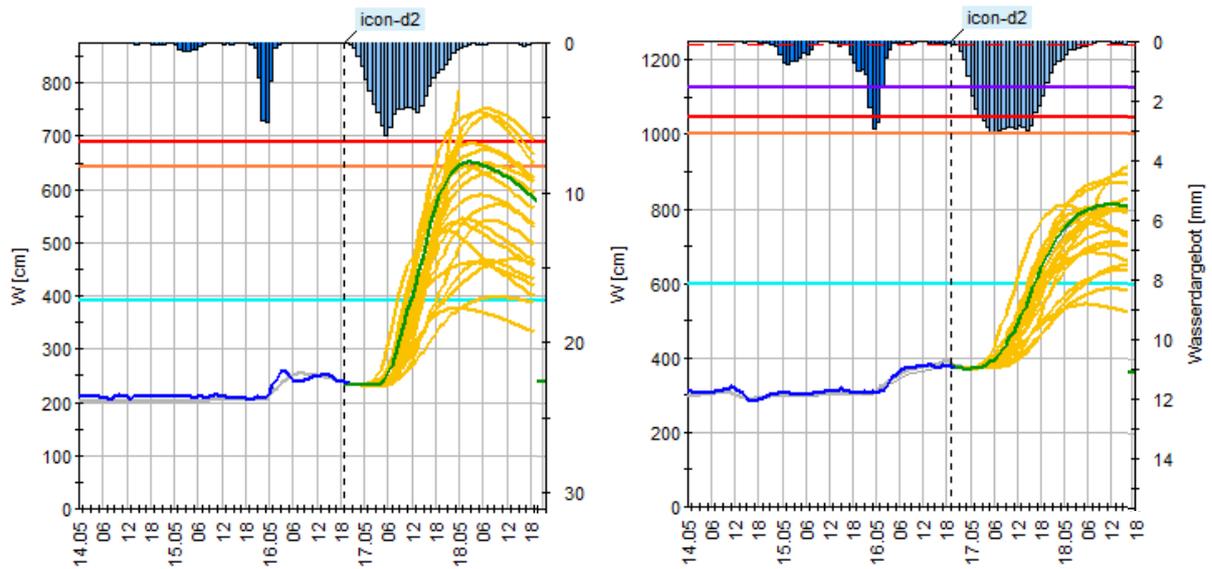


Abbildung 21: Wasserstandsvorhersagen am Pegel Fremersdorf (links) und am Pegel Trier (rechts) zum Vorhersagezeitpunkt 17.05.2024 19:00 Uhr MEZ (links). Blaue Linie: Messwerte des Wasserstands W [cm], grüne Linie deterministische W -Vorhersage, orange Linien: Ensemble- W -Vorhersagen, hellblaue Balken: ICON-D2-Niederschlags-Vorhersage (Gebietsmittel), horizontale Linien: Orientierungswasserstände HW2 bis HW20 bzw. HW50.

In Absprache mit dem Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz des Saarlandes (LUA) wurde bis zum Pfingsthochwasser 2024 für den Saar-Pegel Fremersdorf die Wasserstandsvorhersage des LUA veröffentlicht, die jedoch nur auf einer einzigen Wettervorhersage beruht und seitens des LUA in unregelmäßigen Abständen manuell veröffentlicht wurde. Da diese Vorhersage am Abend des 17.05.2024 unplausibel niedrig war (möglicherweise, weil die sehr niedrige französische Wettervorhersage AROME verwendet worden war), wurde für den Pegel Fremersdorf die Ensemble-Wasserstandsvorhersagen des LfU Rheinland-Pfalz veröffentlicht.

4 HOCHWASSERMELDUNGEN

4.1 Einsatzzeiten und Einsatzumfang

Die Hochwasservorhersagezentrale (HVZ) in Mainz war ab Donnerstag, 16.05. bis einschließlich Mittwoch, 22.05.2024 im Hochwasserbetriebszustand. An allen sieben Tagen waren Rund-um-die-Uhr-Dienste (24 h) eingerichtet. Die Bereitschaftsdienste auch in der Nacht waren einerseits durch den ergiebigen Dauerregen infolge des Tiefs „Katinka“ und andererseits durch die anhaltende Gewitterneigung mit drohendem lokalen Starkregen begründet. Das Personal der HVZ nahm neben dem Vorhersage- und Meldedienst regelmäßig an Konferenzen mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) sowie mit der Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion des rheinland-pfälzischen Innenministeriums teil.

Für die Mosel und die Saar wurde aufgrund der Entwicklung der Wettervorhersagen noch am späten Abend des 16.05.2024, gut einen halben Tag vor Meldehöhenüberschreitung, der erste Hochwasserbericht verbreitet. Dieser wurde am 17.05.2024 aufgrund der zunehmend höheren Vorhersagen morgens und abends aktualisiert. Die Schlussmeldung erfolgte mit dem 8. Mosel-Hochwasserbericht am 22.05.2024.

Für Nahe und Glan wurde am Vormittag des 17.05.2024 der erste Hochwasserbericht verbreitet bevor die Meldehöhen in der Nacht zum 18.05.2024 überschritten wurden. Am 18.05.2024 folgte der zweite und wegen bereits wieder fallender Wasserstände letzte Hochwasserbericht.

Am Oberrhein wurde die Meldehöhe am Pegel Maxau am 18.05.2024 nur kurzzeitig überschritten, worauf im ersten Hochwasserbericht am Morgen hingewiesen wurde. Bis zum 20.05.2024 folgten zwei weitere Rhein-Hochwasserberichte, da am Pegel Koblenz auch durch die Mosel-Hochwasserwelle ein Höchststand bei 572 cm eintrat, der damit über der Meldehöhe von 500 cm lag.

Im Kontext des Einsatzumfangs sei darauf hingewiesen, dass das hydrologische Halbjahr 2023/2024 ein sehr nasses und somit hochwasserreiches Halbjahr war. Zwischen November 2023 und Mai 2024 war jeder Monat nasser als die Werte des 30-jährigen Durchschnitts mit einer folglich überdurchschnittlich hohen Anzahl an Hochwasser: Zwischen Dezember 2023 und Juni 2024 traten an den rheinland-pfälzischen Meldegewässern insgesamt 18 einzelne Hochwassersituationen auf. Insgesamt sind 80 Tage mit drohenden oder tatsächlichen Meldehöhenüberschreitungen zu verzeichnen, was bedeutet, dass die HVZ zwischen Dezember 2023 und Juni 2024 rund ein Vierteljahr für mindestens ein Gewässer im Hochwasserbetrieb war. Gut eine Woche nach dem Pfingsthochwasser 2024 zeichnete sich die nächste Hochwassersituation ab, von der Baden-Württemberg und Bayern besonders stark aber auch der Ober- und Mittelrhein betroffen waren.

4.2 Hochwassermeldungen

Die HVZ stellt laufend aktualisierte Hochwasserinformationen sowie Mess- und Vorhersagedaten auf unterschiedlichen Informationswegen zur Verfügung. Das Internetangebot www.hochwasser.rlp.de ist die umfassendste und stets aktuellste Informationsplattform des Hochwasservorhersagedienstes. Hier werden die Pegelmessungen alle 15 Minuten und die Pegelvorhersagen spätestens alle 3 Stunden aktualisiert. Ein zentrales Warnwerkzeug ist die Warnkarte, auf der sowohl der aktuelle, nach Hochwassergefährdung klassifizierte Messwert für alle Pegel als auch die vorhergesagten Abflüsse über die Einfärbung der Warnregion dargestellt sind. Sobald eine Warnregion von grün abweichend eingefärbt wird und damit vor Hochwasser gewarnt wird, werden unmittelbar mehrere Push-Benachrichtigungen ausgelöst: Sämtliche Warnungen inklusive der Vorwarnungen werden über die Warn-Apps Meine Pegel, NINA und KATWARN verbreitet. Zudem werden die Kreisverwaltungen sowie Landes-Dienststellen entsprechend der offiziellen Hochwassermeldekette per E-Mail über die Auslösung von Warnungen über die Warn-Apps und die zugehörige Hochwassergefährdung informiert. Während des Pfingsthochwassers 2024 wurden alle auf <https://www.hochwasser.rlp.de/informationswege> aufgeführten Informationswege störungs- und fehlerfrei bestückt.

Erste Hinweise auf möglicherweise ergiebigen Dauerregen in Rheinland-Pfalz gab es in den Wetterberichten und Wetterdaten ab Mittwoch, dem 15.05.2024, d. h. zwei Tage vor Beginn des Dauerregens und drei bis vier Tage bevor die Hochwasser-Höchststände an den betroffenen Flüssen erreicht wurden. Die Hinweise auf ergiebigen oder sogar extrem ergiebigen Dauerregen und eine deutlich ansteigende Hochwassergefahr in Rheinland-Pfalz verdichteten sich am 16.05.2024. Der DWD hatte in den frühen Morgenstunden des 16.05.2024 eine „Vorabinformation Unwetter vor heftigem/ergiebigen Regen“ veröffentlicht. Die HVZ hatte am Morgen des 16.05.2024 zunächst für das südliche Rheinland-Pfalz, später auch für das südwestliche Rheinland-Pfalz inklusive des oberen Nahe-Einzugsgebietes und des Bereiches um Trier Hochwasser-Vorwarnungen ausgelöst (Tabelle 8). Zudem wurde im täglichen Bericht auf der Webseite der HVZ auf stark ansteigende Wasserstände mit Schwerpunkt im Süden und Südwesten von Rheinland-Pfalz sowie auf an einzelnen Pegeln möglicherweise 100-jährliche Hochwasser hingewiesen und der tägliche Bericht durch ein Warndreieck hervorgehoben. Die Unsicherheit der Wettervorhersage, d. h. die räumliche Lage und die Menge des Dauerregens waren zu diesem Zeitpunkt jedoch noch sehr hoch. Die Spannweiten der größtenteils noch nicht öffentlich zu sehenden Hochwasservorhersagen umfasste an einigen Pegeln mehrere Meter mit Höchstständen zwischen einem weniger als 2-jährlichen und größer als 100-jährlichen Hochwasser. Für die Mosel und die Saar war die Wahrscheinlichkeit für die Überschreitung der Meldehöhe bis zum Abend des 16.05.2024 noch gering, da der Niederschlagsschwerpunkt in nahezu allen Wettervorhersagen weiter östlich vorhergesagt wurde.

Zwischen dem 16.05. und 22.05.2024 wurden von der HVZ über die offiziell festgelegte Hochwassermeldekette insgesamt 145 Hochwassermeldungen aktiv versendet (Tabelle 7). Die Meldungen waren (i) die manuell und individuell für die großen Flüsse erstellten Hochwasserberichte, (ii) die regionsbezogenen Warnungen für Warnregionen und (iii) die bei Vorhersage eines mindestens 10-jährlichen Hochwassers automatisch versendeten pegelbezogenen Vorabinformationen. Die regionsbezogenen Hochwasserwarnungen betrafen insgesamt 23 verschiedene Warnregionen inklusive der Flussabschnitte von Nahe, Glan,

Mosel, Saar sowie Ober- und Mittelrhein. Ab dem 16.05.2024 wurden insgesamt 43 regionsbezogene Hochwasserwarnungen (Vorwarnungen, Erstwarnungen und Hochstufungen) ausgelöst. Pegelbezogene Vorabinformationen wurden an insgesamt acht Kreisverwaltungen versendet. Dies waren folgende Kreisverwaltungen mit der Anzahl der Vorabinformationen in Klammern: Bad Dürkheim (1), Germersheim (14), Südwestpfalz (27), Südliche Weinstraße (24), Rhein-Pfalz-Kreis (1), Kaiserslautern (6), Kusel (6) und Trier-Saarburg (10). Eine Vorabinformation enthält pro Pegel, für den ein mindestens 10-jährliches Hochwasser vorhergesagt wird, eine Grafik mit der sogenannten deterministischen Einzelvorhersage, die alle drei Stunden automatisch neu berechnet wird und insbesondere für Pegel mit kleinem Einzugsgebiet mit einer hohen Unsicherheit behaftet sein kann. Die Auslösung dieser Vorabinformationen anhand der Ensemblevorhersagen ist als Weiterentwicklung in Planung.

Tabelle 7: Aktiv verbreitete Hochwassermeldungen (Push-Meldungen) vom 16.05. bis 22.05.2024.

Art der Meldung	Anzahl	Verbreitungsart (Push)
Hochwasserberichte für Nahe, Glan, Mosel, Saar und Rhein	13	E-Mail-Versand Fax-Versand Benachrichtigung über App Meine Pegel
Regionsbezogene Hochwasserwarnungen	43	Apps Meine Pegel, KATWARN und NINA E-Mail-Benachrichtigung (automatisch)
Pegelbezogene Vorabinformationen	89	E-Mail-Versand (automatisch)

In den ab dem Abend des 16.05.2024 versendeten Hochwasserberichten für die Mosel und die Saar wurde auf die sehr schnell und stark ansteigenden Wasserstände hingewiesen. Mit Verlagerung des vorhergesagten Regenschwerpunkts in das Saar-Einzugsgebiet und den tatsächlich fallenden sehr hohen Regenmengen wurde für Mosel und Saar am 17.05.2024 vormittags und zudem abends ein Hochwasserbericht verbreitet, mit jeweils höheren aber immer noch zu niedrig vorhergesagten Höchstständen (siehe Kapitel 3.3). Erst im Bericht vom Vormittag des 18.05.2024 war im Hochwasserbericht eine auf 10 cm genaue Vorhersage des Höchststandes am Pegel Trier möglich.

Über die Warnkarte auf www.hochwasser.rlp.de wird etwa zwei Tage vor einem Hochwasser eine Vorwarnung (rote Schraffur) veröffentlicht, jedoch nur dann, wenn ausgehend von unterschiedlichen Wettervorhersagen und dem aktuellen Gebietszustand (u. a. Bodenfeuchte, Schneedecke) in einer bestimmten Region mindestens 10-jährliche Hochwasser eintreten können und diese mit dem Wasserhaushaltsmodell vorhersagbar sind. Sobald die Verlässlichkeit der Hochwasservorhersage zunimmt und spätestens wenn der hochwasserrelevante Regen gefallen ist, wird die Vorwarnung entweder durch eine Hochwasserwarnung einer bestimmten Gefährdungsstufe (akute Hochwasserwarnung) abgelöst oder, im Falle eines sicher nicht eintretenden Hochwassers, entwarnt. Eine akute Hochwasserwarnung bezieht sich maximal auf die kommenden 24 Stunden und kann also im Verlauf der Hochwasserwelle nochmals hochgestuft werden (Tabelle 8).

Tabelle 8: Zeitpunkte und Gefahrenstufen der regionsbezogenen Hochwasserwarnungen für die von Hochwasser betroffenen Warngebiete bzw. Bereiche

Datum und Uhrzeit (MESZ)	Oberes Schwarzbachgebiet	Hornbach u. unteres Schwarzbachgebiet	Ruwer- und Leuk-Gebiet	Saar-Flussabschnitt	Bereich oberer Glan	Bereich Pfalz ohne Südwest-Pfalz
16.05.10:41	Vorwarnung	Vorwarnung			Vorwarnung	Vorwarnung
16.05.23:28	Vorwarnung	Vorwarnung	Vorwarnung	Vorwarnung	Vorwarnung	Vorwarnung
17.05. 06:23			Vorwarnung	Vorwarnung		Vorwarnung
17.05. 10:05			Vorwarnung			Vorwarnung
17.05. 13:46						Vorwarnung
17.05. 15:53						
17.05. 18:03						
18.05. 14:46						Entwarnung
18.05. 21:33						
19.05. 10:27	Entwarnung		Entwarnung		Entwarnung	
19.05. 20:40						
20.05. 16:48		Entwarnung				

Eine Momentaufnahme der Warnkarte vom 17.05.2024 morgens in Abbildung 22 zeigt die bereits am 16.05.2024 ausgelöst und am 17.05.2024 noch geltenden Vorwarnungen für die Süd-, Vorder- und Nordpfalz, das nördliche Nahegebiet sowie den Bereich der Moselzuflüsse Ruwer und Leuk. Für das Glangebiet und die Saar wurde ab 17.05.2024 10:05 Uhr MESZ vor einem mindestens 10-jährlichen Hochwasser, für das Schwarzbachgebiet sogar vor einem mindestens 20-jährlichen Hochwasser in den kommenden 24 Stunden gewarnt (Abbildung 22). Zu diesem Zeitpunkt lagen die Messwerte nahezu aller Pegel noch unterhalb 2-jährlicher Hochwasser (grüne Punkte auf der Warnkarte).

Die akuten Hochwasserwarnungen wurden im Verlauf des 17.05.2024 entsprechend der zunehmend auf Niederschlagsmessungen beruhenden Hochwasservorhersagen hochgestuft (Tabelle 8, Abbildung 23, Abbildung 24). Ab dem 17.05.2024 13:46 Uhr MESZ wurde zunächst für das obere Schwarzbachgebiet, anschließend für das untere Schwarzbachgebiet und die Saar vor einer sehr hohen und ab 18:03 Uhr MESZ für das untere Schwarzbachgebiet sogar vor einer extrem hohen Hochwassergefahr gewarnt (hellviolette bzw. dunkelviolette Warnfarbe). Violette Warnungen wurden in den letzten rund 20 Jahren vorher nur für zwei Hochwassersituationen (2018 und 2021) ausgelöst, womit deutlich wird, wie selten und gefährlich derartige Ereignisse sind.

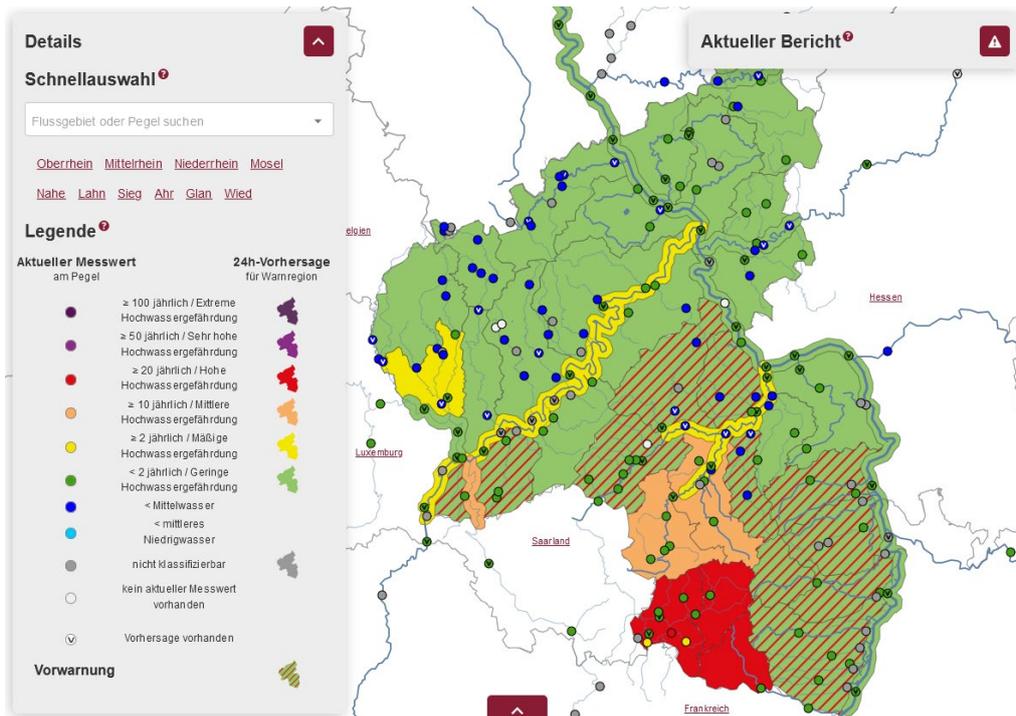


Abbildung 22: Warnkarte (Stand: 17.05.2024 10:35 Uhr MESZ) mit Warnungen für Südwestpfalz, Glangebiet, Saar und die Zuflüsse der unteren Sauer sowie Vorwarnungen vor möglichem großen Hochwasser in restlicher Pfalz, Nahegebiet und im Bereich Ruwer und Leuk.

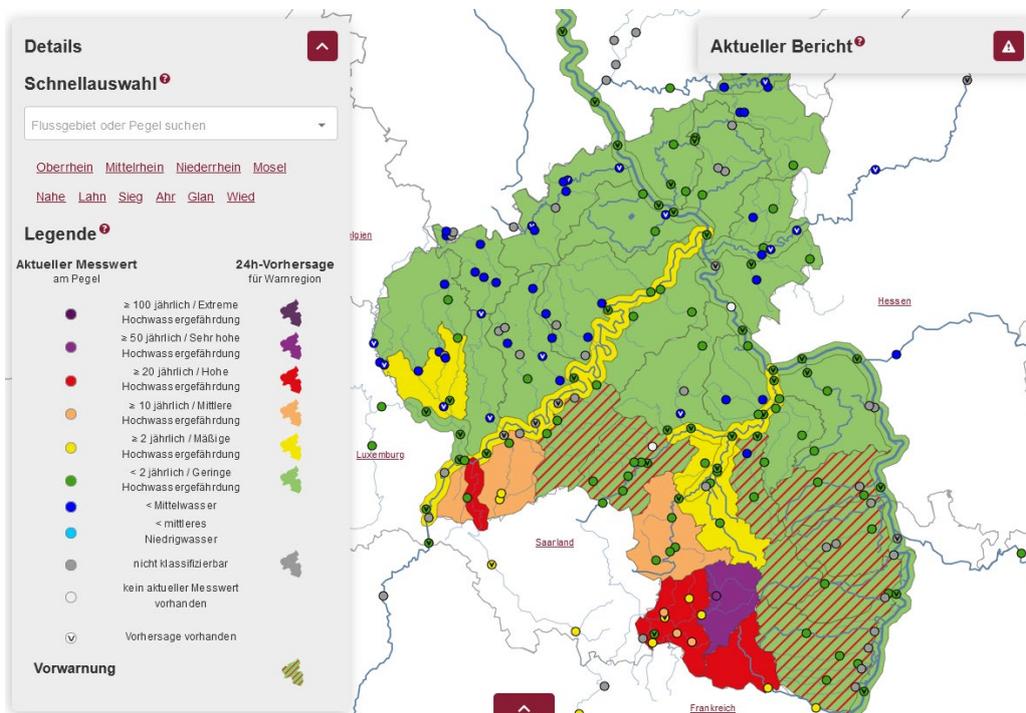


Abbildung 23: Warnkarte (Stand: 17.05.2024 14:31 Uhr MESZ) mit aktualisierten Warnungen für Südwestpfalz, Glangebiet, Saar, den Bereich von Ruwer & Leuk und die Zuflüsse der unteren Sauer sowie Vorwarnungen vor möglichem großen Hochwasser in der restlichen Pfalz, im Nahegebiet und weiteren kleinen Moselzuflüssen im Bereich der Drohn.

Durch Auswahl eines Warngebiets auf der Warnkarte erhält der Nutzer weitere Informationen zur Hochwassergefahr und standardisierte Handlungsempfehlungen (Abbildung 24). Diese Texte werden auch über die Warn-Apps Meine Pegel, NINA und KATWARN verbreitet und sind seit Anfang 2025 über eine öffentliche API-Schnittstelle (www.hochwasser-zentralen.de) abrufbar, so dass u. a. der öffentlich-rechtliche Rundfunk aber auch andere Medien darauf zugreifen können und sollen.



Abbildung 24: Links: Warnkarte (Stand: 17.05.2024 18:10 Uhr MESZ; Smartphone-Darstellung) mit Warnungen vor mindestens 20-jährlichem Hochwasser (rot, hellviolett und dunkelviolett) an Flüssen in fünf Warnregionen. Rechts: Gefahrenbeschreibung und Handlungsempfehlungen (Standardtexte) zur zweithöchsten Warnstufe hellviolett (> 50 -jährliches Hochwasser).

LITERATUR

DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD) (2024): Monatlicher Klimastatus Deutschland – Mai 2024, DWD, Geschäftsbereich Klima und Umwelt, Offenbach am Main, 35 Seiten, www.dwd.de/klimastatus.

JUNGHÄNEL, T. et al. (2022): Methodische Untersuchungen zur Novellierung der Starkregenstatistik für Deutschland (MUNSTAR). Synthesebericht. 95 Seiten, https://www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/download/Synthesebericht_MUNSTAR_pdf.html.

JUNGHÄNEL T. et al. (2024): Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen von Rheinland-Pfalz und im Saarland im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Katinka“ vom 16. bis 19. Mai 2024, DWD, Offenbach am Main.

LARSIM-ENTWICKLERGEMEINSCHAFT (LEG) (2022): Das Wasserhaushaltsmodell LARSIM – Modellgrundlagen und Anwendungsbeispiele – <https://www.larsim.info/dokumentation/LARSIM-Dokumentation.pdf>.

MCKEE, T., N. DOESKEN & J. KLEIST (1993): The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Eighth Conference on Applied Climatology.

SCHMITT, T. et al. (2018): Einheitliches Konzept zur Bewertung von Starkregenereignissen mittels Starkregenindex, Korrespondenz Abwasser, Abfall (65), Nr. 2, 113-120.