



NLWKN.

Für Mensch und Umwelt.
Für Niedersachsen.

Das Winterhochwasser 2023/2024 in Niedersachsen



Niedersachsen

Vorwort

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

das Hochwasser über Weihnachten 2023 und Neujahr 2024 war für Niedersachsen ein besonderes und sehr herausforderndes Ereignis. Große Teile des Landes waren von den ungewöhnlich stark ausgeprägten Niederschlägen und ihren Folgen betroffen – auch die außergewöhnlich lange Dauer von mehreren Wochen sorgte dafür, dass dieses Hochwasser im Gedächtnis bleiben wird.

In vielen Regionen Niedersachsens haben wir kritische Situationen und Hochwasserschäden zu verzeichnen gehabt. Vielen Bürgerinnen und Bürgern, aber auch den meist ehrenamtlich tätigen Einsatzkräften vor Ort sowie den Akteuren der Wasserwirtschaft, die sich gemeinsam gegen die Wassermassen stemmten – unter ihnen zahlreiche Kolleginnen und Kollegen des NLWKN –, bescherte das Hochwasser arbeitsreiche und leider wenig festliche Feiertage.

Mit seiner Hochwasservorhersagezentrale (HWWZ) hatte der Landesbetrieb dabei bereits in der Woche vor Weihnachten die hydrologische und meteorologische Entwicklung genau im Blick. Eindrückliche Warnungen und breit gestreute Informationen zur bevorstehenden Hochwasserlage halfen dabei, sich auf diese herausfordernde Situation einzustellen und entsprechende Vorkehrungen zu treffen. Die Hochwasservorhersagen der HWWZ ermöglichten es, dass Schutzmaßnahmen vielerorts rechtzeitig eingeleitet werden konnten. Sie halfen aber auch den Betreibern der Talsperren und Rückhaltebecken im Land, die Anlagen optimiert steuern zu können, um die Auswirkungen des Hochwassers im Rahmen ihrer Möglichkeiten abzupuffern.

Mein ausdrücklicher Dank gilt deshalb den seinerzeit teils im Dauereinsatz tätigen Kolleginnen und Kollegen des NLWKN, aber darüber hinaus auch allen betroffenen Anrainern, Feuerwehren, Hilfswerken, Unternehmen, Kommunen, Landkreisen sowie Landes- und Bundesbehörden, die geholfen haben, diese außergewöhnliche Hochwasserlage vor, während und nach dem Ereignis zu bewältigen. Nur dank Ihrer unermüdlichen Einsatzbereitschaft konnte Schlimmeres verhindert werden! Nach dem Hochwasser wurde mir von vielen Seiten gespiegelt, dass „Hand in Hand“ gut und koordiniert zusammengearbeitet wurde. Diesen Gemeinschaftsgeist gilt es uns zu bewahren – dann werden wir auch mit kommenden Hochwasserereignissen gemeinsam gut umgehen können.

Ich möchte an dieser Stelle deutlich hervorheben: Hochwasserereignisse wie das Weihnachtshochwasser 2023/24 werden zukünftig häufiger und intensiver auftreten. Die unter anderem vom NLWKN durchgeführten Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels – etwa im Rahmen des Projekts KliBiW – zeigen das ganz eindeutig. Wir müssen deshalb weiter alles daran setzten, gut aufgestellt zu sein, den Hochwasserschutz und die Hochwasservorhersage in Niedersachsen weiter voranzubringen und zu stärken und gemeinsam mit allen Akteurinnen und Akteuren die Arbeitsabläufe und Warnwege zu optimieren. Denn eines ist klar: das nächste Hochwasser wird kommen!

Abschließend danke ich allen, die an der Erstellung des vorliegenden Berichtes beteiligt waren. Er gibt einen sehr guten Überblick über das Hochwasserereignis in den betroffenen Landesteilen.

Herzlich,

Ihre
Anne Rickmeyer

Direktorin des NLWKN



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Meteorologische Ausgangssituation.....	6
2.1	Witterungsverlauf.....	6
2.2	Statistische Einordnung.....	11
3	Grundlegendes zur Hochwassereinschätzung.....	12
3.1	Hochwassermeldestufen	12
3.2	Kategorische Einstufung der Hochwasserwarnungen im Binnenland	13
4	Hochwasserverlauf in Niedersachsen	13
4.1	Flussgebiet der Leine, Oker und Aller	14
4.1.1	Flussgebiet der Leine	14
4.1.2	Flussgebiet der Oker	18
4.1.3	Flussgebiet der Aller	21
4.2	Flussgebiet der Weser.....	24
4.3	Flussgebiet der Ems	28
4.4	Flussgebiet der Vechte	31
4.5	Flussgebiet der Hase	34
4.6	Flussgebiet der Hunte	42
4.7	Flussgebiet der Wümme	45
4.8	Flussgebiet der Ilmenau	48
4.9	Flussgebiet der Großen Aue.....	50
4.10	Weitere Flussgebiete in den nördlichen Landesteilen	53
4.10.1	Flussgebiet der Lune	53
4.10.2	Flussgebiete der Oste.....	54
4.10.3	Flussgebiete Schwinge, Este und Seeve.....	55
4.10.4	Flussgebiet Leda, Jümme	57
5	Stauanlagen und Steuerungsmanagement.....	58
5.1	Stauanlagen im westlichen Niedersachsen	58
5.1.1	Talsperre Thülsfeld	58
5.1.2	Hochwasserrückhaltebecken Alfhausen-Rieste.....	58
5.1.3	Hochwasserrückhaltebecken Delmenhorst	59
5.2	Stauanlagen im südlichen Niedersachsen	59
5.2.1	Hochwasserrückhaltebecken Salzderhelden ...	59
5.2.2	Hochwasserrückhaltebecken Rhüden.....	63
5.2.3	Talsperren im Westharz.....	63
5.2.4	Hochwasserrückhaltebecken Klein-Mahner (Warne)	67
6	Hochwasservorhersagen.....	68
6.1	Veröffentlichung von Wasserstandsvorhersagen	68
6.2	Interne Bereitstellung von Abfluss- und Wasserstandsvorhersagen	70
6.3	Qualität der Vorhersagen beim Hochwasserereignis	70
6.4	Frühwarnungen durch das European Flood Awareness System (EFAS).....	74
7	Hochwasserwarnung und Hochwassermeldung durch das Land Niedersachsen.....	76
7.1	Hochwasservorhersagezentrale und Länderübergreifendes Hochwasserportal LHP	76
7.2	Hochwassermeldedienste	79
8	Zusammenfassung und Fazit	80
9	Quellenverzeichnis	82
10	Abkürzungsverzeichnis	83

1. Einleitung

Dieser Bericht ist eine Zusammenschau des Hochwasserablaufes im niedersächsischen Binnenland. Die Schwerpunkte sind die Themen des hydrologischen und meteorologischen Ablaufs, die Steuerung der Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken, Hochwasservorhersagen und das Warnmanagement.

Langanhaltender Dauerregen, der in der Woche vor Weihnachten einsetzte, führte in Kombination mit nahezu vollständig gesättigten Böden über die Weihnachtsfeiertage 2023 bis Anfang Januar 2024 zu einer außergewöhnlichen, regional kritischen Hochwasserlage im niedersächsischen Binnenland. Betroffen waren nahezu alle Flussgebiete Niedersachsens. Das Außergewöhnliche dieses Hochwasserereignisses liegt in der langen Dauer von mehreren Wochen und der flächendeckenden Betroffenheit. Die insbesondere in den Unterläufen teils wochenlang andauernden hohen Wasserstände stellten an den eingedeichten Flussabschnitten eine große Belastung für die Standsicherheit der Deiche dar.

Die Niederschläge führten in den Mittelgebirgsregionen in kurzer Zeit zu Hochwasser, beginnend in den Oberläufen der Gewässer. Betroffen waren hiervon die Weser, Aller, Leine und Oker sowie weitere Zuflüsse wie die Innerste und Fuhse. Auch Flussläufe außerhalb der Mittelgebirgsregionen in den flacheren Landesteilen führten durch die großen Regenmengen, die Vorfüllung der Gewässer und die gesättigten Böden kritische Abflussmengen (z.B. Wümme, Hunte, Hase). Das Hochwasser weitete sich im weiteren Verlauf des Ereignisses schnell auf die Mittel- und Unterläufe der Flüsse aus, sodass an einem Großteil der Meldepegel in Niedersachsen die Hochwassermeldestufe 3 überschritten wurde (s. Abbildung 1). Das Flussgebiet der Elbe ist nicht Bestandteil dieses Berichtes, da die Niederschläge keine besonderen hydrologischen Auswirkungen auf die niedersächsischen Elb-Pegel hatten.

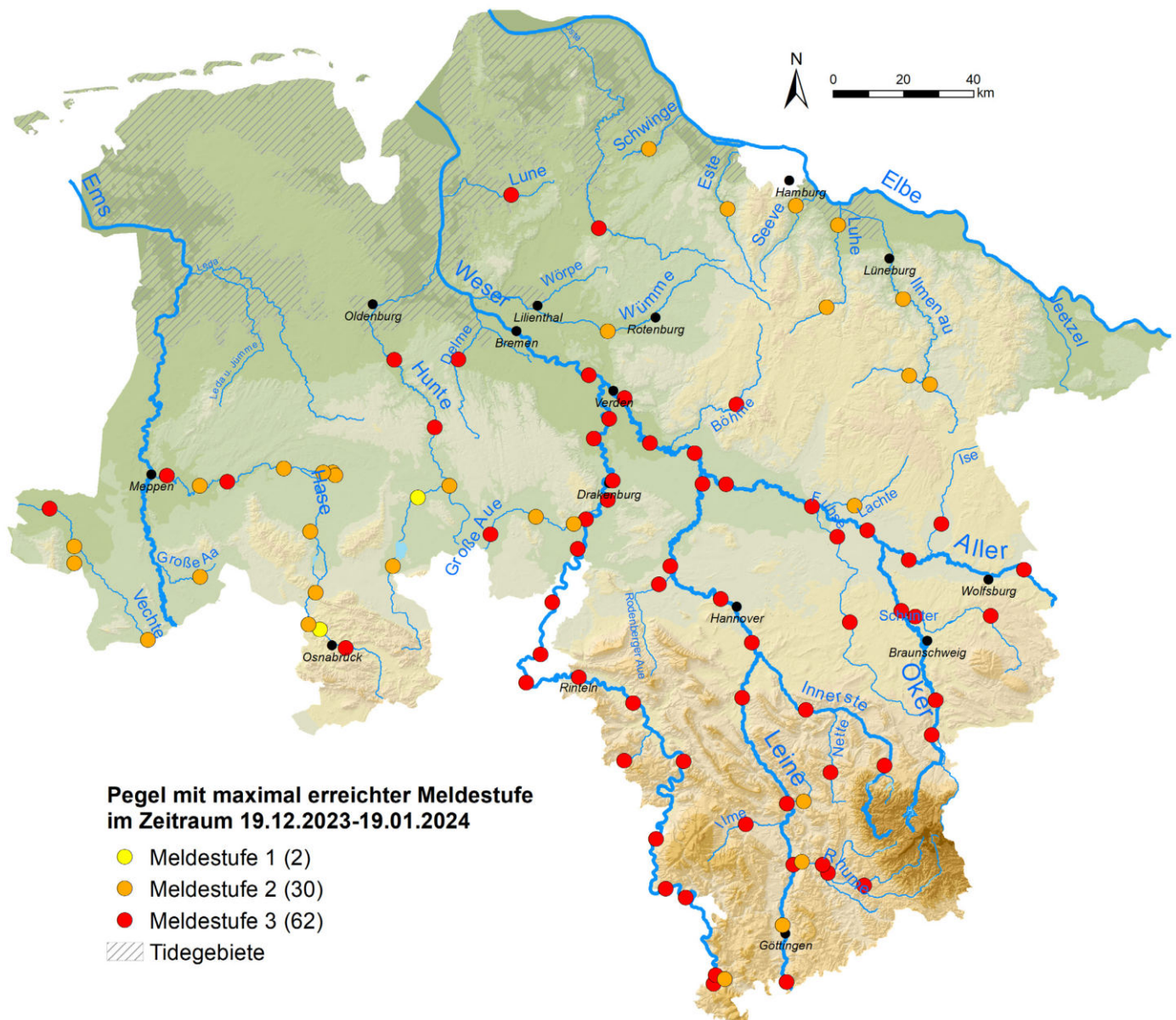


Abbildung 1: Hochwassermeldepegel in Niedersachsen in Abhängigkeit der maximal überschrittenen Meldestufe während des Winterhochwassers 2023/2024

Entgegen der langen Dauer und der flächendeckenden Betroffenheit des Ereignisses stellten die eingetretenen Scheitelwasserstände in vielen Regionen keine außergewöhnliche Besonderheit dar. Von 136 Pegeln im niedersächsischen Binnenland (davon 94 Meldepegel) wurden jedoch an 12 Pegeln neue Höchstwasserstände aufgezeichnet (s. Abbildung 2).

Die in diesem Bericht genannten Jährlichkeiten, d.h. wie häufig ein solches Ereignis statistisch gesehen eintreten kann, basieren auf Messzeitreihen, die mindestens bis 01.01.2018

reichen. Das letzte große Hochwasserereignis vom Juli 2017 in Niedersachsen ist für den Vergleich somit enthalten. Bezogen auf den Abfluss in $[m^3/s]$ wurden an den meisten Pegeln bei diesem Ereignis Jährlichkeiten zwischen 5 und 10 Jahren festgestellt (HQ5 und HQ10), d.h. statistisch gesehen kommt ein Hochwasserereignis wie dieses alle 5 bis 10 Jahre vor. An einigen Pegeln konnten auch deutlich höhere Jährlichkeiten festgestellt werden. Die Angaben zu den Hochwasserjährlichkeiten an den Binnenpegeln haben nicht überall einen finalen Stand, sodass sich im Nachgang noch vereinzelt Werte ändern können

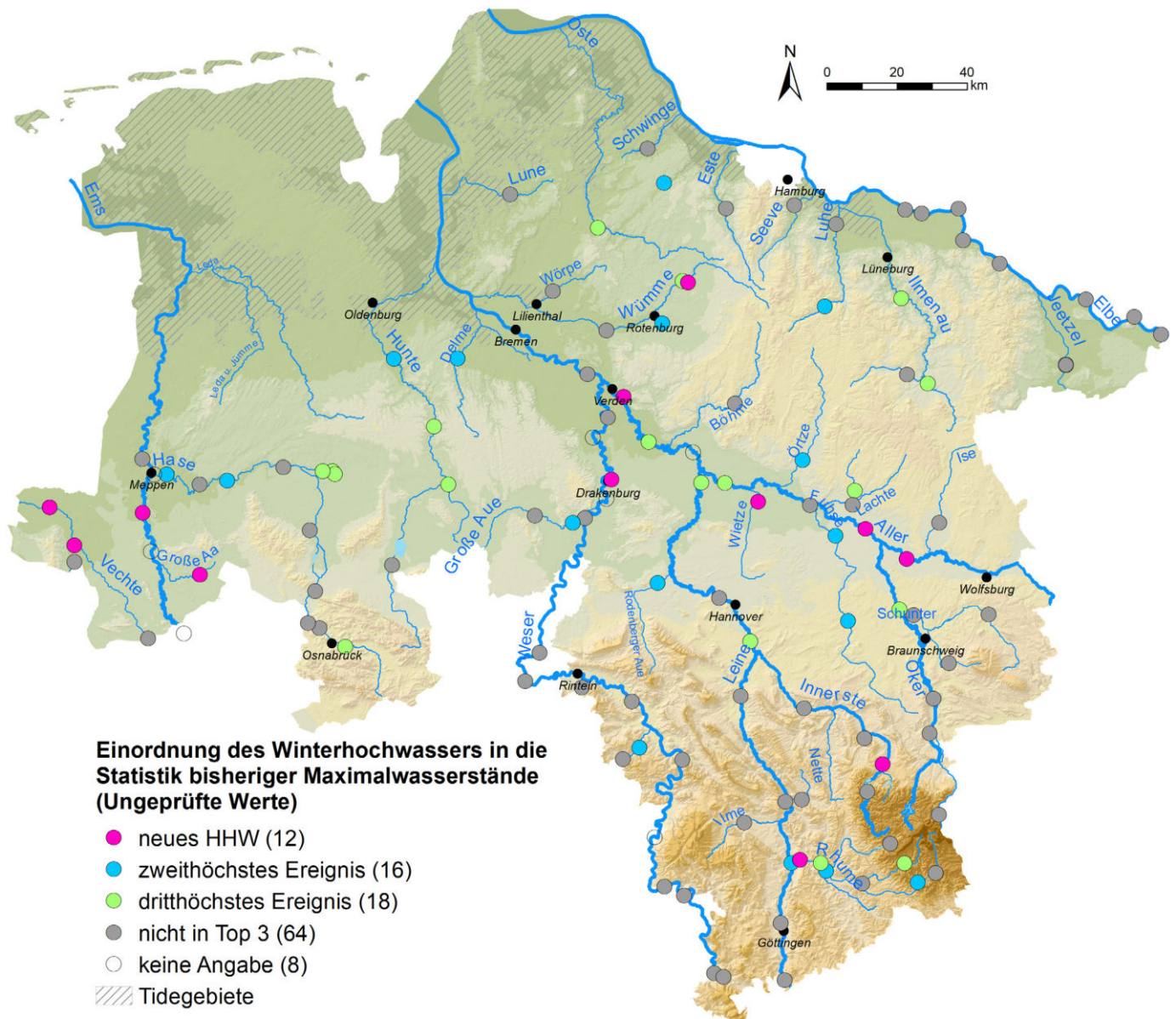


Abbildung 2: Eintretene Scheitelwasserstände an Pegeln im niedersächsischen Binnenland während des Winterhochwassers 2023/24 im Vergleich zu bisherigen Höchstwasserständen

Die ersten Vorwarnungen wurden am Mittwoch, den 20.12.2023 durch die Hochwasservorhersagezentrale (HWVZ) des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) für mehrere Einzugsgebiete herausgegeben. Zudem haben die Hochwasserdienste des NLWKN mit Beginn des Hochwassers regelmäßig gezielt die Landkreise und Kommunen bzw. Gefahrenabwehrbehörden vor Ort informiert. Die lange Vorwarnzeit ermöglichte, dass trotz der anstehenden Feiertage Maßnahmen organisiert und rechtzeitig umgesetzt werden konnten. Die Warnungen der HWVZ wurden als regionsspezifische Lageberichte über das Pegelportal des NLWKN, auf dem länderübergreifenden Hochwasserportal LHP und über die Warn-Apps NINA, KATWARN und Meine Pegel veröffentlicht. Während des Zeitraumes vom 20.12.2023 bis Mitte Januar wurden 154 Lageberichte und an über 60 Pegeln regelmäßig Vorhersagen veröffentlicht.

Charakterisierend für das Winterhochwasser ist auch der erstmalige Vollstau des Hochwasserrückhaltebeckens (HRB) in Salzderhelden an der Leine sowie die kontrollierte Hochwasserentlastung an der Innerste- und Okertalsperre im Harz.

Die über den ungewöhnlich langen Zeitraum andauernden Niederschläge führten vielerorts zu einem so großen Wasservolumen, dass die Bauwerke abweichend von den vorgesehenen Betriebsplänen gesteuert werden mussten. Diese Abweichung der Steuerung war notwendig, um den Scheitel der Hochwasserwelle zu kappen. In anderen Worten bedeutet dies, den Rückhalteraum der Bauwerke erst zu dem Zeitpunkt in Anspruch zu nehmen, wenn die Hochwasserwelle am größten ist und das größte Schadenspotential besitzt.

Seit Bestehen der HWVZ (Jahr 2009) hat es ein solches Ereignis in Niedersachsen noch nicht gegeben. Es ist zu erwarten, dass solche Ereignisse klimawandelbedingt zukünftig häufiger und stärker auftreten können. Dies belegen u.a. Attributionsstudien des DWD (Tivig et al. 2024) und die Ergebnisse des niedersächsischen Klimawandelprojektes KliBiW (Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland) (NLWKN 2023).

2. Meteorologische Ausgangssituation

2.1 Witterungsverlauf

Bereits der Herbst 2023 sorgte in Niedersachsen für außergewöhnliche Zustände: Zunächst ein neuer Temperaturrekord im September (DWD 2023). Anschließend regnete es in den darauffolgenden Monaten fast täglich. Im Oktober fiel mehr als die doppelte Menge Niederschlag im Flächenmittel (215%) und im November fiel die knapp doppelte Menge Niederschlag (193%) im Vergleich zum vieljährigen Mittel der klimatologischen Referenzperiode von 1991-2020 (DWD 2023a). Der Bodenwasserspeicher war daher bis Dezember stark gefüllt.

Die hochwasserauslösenden Niederschläge traten flächendeckend in Niedersachsen und den angrenzenden Bundesländern im Zeitraum vom 19.12. bis zum 05.01.2024 auf. Innerhalb dieser 18 Tage kam in Niedersachsen weit mehr als die doppelte Menge der mittleren einmonatigen Niederschlagsmengen für Dezember und Januar zusammen (220 % gegenüber der Referenzperiode 1991-2020). Innerhalb dieses Zeitraumes gab es nur wenige Regenpausen (Kaspar et al. 2024).

Während dieser Zeit war der Luftdruck über Nordeuropa deutlich tiefer und in Südeuropa deutlich höher als das Mittel des Vergleichszeitraums 1991-2020. Dies hatte eine ausgeprägte westliche Strömung zur Folge, bei der die Frontalzone häufig über Deutschland lag (s. Abbildung 3) (Kaspar et al. 2024). Eine solche Wetterlage ist grundsätzlich nicht außergewöhnlich. Die Besonderheit gegenüber vergangenen Ereignissen bestand jedoch in seiner großen räumlichen Ausdehnung und langen zeitlichen Andauer (Grieger et al. 2024). Große ursächliche Faktoren waren außerdem gleichzeitig auftretende neue Rekordtemperaturen der Wasseroberfläche im Nordatlantik und das damit verbundene höhere Feuchteangebot und niederschlagbare Wasser in der Atmosphäre, wodurch die Niederschläge in Deutschland besonders ergiebig wurden (Kaspar et al. 2024).

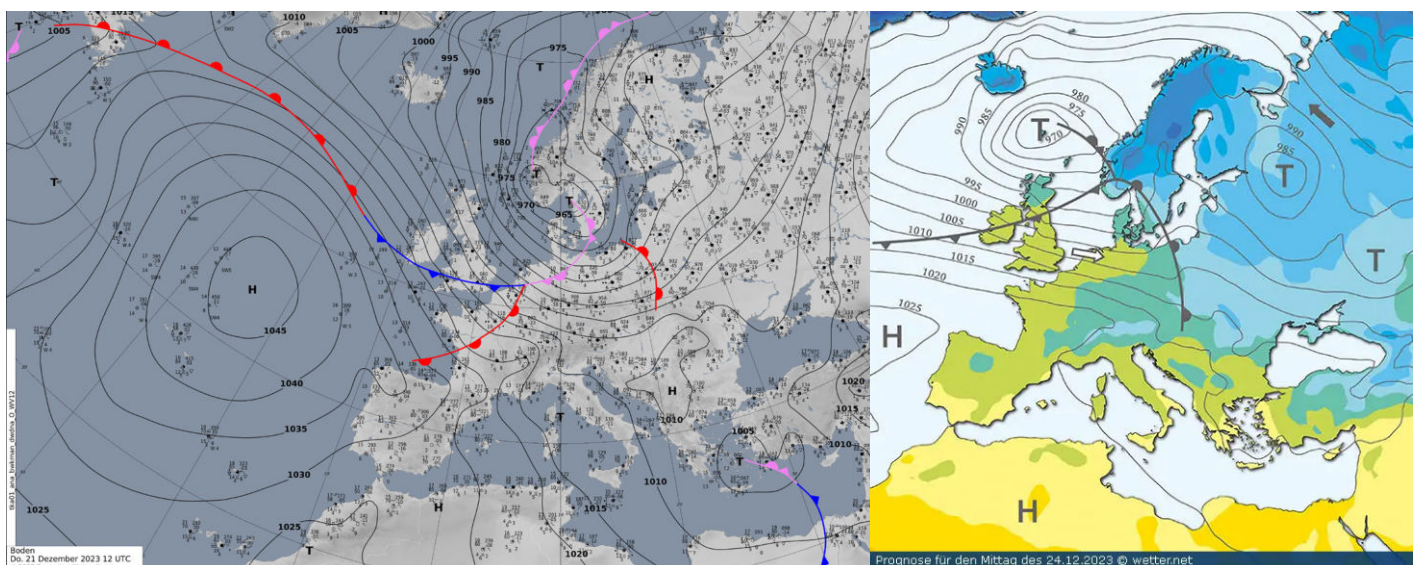


Abbildung 3: Links: Bodenluftdruckkarte für Europa von Donnerstag, 21.12.2023 mit Zentrum des Tiefdruckgebietes über Südskandinavien und Hochdruckgebiet über dem Atlantik (DWD). Rechts: Bodenluftdruckkarte für Europa von Samstag, 23.12.2023 mit ausgeprägter westlicher Strömung (www.wetterbote.de)

¹ Tiefdruckgebietserie: Xavi bis 21.12.23; Zoltan ~21.-27.12.23; Bodo ~28.-30.12.23; Costa ~31.12.23-01.01.24; Dietmar ~02.01.24; Annelie ~03.01.24; Brigitta ~04.-05.01.24

Nach einer ersten sehr intensiven Dauerniederschlagsphase vom 19. bis zum 26.12.2023 und weiteren größeren Niederschlagsmengen vom 29. bis zum 30.12.2023 kam es zu einer kurzzeitigen Wetterberuhigung über den Jahreswechsel. Ab dem 02.01.2024 kam es erneut zu größeren Niederschlagsmengen, die bis zum 05.01.2024 anhielten.

Mit den vom Atlantik herangeführten Niederschlägen gingen durch eine Aneinanderreihung mehrerer Tiefdruckgebiete typische Winterstürme einher. Insgesamt kam es in der Zeit vom 19.12.2023 bis zum 06.01.2024 zu sieben aufeinanderfolgenden Tiefdruckgebieten, von denen Tief Zoltan mit sieben Tagen vom 21. bis zum 27.12.2023 am längsten andauerte und den meisten Regen brachte. Anschließend wurden die Tiefdruckgebiete von ihrer zeitlichen Durchzugsdauer bis zum 06.01.2024 immer kürzer. An der deutschen

Nordseeküste führten die Sturmtiefs zu Sturmfluten, die von ihrer Ausprägung jedoch als saisonal normal einzustufen waren.

Die tabellarische Übersicht in Tabelle 1 zeigt für vier unterschiedlich regional verortete DWD-Stationen, die in vom Hochwasserereignis stark betroffenen Gebieten liegen, die Niederschlagssummen für den besonders stark ausgeprägten, siebentägigen Niederschlagszeitraum während des Tiefdruckgebietes Zoltan. Zudem werden der außergewöhnliche dreiwöchige Gesamtzeitraum und die jeweiligen prozentualen Abweichungen gegenüber den vieljährigen Monatsmittelwerten in Bezug auf die klimatologische Referenzperiode 1991-2020 dargestellt. Die räumliche Verortung dieser Stationen kann Abbildung 4 entnommen werden.

Tabelle 1: Niederschlagssummen an DWD-Stationen für 7 Tage und 3 Wochen und Mengeneinordnung gegenüber vieljährigem Mittel des Referenzzeitraumes 1991-2020. Datenabruf vom CDC-Server des DWD am 24.07.2024

DWD-Station	Mittel Dezember 1991-2020	Mittel Januar 1991-2020	7-Tage- Niederschlag 19.12.2023- 25.12.2023	3-Wochen- Niederschlag 19.12.2023- 07.01.2024	7-Tage vs. Dez.-Mittel (Abweichung)	3-Wochen vs. Dez. + Jan.- Mittel (Abweichung)
Braunlage¹ Flussgebiet Rhume/ Leine	159,0 mm	166,0 mm	261,0 mm	393,3 mm	167,4 %	121,0 %
Moringen- Lutterbeck² Flussgebiet Ilme/Leine	83,4 mm	85,4 mm	134,0 mm	230,7 mm	162,2 %	136,7 %
Alfhausen⁴ Flussgebiet Hase	85,0 mm	82,9 mm	136,0 mm	200,6 mm	160,6 %	119,5 %
Rehlingen-Ehlbeck³ Flussgebiet Ilmenau	74,0 mm	76,0 mm	121,4 mm	185,7 mm	164,1 %	123,8 %

Die aufgeführten vier DWD-Stationen befinden sich in den niederschlagsreichsten Gebieten des Ereignisses. Braunlage im Harz befindet sich im Oberlauf des Flusseinzugsgebietes der Rhume, welche der bedeutendste rechtsseitige Zufluss zur Leine aus dem südwestlichen Harz ist. Moringen-Lutterbeck liegt im Einzugsgebiet der Ilme, einem linksseitigen Zufluss der Leine. Alfhausen befindet sich im Flussgebiet der Hase und Rehlingen-Ehlbeck im Flussgebiet der Ilmenau.

Ein Blick auf die flächenhafte Verteilung zeigt die niedersachsenweite Betroffenheit. Innerhalb der sieben Tage sind

im Dezember in der Fläche rund 62 bis 68 % mehr Regen gefallen als im gesamten Dezember normal üblich ist. Der höchste Wert wurde an der Station Braunlage erfasst (67,4%). Aber auch die Station Rehlingen-Ehlbeck, die repräsentativ für die Ausmaße der großen Regenmengen in der Lüneburger Heide im nordöstlichen Teil Niedersachsens steht, hatte 66,3 % mehr Niederschlag. Die Flächensummen für die siebentägigen Niederschläge wurden vom DWD auf Basis des hydrometeorologischen Rasterdatensatzes HYRAS-DE-PRE (v5.0) für Deutschland generiert und sind Abbildung 4 zu entnehmen.

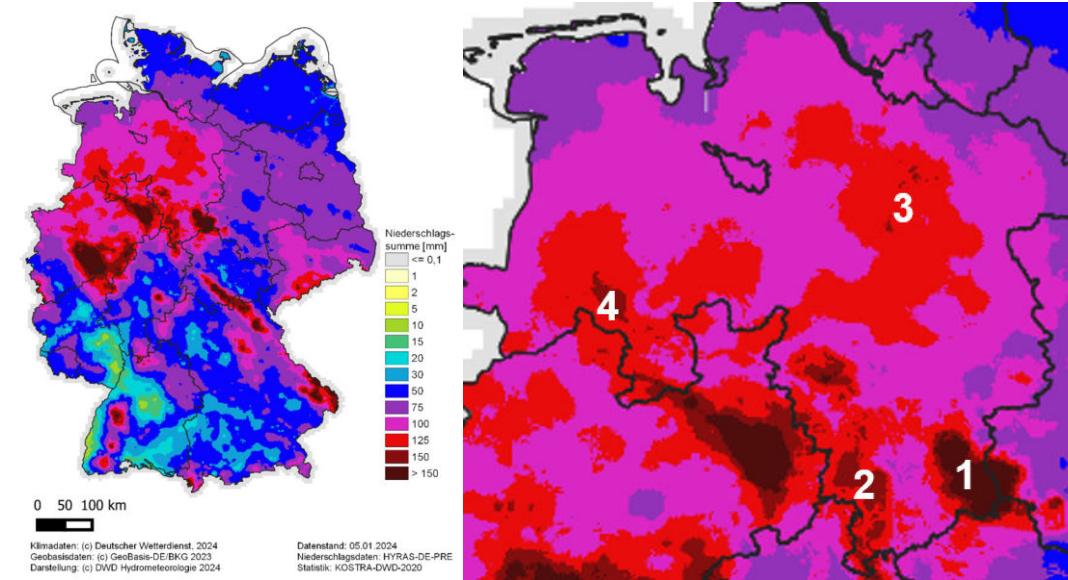


Abbildung 4: Links: Niederschlagssumme vom 19.12. bis 25.12.2023 auf Basis von HYRAS-DE-PRE (v5.0) in Deutschland; Rechts: Niederschlagssumme für Ausschnitt Niedersachsen; DWD-Stationen: 1 = Braunlage; 2 = Moringen-Lutterbeck; 3 = Rehlingen-Ehlbeck; 4 = Alfhausen. Nummerierung vgl. Tabelle 1

Ergänzend dazu wird in dem nachfolgenden Diagramm 1, Diagramm 2 und Diagramm 3 für Braunlage, Alfhausen und Rehlingen-Ehlbeck für den Zeitraum 01.10.2023 bis

31.01.2024 die täglichen Niederschlagshöhen und die akkumulierten Monatssummen im Verhältnis zum vieljährigen Mittel dargestellt.

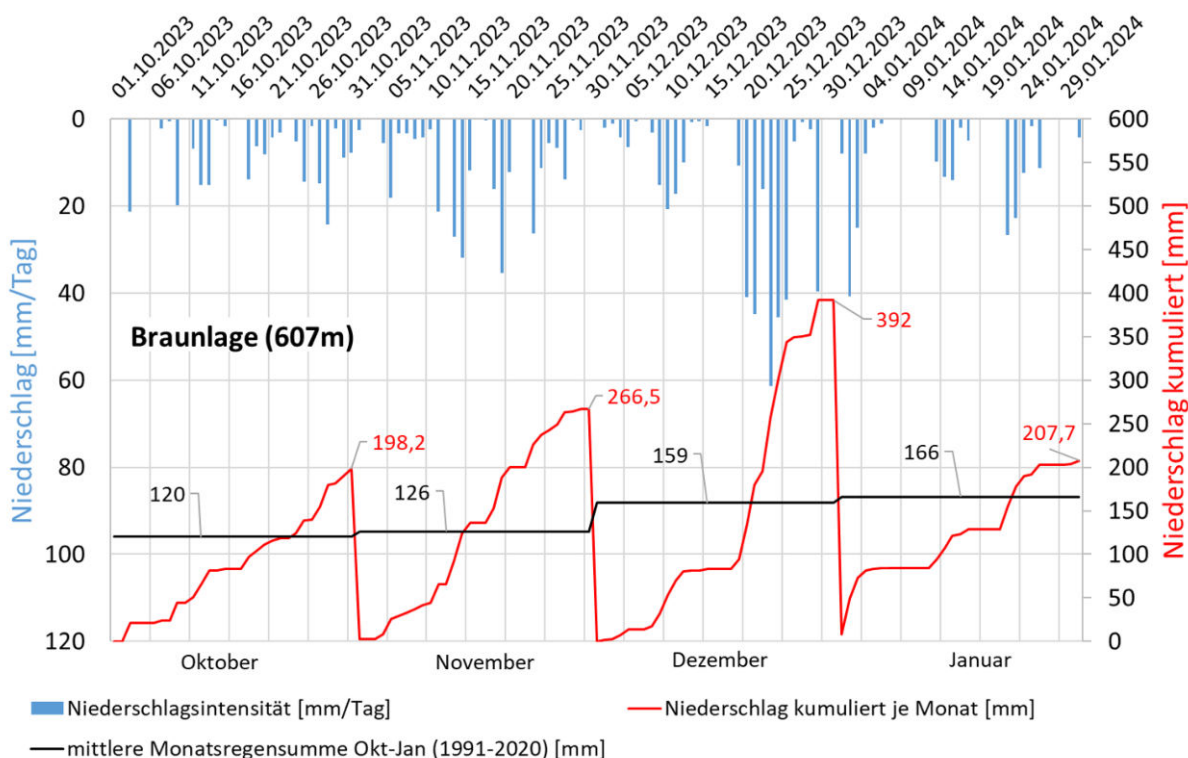


Diagramm 1: Tägliche Niederschlagshöhen und deren kumulierte Summe je Monat sowie mittlere monatliche Niederschlagssumme von Oktober 2023 bis Januar 2024 an der meteorologischen DWD-Station Braunlage (607 m NHN)

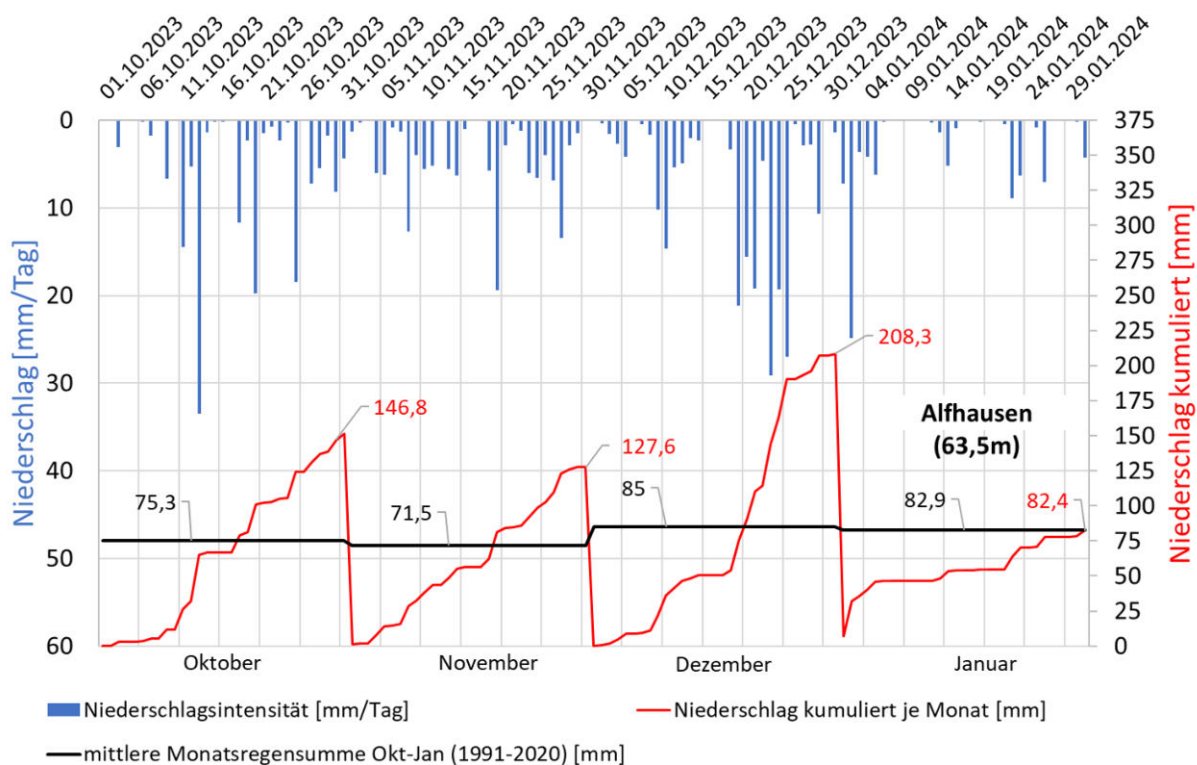


Diagramm 2: Tägliche Niederschlagshöhen und deren kumulierte Summe je Monat sowie mittlere monatliche Niederschlagssumme von Oktober 2023 bis Januar 2024 an der meteorologischen DWD-Station Alfhausen (63,5 m NHN)

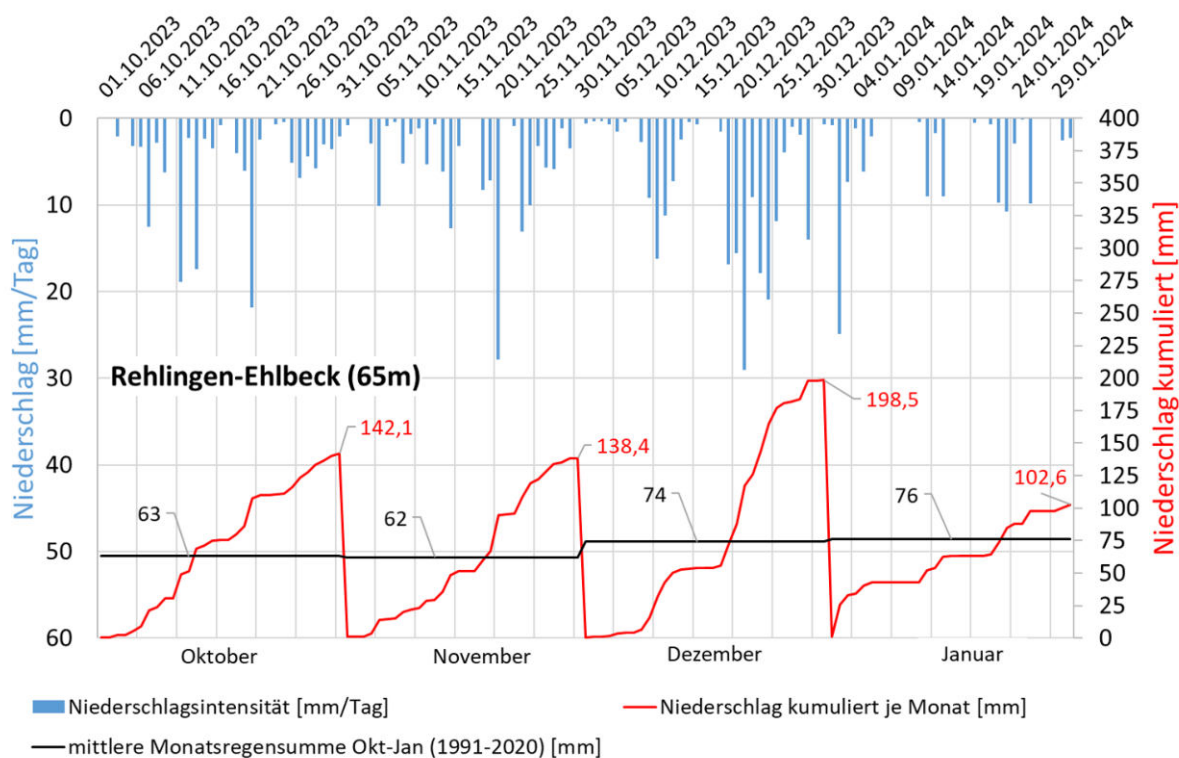


Diagramm 3: Tägliche Niederschlagshöhen und deren kumulierte Summe je Monat sowie mittlere monatliche Niederschlagssumme von Oktober 2023 bis Januar 2024 an der meteorologischen DWD-Station Rehlingen-Ehlbeck (65 m NHN)

Mit den Tiefdruckgebieten strömten auch milde Temperaturen nach Mitteleuropa, wodurch auch in den höheren Harzlagen oberhalb der Talsperren kaum Schnee, sondern vorwiegend Regen gefallen war. Die milden Temperaturen über dem Gefrierpunkt herrschten bereits seit dem 09. Dezember vor, sodass sich weder im Harz noch in anderen Landesteilen Niedersachsens eine größere Schneedecke ausbilden konnte. Eine große Schneeschmelze, die das Hochwasserereignis

wesentlich beeinflusst hätte, blieb folglich aus. Diagramm 4 zeigt exemplarisch für Niedersachsen die meteorologische DWD-Station Braunlage, die auf 607 Meter Höhe liegt. Anhand der mittleren Monatstemperaturen aus dem Referenzzeitraum von 1991-2020 wird erkenntlich, dass es insbesondere vom 09.12.2023 bis zum 05.01.2024 überdurchschnittlich warm war (vgl. Diagramm 4).

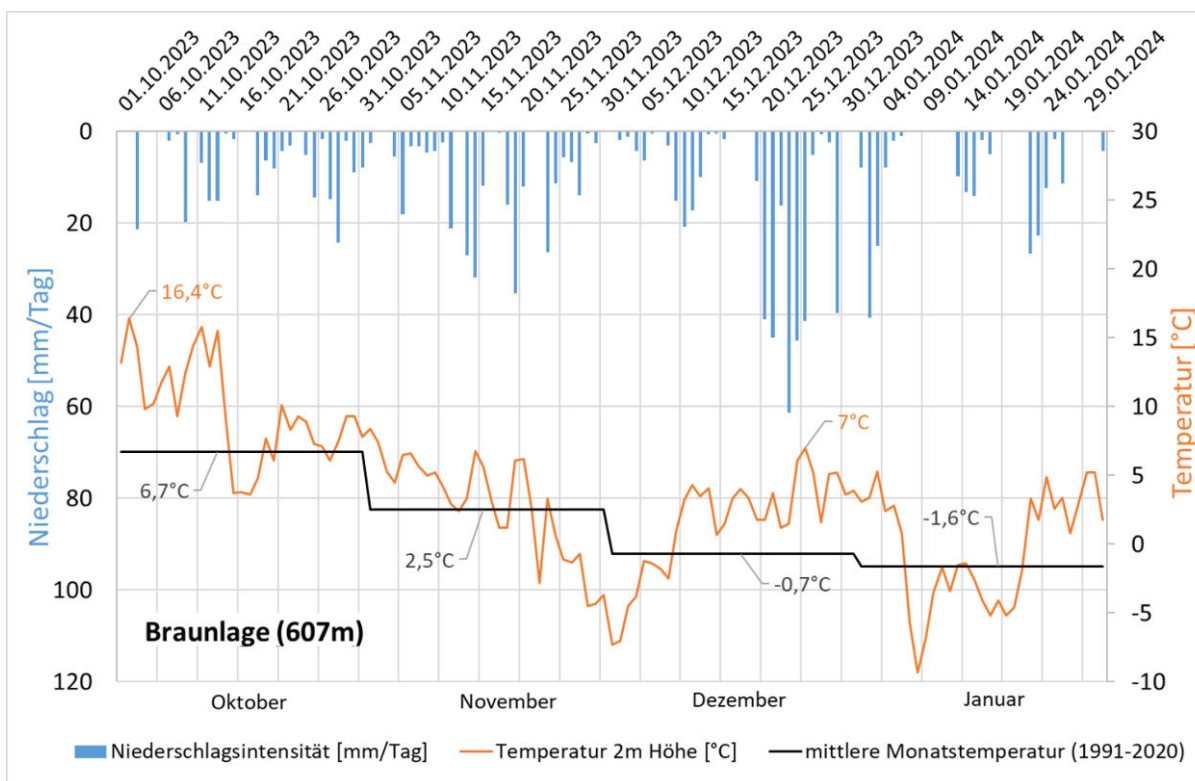


Diagramm 4: Niederschlagsintensität und Temperaturen an der meteorologischen DWD-Station Braunlage (607 m NHN) von Oktober 2023 bis Januar 2024

Eine flussgebietsbezogene Auswertung der Niederschlagssummen zeigt, dass im historischen Vergleich zu den maximalen 7-Tage-Niederschlägen im Winter (Dezember, Januar, Februar) seit 1931 im Zeitraum vom 19. bis zum 25.12.2023 in den Flussgebieten Ems, Hase, Hunte, Ilmenau, Oste, Vechte und Wümme neue Höchstwerte erreicht wurden (vgl. Tabelle 2). Es sei angemerkt, dass in den meisten Einzugsgebieten die niederschlagsreichsten Ereignisse der Vergangenheit im Sommer und nicht im Winter auftraten. Wird der Gesamtzeitraum von 18 Tagen betrachtet, werden die mittleren

Monatswerte für die Wintermonate Dezember, Januar und Februar um das Zwei- bis Dreifache überstiegen. Im 18-tägigen Zeitraum war im Langzeitvergleich das Flussgebiet der Emmer beim Winterhochwasser 2023/24 das einzige Gebiet mit einer neuen historischen Rekordregensumme über das gesamte Jahr, d.h. unabhängig von der Jahreszeit, gesehen. Detailliertere Angaben zur Einordnung der Niederschläge in den vom Hochwasser betroffenen Flussgebieten sind in den Unterkapiteln des Kapitels 4 aufgeführt.

Tabelle 2: Gefallene Niederschläge über 7 und 18 Tage in niedersächsischen Flussgebieten mit Einordnung in die historischen Zeitreihen

Flussgebiet	gemittelter 7-Tage-Niederschlag 19.-25.12.2023 [mm]	Max. Niederschlag in einer 7-Tagesperiode seit 1931 [mm]	Ereignisrang 19.-25.12.2023 seit 1931	Ereignisrang 19.-25.12.2023 für Winter* seit 1931	gemittelter 18-Tage-Niederschlag 19.12.2023-05.01.2024 [mm]	Max. Niederschlag in einer 18-Tagesperiode seit 1931	Ereignisrang 19.12.23-05.01.24 seit 1931	Ereignisrang 19.-05.01.2024 für Winter* seit 1931
Aller	97,0	128,5 16.-22.07.2002	6	2	143,5	170,1 09.-26.07.2002	5	2
Emmer	159,7	187,2 02.-08.02.1946	2	2	230,7	230,7 19.12.23-05.01.24	1	1
Ems	97,7	116,7 27.06.03.07.1981	5	1	161,1	168,8 23.10.-09.11.1998	3	2
Fulda	59,8	99,5 07.-13.07.2014	>25	13	104,1	175,3 02.-19.07.1956	>25	10
Große Aue	99,1	109,7 10.-16.07.1956	5	2	151,4	160,5 06.-23.08.1954	4	2
Hase	108,1	124,4 26.06.-02.07.1981	5	1	175,4	188,8 23.10.-09.11.1998	3	2
Hunte	96,3	108,7 23.-29.10.1998	4	1	158,5	164,0 23.10.-09.11.1998	2	1
Ilmenau	88,1	111,6 16.-22.07.2002	2	1	139,2	161,4 09.-26.07.2002	2	1
Leine	107,9	148,9 19.-25.07.2017	4	2	158,9	195,5 09.-26.07.2017	5	2
Nethe	133,3	156,5 02.-08.02.1946	6	4	202,2	240,9 19.12.86-05.01.87	2	2
Oker	88,9	156,6 16.-22.07.2002	11	2	126,7	197,2 09.-26.07.2002	11	2
Oste	90,7	97,4 22.-28.08.1989	7	1	160,6	176,4 02.-19.09.2001	5	1
Rhume	127,4	158,2 19.-25.07.2017	3	2	189,3	209,2 10.-27.07.2017	5	2
Vechte	97,3	145,7 23.-29.08.2010	5	1	165,6	193,3 14.-31.08.2010	4	2
Werra	69,4	110,5 07.-13.07.2014	18	4	113,7	174,1 15.05.-01.06.2013	22	5
Werre	124,5	160,4 02.-08.02.1946	5	3	181,2	200,6 15.12.86-01.01.87	4	3
Weser	91,6	98,0 27.12.1986.- 02.01.1987	3	2	144,0	152,9 23.10.-09.11.1998	3	2
Wümme	97,3	116,3 06.-12.09.2001	6	1	160,4	179,8 03.-20.09.2001	4	1

2.2 Statistische Einordnung

Der Blick auf das gesamte Bundesland Niedersachsen zeigt, dass der Dezember 2023 der nasseste Dezember seit Beginn kontinuierlicher, systematischer Messaufzeichnungen im Jahr 1881 war (Kaspar et al. 2024). In Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen war zusätzlich das gesamte Jahr 2023 das bislang nasseste Jahr seit 1881 (DWD 2023b).

Die extremwertstatistische Einordnung der 7-Tage-Niederschläge vom 19. bis zum 25.12.2023 auf Basis von HYRAS-DE-PRE (v5.0) mit Hilfe von KOSTRA-DWD-2020 zeigt, dass weite Teile der betroffenen Gebiete relativ moderate Wiederkehrzeiten von 10-20 Jahren aufweisen. Vor allem im Nordosten und im Süden entlang der Weser sind seltenere Wiederkehrzeiten von 50 Jahren aufgetreten (s. Abbildung 5). Die seltenste Regenmenge mit einer Wiederkehrzeit von 95 Jahren verzeichnete die Niederschlagsstation Braunlage im Harz im Flussgebiet der Rhume. In der Abbildung 5 befindet sich dieser dunkelrote Punkt an der südöstlichen Grenze zu den Bundesländern Sachsen-Anhalt und Thüringen und ist kaum zu erkennen, da die hohe Regenmenge an diesem Ort räumlich sehr begrenzt auftrat. Der 7-Tage-Niederschlag von 261 mm während des Durchzugs von Tief Zoltan überstieg in Braunlage den vorherigen Rekord von 244 mm im Jahr 1998 deutlich (Kaspar et al. 2024). In Braunlage wurde im Dezember 2023 mit 392 mm Niederschlag die deutschlandweit höchste Monatssumme gemessen (DWD 2023a).

Weiterhin ist der Abbildung 5 zu entnehmen, dass die höchsten Wiederkehrzeiten mit einer ausgeprägten Fläche von über 100 Jahren im Nordosten von Nordrhein-Westfalen aufgetreten sind. In dieser Fläche befinden sich die linksseitigen Weser-Zuflüsse Werre, Nethe und Emmer. Das Flussgebiet der Emmer hatte beim Winterhochwasser 2023/24 wie zuvor erwähnt im 18-tägigen Langzeitvergleich als einziges Flussgebiet einen neuen historischen Niederschlagsrekord. Aber auch die Nethe und Werre hatten sowohl im siebentägigen als auch im 18-tägigen Vergleich besonders hohe Niederschlagssummen. Dort sind solche hohen Werte jedoch schon häufiger aufgetreten (vgl. Tabelle 2).

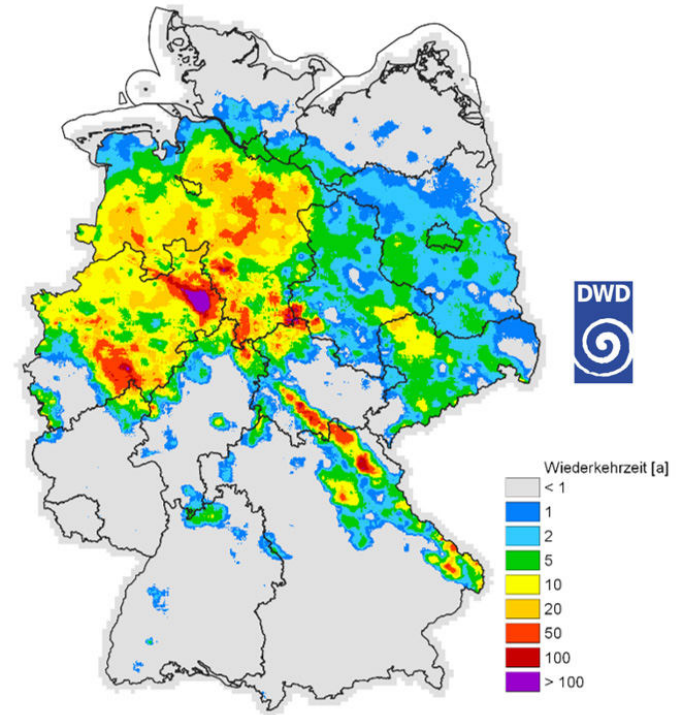


Abbildung 5: Wiederkehrzeiten (Jährlichkeiten) des Niederschlags aus KOSTRA-DWD-2020 Analyse für den Zeitraum 19.-25.12.2023 auf Basis des hydrometeorologischen Rasterdatensatzes HYRAS-DE-PRE (v5.0), Datenstand vom 09.01.2024 (Kaspar et al. 2024)

Die in Tabelle 3 ausgewählten DWD-Stationen, welche sich auf der niedersächsischen Landesfläche befinden, hatten in Bezug auf dessen hohe siebentägige Niederschlagssummen in manchen Regionen des Oberen Weser-Leineberglandes (Station Moringen-Lutterbeck) und Regionen der Dümmer-Geestniederung (Station Alfhausen) Wiederkehrzeiten von rund 30 Jahren. In der Lüneburger Heide gab es Wiederkehrzeiten von 50 Jahren und seltener. An der Station Rehlingen-Ehlbeck in der Lüneburger Heide lag der Wert bei 44 Jahren (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Siebentägige Niederschlagssummen vom 19.-25.12.2023 und dazugehörige Jährlichkeit für die Dauerstufe 7 Tage nach KOSTRA-DWD-2020 (DWD 2024)

DWD-Station	7-Tage-Niederschlag 19.12.-25.12.2023	Jährlichkeit [T] nach KOSTRA 2020 Dauerstufe = 7 Tage
Braunlage	261,0 mm	T = 95 Jahre
Moringen-Lutterbeck	134,0 mm	T = 32 Jahre
Rehlingen-Ehlbeck	121,4 mm	T = 44 Jahre
Alfhausen	136,0 mm	T = 29 Jahre

3 Grundlegendes zur Hochwassereinschätzung

3.1 Hochwassermeldestufen

Die Gefahrenlage wird an den Binnen- und Tidepegeln durch die Definition der Meldestufen in Niedersachsen unterschiedlich beschrieben (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Hochwassermeldestufen in Niedersachsen / Quelle: www.pegelonline.nlwkn.niedersachsen.de/Hinweis

Meldestufe	Pegel im Binnenland	Tideaußenpegel
● Meldestufe 1	Bordvoller Abfluss und stellenweise Beginn der Ausuferung	leichte Sturmflut
● Meldestufe 2	Ausuferungen hauptsächlich in land- und forstwirtschaftlichen Flächen	mittlere Sturmflut
● Meldestufe 3	Überschwemmung größerer Flächen und Überschwemmung einzelner Grundstücke, Straßen und Keller möglich	schwere Sturmflut
● Meldestufe 4	Derzeit noch nicht festgelegt	sehr schwere Sturmflut

Zurzeit gibt es im niedersächsischen Binnenland drei festgelegte Hochwassermeldestufen. Die hinter einer Meldestufe festgelegte Definition gilt an Flüssen für den Pegel und in der Regel für das ober- und unterhalb liegende Umfeld. An

der Einführung einer vierten Meldestufe für das niedersächsische Binnenland wird derzeit gearbeitet. Die Bedeutung einer vierten Meldestufe ist Abbildung 6 zu entnehmen.

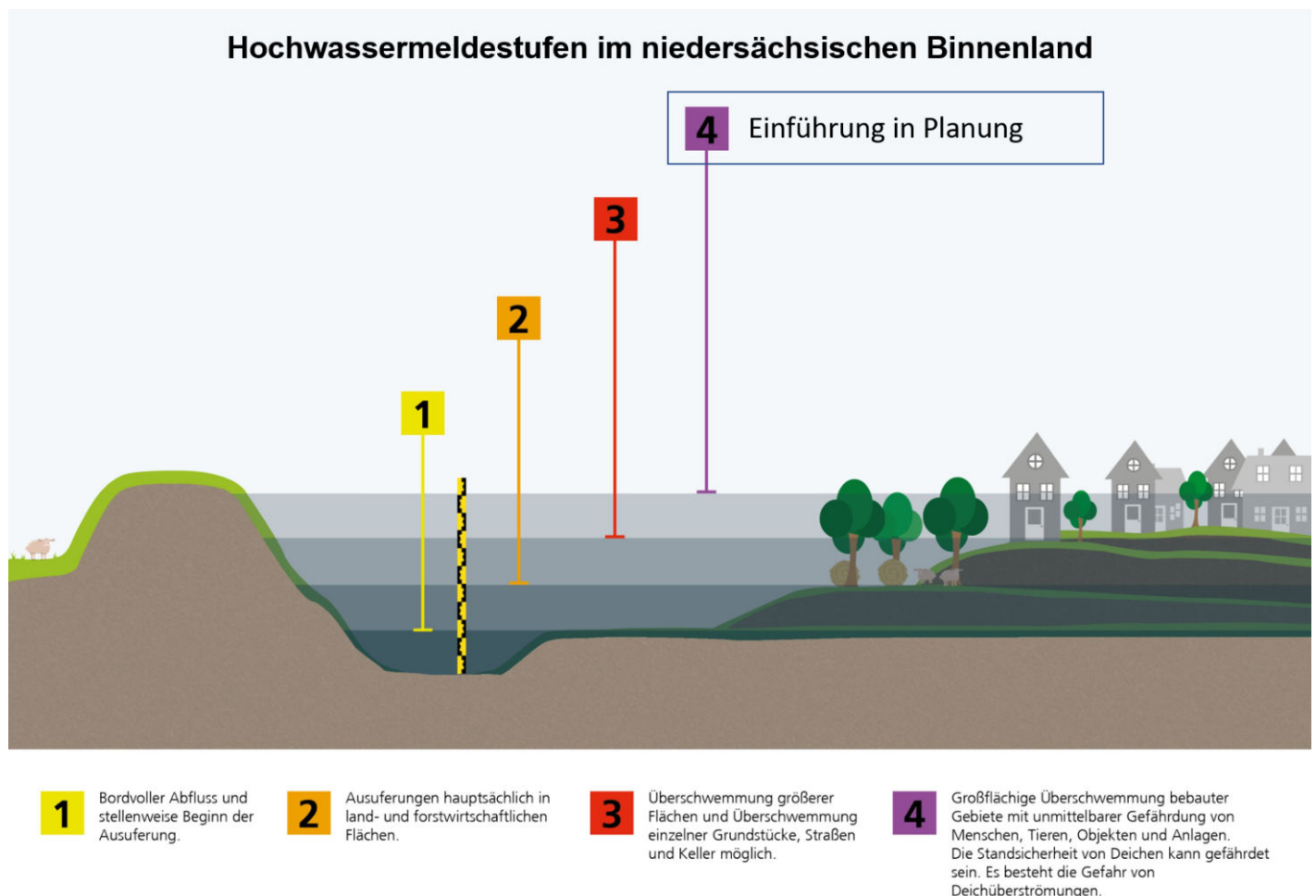


Abbildung 6: Hochwassermeldestufen an Flüssen im niedersächsischen Binnenland

3.2 Kategorische Einstufung der Hochwasserwarnungen im Binnenland

Die herausgegebenen Hochwasserwarnungen der HWVZ werden als Vorwarnung, kleines bis mittleres Hochwasser oder großes Hochwasser kategorisiert.

Tabelle 5: Definition der Warn-Kategorisierung / Quelle: www.pegelonline.nlwkn.niedersachsen.de/Hinweis

Einschätzung der Lage	Niedersächsisches Binnenland bzw. Flussgebiete
Vorwarnung	Es ist an mehreren Pegeln mit schnell steigenden Wasserständen zu rechnen, die zu Überschreitungen von Hochwassermeldestufen führen können.
Kleines bis mittleres Hochwasser	An Pegeln treten mindestens bordvolle Abflüsse auf. Lokal sind Ausuferungen zu erwarten, die hauptsächlich land- und forstwirtschaftliche Flächen betreffen.
Großes Hochwasser	Es treten größere Ausuferungen oder Überschwemmungen auf bzw. sind möglich. Diese können Grundstücke, Straßen oder Keller betreffen.

4 Hochwasserverlauf in Niedersachsen

Der freie Bodenwasserspeicher war durch die große Vorfeuchte vor dem 23.12.2023 nicht mehr in der Lage weitere signifikante Mengen an Wasser aufzunehmen. Die Restkapazität des freien Bodenwasserspeichers betrug flächendeckend nur noch maximal 10 mm vor Beginn des Regeneignisses kurz vor Weihnachten (Kaspar et al. 2024).

In den nachfolgenden Unterkapiteln wird der hydrologische Ablauf des Hochwasserereignisses in Niedersachsen im jeweiligen Flussgebiet beschrieben. Beginn und Ende des abgelaufenen Hochwasserereignisses werden in jedem Flussgebiet abgegrenzt über die erstmalige Überschreitung der

Meldestufe 1 (i.d.R. an einem Oberlaufpegel) und die letztmalige Unterschreitung der Meldestufe 1 (i.d.R. an einem Unterlaufpegel).

Daneben werden die Niederschlagsmengen in Bezug zur Historie eingeordnet und es wird auf die Pegelstatistik eingegangen. Die pegelstatistischen Angaben haben nicht überall einen flächendeckenden finalen Stand, sodass sich die Werte noch vereinzelt ändern können.

In Abbildung 7 ist eine Übersichtskarte von Niedersachsen zu sehen, die kenntlich macht, wie sich die einzelnen Flusseinzugsgebiete räumlich in Niedersachsen verteilen. Grundsätzlich können für alle Flussgebiete Hochwasserwarnungen veröffentlicht werden. Jedoch bestehen nicht für alle Gebiete Hochwasservorhersagemodelle.

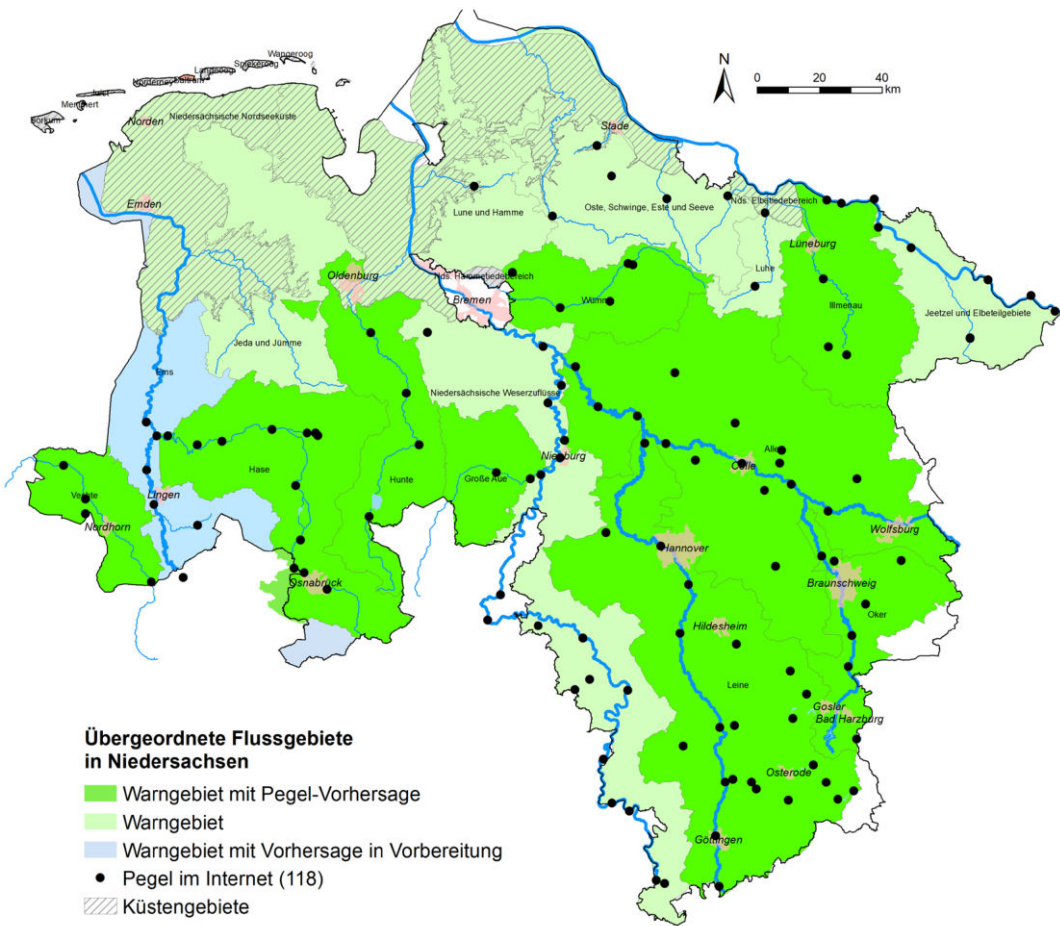


Abbildung 7: Flussgebiete und Internetpegel in Niedersachsen kategorisiert nach Warngebieten und Vorhersagemodellen mit Stand: Januar 2023. Für die Weser existierte zu diesem Zeitpunkt ein fertiges Hochwasservorhersagemodell, welches im Testbetrieb lief, Vorhersagen wurden berechnet und ausgewertet, aber zum Zeitpunkt des Ereignisses noch nicht im Internet veröffentlicht

4.1 Flussgebiet der Leine, Oker und Aller

4.1.1 Flussgebiet der Leine

Das Leineflussgebiet ist ca. 6.500 km² groß. Die Leine entspringt in Thüringen. Im Mittellauf bei Göttingen fließt die Leine durch das Leinebergland bevor von rechts bei Northeim das Flussgebiet der Rhume aus dem Harz in die Leine mündet und damit das Hochwassergeschehen maßgebend beeinflusst. Im Flussgebiet der Rhume befinden sich die Oder- und Sösetalsperre.

Nach dem Zusammenfluss von Leine und Rhume befindet sich das Hochwasserrückhaltebecken Salzderhelden. Flussabwärts der Leine mündet rechtsseitig die Innerste bei Sarstedt in die Leine, bevor die Leine durch Hannover weiter nach Norden fließt und bei Schwarmstedt in die Aller mündet.

Im Einzugsgebiet der Innerste befinden sich die Innerste- und Grantetalsperre sowie das Hochwasserrückhaltebecken Groß Rhüden an der Nette.

Während des Hochwasserereignisses sind im gesamten Einzugsgebiet der Leine im Mittel 159 mm Niederschlag gefallen. Dieses Ereignis ist das Zweithöchste im Winter seit 1931. Im Zeitraum vom 19. bis zum 25.12.2023 sind allein 108 mm gefallen (Quelle: DWD).

Vor allem im Harz ist lokal sehr viel mehr Niederschlag zu verzeichnen gewesen. An der Niederschlagsstation Braunlage fielen über einen Zeitraum von sieben Tagen vom 19. bis zum 25.12.2023 261 mm.

Für das Flussgebiet der Leine wurde am 20.12.2023 um 11:30 Uhr eine Vorwarnung vor Hochwasser veröffentlicht. Ab dem 21.12.2023 um 12:30 Uhr wurde vor Hochwasser und ab dem 22.12.2023 um 11:30 Uhr vor einem großen Hochwasser gewarnt.

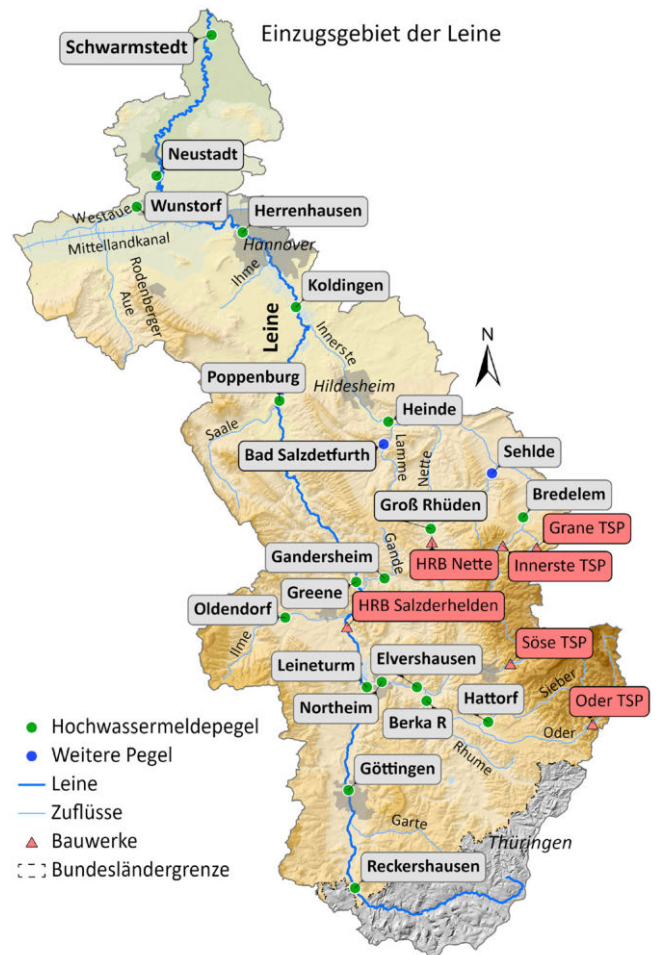


Abbildung 8: Flusseinzugsgebiet der Leine

An der oberen Leine bis Göttingen haben die Niederschläge dazu geführt, dass die Wasserstände an den Hochwassermeldepegeln im Laufe des 23.12.2023 die Meldestufe 2 überschritten hatten. Hier lag dieses Hochwasserereignis zwischen einem HQ5 und HQ20.

An den Leinezuflüssen Ilme (Pegel Oldendorf in der Nacht vom 23.12.2023) und Westaue (Pegel Wunstorf am Morgen des 24.12.2023) wurde die Meldestufe 3 an den Pegeln überschritten. In diesen beiden Flussgebieten entspricht dieses Ereignis in etwa einem HQ5.

An der Rhume wurde durch die Niederschläge (Gebietsniederschlag: 189 mm) an fast allen Hochwassermelde-

pegeln die Meldestufe 3 überschritten. Am Pegel Hattorf/Sieber wurde der gleiche Höchstwasserstand (281 cm am 25.12.2023 um 02:00 Uhr) wie beim Hochwasserereignis im März 2000 erreicht. Hierbei handelt es sich ca. um ein HQ5. Der Pegel Northeim/Rhume kurz vor der Mündung in die Leine hat am 25.12.2023 um 9:30 Uhr seinen neuen Höchstwasserstand von 342 cm a.P. erreicht (bisheriger Höchststand 328 cm a.P., 2007) (vgl. Diagramm 5).

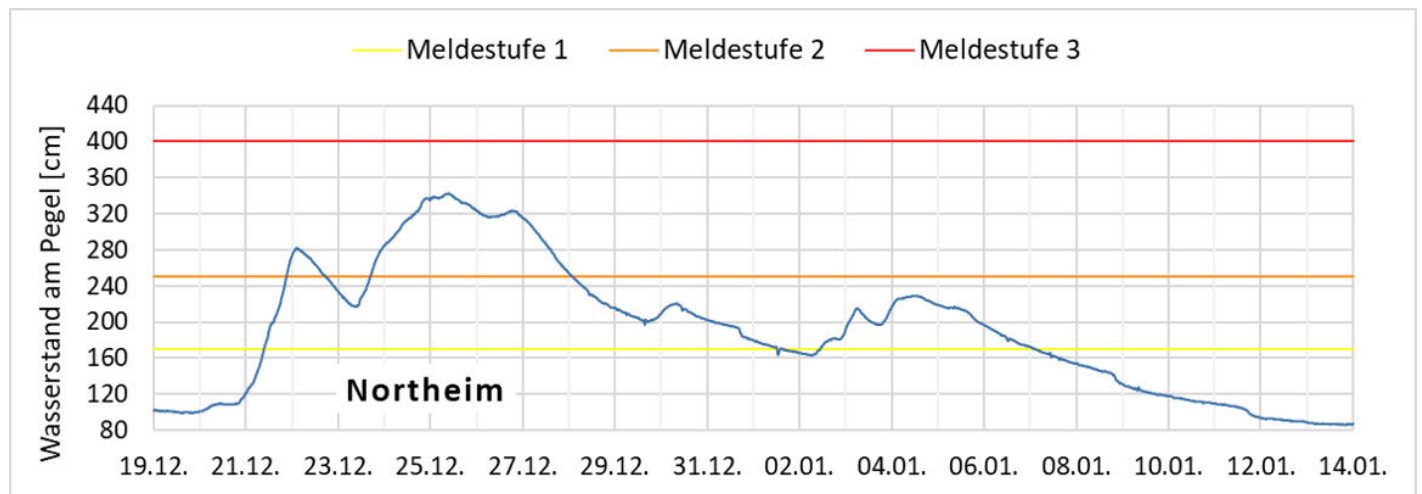


Diagramm 5: Wasserstandsganglinie am Pegel Northeim (Rhume)

Am ersten Weihnachtsfeiertag ist am Nachmittag der Damm zum Kiessee in Northeim auf einer Länge von 200 Meter aufgrund des Wasserdruckes der Rhume gebrochen.

Im Mittel- und Unterlauf der Rhume ist dieses Ereignis einem HQ15 bis HQ20 zuzuordnen.

An allen Hochwassermeldepegeln entlang des Mittel- und Unterlaufes der Leine wurde die Meldestufe 3 überschritten. Im Mittellauf kam es aufgrund des Einstaues des Hochwasserrückhaltebeckens in Salzderhelden zu einer Reduktion der Hochwasserabflussscheitel und erst mit einer geplanten zeitlichen Verzögerung zu einem Überschreiten der Meldestufen. Weitere Ausführungen zu dem Betrieb des Hochwasserrückhaltebeckens Salzderhelden sind dem Kapitel 5.2.1 zu entnehmen.

Im Mittellauf der Leine handelt es sich bei diesem Hochwasserereignis ungefähr um ein HQ10.

Durch die Entleerung des Hochwasserrückhaltebeckens Salzderhelden waren die Wasserstände im Mittel- und Unterlauf der Leine noch längere Zeit auf hohem Niveau. Die Pegel Greene (vgl. Diagramm 6) und Poppenburg im Mittellauf der Leine hatten die Meldestufe 1 am Morgen des 13.01.2024 unterschritten. Der letzte Pegel im Unterlauf der Leine (Pegel Schwarmstedt/Leine) hatte erst in den frühen Morgenstunden des 21.01.2024 die Meldestufe 1 verlassen.

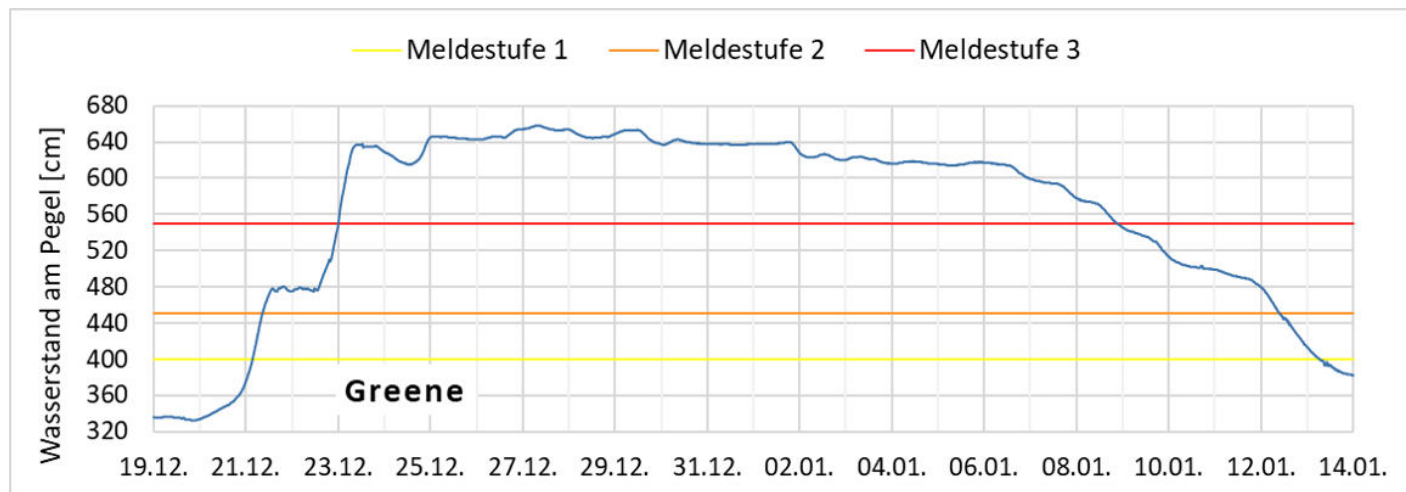


Diagramm 6: Wasserstandsganglinie am Pegel Greene (Leine)

An der Innerste und an der Nette hatten alle Hochwassermeldepegel die Meldestufe 3 überschritten. Im Mündungsbereich der Innerste in die Leine verschmolzen die beiden Flüsse zu einer großflächigen Seenlandschaft (s. Abbildung 9). Das Hochwasserrückhaltebecken Groß Rhüden wurde planmäßig eingestaut. Durch den aktuell laufenden Ausbau der Nette in Seesen/Rhüden konnte ein größeres Ereignis verhindert werden.

Die sehr hohen Zuflüsse zur Innerstetalsperre hatten zu einem Vollstau am 25.12.2023 und der darauffolgenden planmäßigen Hochwasserentlastung geführt. Die maximale

Abgabe betrug rd. 30 m³/s. Flussabwärts führte die erhöhte Abgabe zu keiner signifikanten Verschärfung der Hochwasserlage, auch hier waren die Unterlieger durch die frühzeitigen Warnungen gut auf die Situation vorbereitet. Weitere Ausführungen dazu im Kapitel 7.

Die Warnung für das Flussgebiet der Leine konnte am 10.01.2024 um 08:00 Uhr aufgehoben werden. Am Flussabschnitt der Leine von Herrenhausen bis Mündung in die Aller wurde die Warnung dagegen erst am 12.01.2024 um 19:30 Uhr aufgehoben.



Abbildung 9: Mündungsbereich der Innerste in die Leine bei der Ortschaft Ruthe/Sarstedt, (Quelle NLWKN, Meyer)

Tabelle 6: Scheitelwasserstände an den Hochwassermeldepegeln im Flusseinzugsgebiet der Leine beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017. In Rot: Wasserstände innerhalb der drei Extremwerte / Quelle: NLWKN und Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Gewässer	Pegel	A _E [km²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		3. Extremwert bis 2017	
			HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Leine	Reckershausen	321	341	23.12.2023 23:45	450	04.06.1981	388	17.08.2015	380	02.01.1987
Leine	Göttingen	633	237	24.12.2023 09:00	384	04.06.1981	311	02.06.1961	260	29.09.2007
Leine	Leineturm	990	397	24.12.2023 21:45	403	30.09.2007	395	31.12.1986	394	28.10.1998
Sieber	Hattorf	129	238	25.12.2023 02:00	281	09.03.2000	275	28.10.1998	271	13.04.1994
Rhume	Berka R	895	516	25.12.2023 03:30	550	04.06.1981	496	04.03.1981	488	29.09.2007
Rhume	Elvershausen	1.115	395	25.12.2023 05:45	450	04.06.1981	402	01.11.1998	394	30.12.1986
Rhume	Northeim	1.176	343	25.12.2023 09:30	328	22.08.2007	326	30.09.2007	309	01.11.1998
Ilme	Oldendorf	149	253	23.12.2023 22:15	302	28.10.1998	267	19.12.1988	267	29.09.2007
Gande	Gandersheim	95	247	23.12.2023 22:30	333	28.10.1998	314	19.12.1988	310	28.10.1998
Leine	Greene	2.916	658	27.12.2023 06:00	741	09.02.1946	725	15.03.1947	712	05.06.1981
Leine	Poppenburg	3.463	442	27.12.2023 20:45	485	06.06.1981	471	02.11.1998	451	01.01.1987
Innerste	Bredelem	158	279	26.12.2023 17:15	275	30.09.2007	245	14.04.1994	241	01.01.1987
Nette	Groß Rhüden	125	311	25.12.2023 00:15	391	26.07.2017	366	29.09.2007	362	28.10.1998
Innerste	Heinde	897	626	24.12.2023 22:00	714	26.07.2017	675	30.09.2007	642	27.05.2013
Leine	Koldingen	4.979	495	26.12.2023 21:15	502	27.07.2017	495	28.05.2013	491	01.10.2007
Leine	Herrenhausen	5.304	581	27.12.2023 08:00	644	10.02.1946	597	04.01.2003	589	13.03.1981
Westaue	Wunstorf	558	346	25.12.2023 08:30	348	31.12.1986	340	29.10.1998	333	03.01.2003
Leine	Neustadt	6.043	615	27.12.2023 06:00	-	-	-	-	-	-
Leine	Schwarmstedt	6.443	586	27.12.2023 17:30	590	14.03.1981	589	03.01.1987	586	05.01.2003

Tabelle 6 ist zu entnehmen, dass von den 19 Hochwassermeldepegeln im Flussgebiet der Leine beim Winterhochwasser 2023/24 die Wasserstände an acht Pegeln innerhalb der drei höchsten Hochwasserereignisse lagen. Wie z.B. in Schwarmstedt beträgt die Differenz zum jemals höchstgemessenen Wasserstand nur 4 cm, in Wunstorf lediglich 2 cm. Neben dem Pegel Northeim/Rhume hatte auch Pegel Bredelem/Innerste einen neuen Rekordwasserstand erreicht.

4.1.2 Flussgebiet der Oker

Das Flussgebiet der Oker liegt im südöstlichen Niedersachsen. Es erstreckt sich vom Harz über das Harzvorland bis zur Mündung in die Aller in das Norddeutsche Tiefland. Das ca. 1.800 km² große Gebiet beinhaltet in den Oberläufen die Oker- und Eckertalsperre im Harz. Die Oker selbst durchfließt die Städte Wolfenbüttel und Braunschweig bevor sie bei der Stadt Müden in die Aller mündet.

Die wichtigsten Zuflüsse sind linksseitig die Abzucht und die Warne, rechtsseitig die Radau, die Ecker, die Ilse, die Altenau und die Schunter.



Abbildung 10: Flusseinzugsgebiet der Oker

Der Niederschlag beim Winterhochwasserereignis 2023/24 begann am 19.12.2023 und erstreckte sich fast ohne Unterbrechung bis zum 25.12.2023. In diesem Zeitraum fielen im gesamten Einzugsbiet der Oker im Mittel 89 mm Niederschlag. Dieses Ereignis ist damit – genau wie im Einzugsgebiet der Leine – zweithöchste Winterereignis seit 1931. Vom 29.12. bis zum 30.12.2023 gab es ein weiteres kleineres Niederschlagsereignis und ab dem 02.01 bis zum 05.01.2024 fielen erneut hohe Niederschlagsmengen. Insgesamt sind im gesamten Okereinzugsgebiet im Mittel in diesem Zeitraum (19.12.2023 bis zum 05.01.2024) 127 mm gefallen (Quelle: DWD). Regional fiel weitaus mehr Niederschlag. Im Harz wurden über den Zeitraum von 18 Tagen vom 19.12.2023 bis zum 05.01.2024 an der Niederschlagsstation Torfhaus 340 mm gemessen (Quelle: HWW).

Aufgrund der hohen Füllstände der Talsperren durch die bereits im November und Anfang Dezember gefallenen Niederschläge und die Niederschlagsvorhersagen vom DWD begannen die Harzwasserwerke ab dem 15.12.2023 mit einer Absenkung der Beckeninhalte an Oker- und Innerstetalsperre, um Platz für die anstehenden Wassermassen zu schaffen. Die daraus resultierenden und von den Betriebsplänen abweichenden, erhöhten Unterwasserabgaben wurden mit der Talsperrenaufsichtsbehörde abgestimmt. Ein obligatorisches Vorgehen, das bei abweichender Stauanlagensteuerung immer angewendet wird.

Eine erste Vorwarnung vor Hochwasser erfolgte am 20.12.2023 um 11:45 Uhr durch die HWVZ. Am 21.12.2023 um 11:30 Uhr erfolgte bereits die Warnung vor einem mittleren und ab dem 22.12.2023 um 08:45 Uhr vor einem großen Hochwasser. Das eigentliche Hochwasserereignis begann am 20.12.2023 und endete am 12.01.2024, auch wenn sich der Wasserstand am Pegel Groß Schwülper/Oker noch länger über der Meldestufe 1 befand

Aufgrund eines kleineren Hochwasserereignisses im Vorfeld befand sich der Pegel Groß Schwülper/Oker zu Beginn des Niederschlages am 19.12.2023 bereits innerhalb der Meldestufe 1. Die Meldestufe 2 wurde an allen Hochwassermeldepegeln (Schladen/Oker, Ohrum/Oker, Groß Schwülper/Oker, Glentorf/Schunter und Harxbüttel/Schunter) im Flussgebiet der Oker am 21. bzw. 22.12.2023 überschritten. Im Oberlauf der Oker (Pegel Schladen und Ohrum) wurde die Meldestufe 3 ebenfalls am 22.12.2023 erreicht. Bei den restlichen Pegeln im Flussgebiet der Oker wurde die Meldestufe erst am 23.12.2023 erreicht.

Im Flussgebiet der Oker hatte bei diesem Hochwasserereignis kein Pegel einen neuen Höchstwasserstand erreicht. Der Pegel Schladen/Oker erreichte seinen Scheitel am Abend des 26.12.2023 mit 292 cm a.P. (vgl. Diagramm 7). Am Pegel Ohrum/Oker bildete sich vom 25.12.2023 bis zum 27.12.2023 ein Plateau des Wasserstands kurz über 430 cm a.P. aus, da sich die Wassermassen über die angrenzenden Felder ausbreiteten und trotz größerer Abflussmenge der Pegelstand gleichbleibend war. Der Wasserstand am Pegel Groß Schwülper war am Mittag des 26.12.2023 mit 554 cm a.P. am höchsten, hier wird der Einfluss der kurz vorher einmündenden Schunter deutlich (s. Abbildung 11). Am Pegel Harxbüttel wurde der höchste Wasserstand auch am Mittag des 26.12.2023 mit 334 cm a.P. erreicht.



Abbildung 11: Hochwassersituation an der Schunter Ende 2023 (Quelle NLWKN, Anhalt)

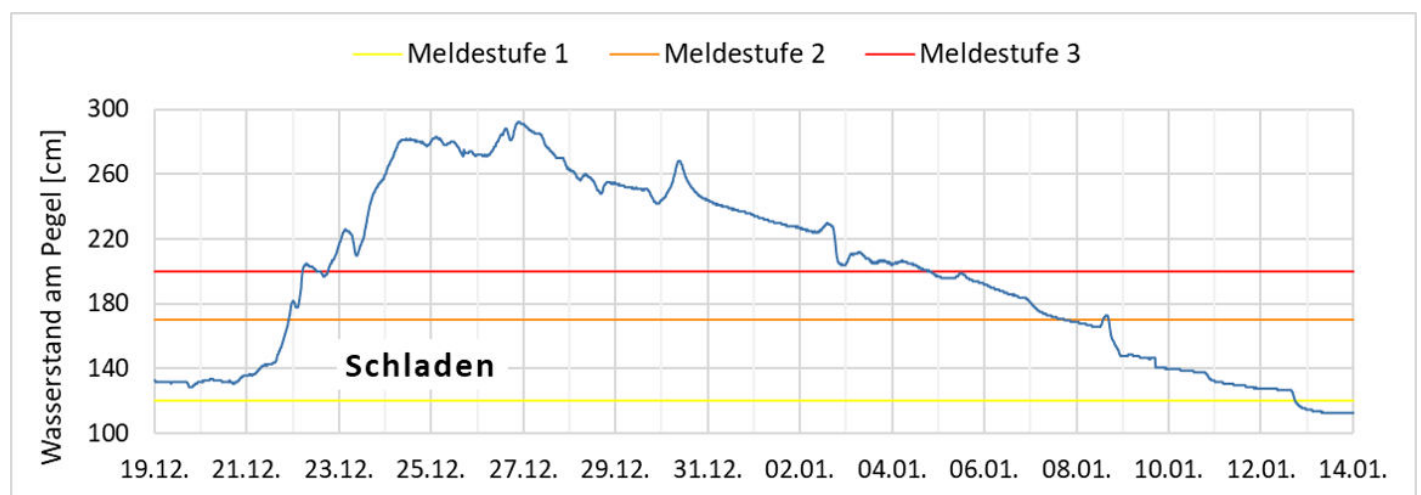


Diagramm 7: Wasserstandsganglinie am Pegel Schladen (Oker)

Im Flussgebiet der Oker befinden sich die Oker- und Eckertalsperre sowie das Hochwasserrückhaltebecken Klein Mahner an der Warne. Das Hochwasserrückhaltebecken Klein Mahner befand sich vom 21.12.2023 bis zum 29.12.2023 im Einstau und wies einen maximalen Füllstand von rund 88 % auf. Genaue Ausführungen hierzu im Kapitel 5.2.4.

Aufgrund der dauerhaften Niederschläge waren die Zuflüsse zu den Talsperren so hoch, dass die Okertalsperre am 26.12.2023 ihren Vollstau erreichte und eine planmäßige, kontrollierte Hochwasserentlastung durchgeführt wurde.

Während der Hochwasserentlastung wurde die Wasserabgabe der Talsperre an das Vorland etwas erhöht. Der höchste Abgabewert von rd. 30 m³/s trat dabei nur zu einem Zeitpunkt am 26.12.2023 um 14:00 Uhr auf, sank bis zum 27.12.2023 wieder kontinuierlich und pendelte sich für die Folgetage bei rund 22 m³/s ein. Diese etwas erhöhten Abgabemengen führten zu keiner nennenswerten Verschärfung der Hochwasserlage flussabwärts. Dennoch bereitete man sich entlang der Oker vorsorglich auf eine Verschärfung der Hochwassersituation vor (s. Abbildung 12).



Abbildung 12: Aufbau eines mobilen Deiches in der Stadt Braunschweig (Quelle: NLWKN, Anhalt)

Durch die frühzeitigen Warnungen waren die Unterlieger auf die Situation gut vorbereitet. Das zufließende Gesamtvolumen zur Okertalsperre innerhalb einer Woche ist in diesem Jahrtausend unerreicht und stellt eines der drei größten Hochwasserereignisse in der Geschichte der Okertalsperre dar. Weitere Ausführungen zu den Harztalesperren im Kapitel 5.2.3.

Die Jährlichkeiten dieses Hochwasserereignisses sind an der Oker und Schunter im Unterlauf zwischen einem HQ10 und HQ15 einzuordnen.

Die Warnung für das Flussgebiet der Oker konnte am 10.01.2024 um 8:00 Uhr wieder aufgehoben werden.

In Tabelle 7 werden die Hochwasserextreme an den Hochwassermeldepegeln der Oker aufgeführt. Pegel Groß Schwülper hatte mit dem Ereignis einen neuen, dritthöchsten Hochwasserstand in seiner Messzeitreihe erreicht.

Tabelle 7: Scheitelwasserstände an den Hochwassermeldepegeln im Flusseinzugsgebiet der Oker beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017. In Rot: Wasserstände innerhalb der drei Extremwerte / Quelle: NLWKN

Gewässer	Pegel	A _E [km ²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		3. Extremwert bis 2017	
			HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Oker	Schladen	363	292	26.12.2023 21:00	357	26.07.2017	310	29.09.2007	308	18.07.2002
Oker	Ohrum	813	435	27.12.2023 12:45	442	09.02.1946	439	16.03.1947	439	27.07.2017
Schunter	Glentorf	296	177	24.12.2023 14:30	195	19.07.2002	190	15.01.1968	190	19.03.1970
Schunter	Harxbüttel	592	335	26.12.2023 06:00	374	20.07.2002	339	04.01.2003	337	27.05.2013
Oker	Groß Schwülper	1.734	554	26.12.2023 09:45	568	11.02.1946	557	22.07.2002	544	04.01.2003

4.1.3 Flussgebiet der Aller

Das Allereinzugsgebiet ist rund 15.700 km² groß. Die beiden wichtigsten Zuflüsse sind die Oker und Leine. Da diese beiden Flussgebiete in den vorangegangenen Unterkapiteln betrachtet wurden, wird in diesem Abschnitt lediglich auf das Allerflussgebiet eingegangen.

Die Aller entspringt in Sachsen-Anhalt im Westen der Magdeburger Börde, fließt dann durch das norddeutsche Tiefland bis nach Verden und mündet dort in die Weser. Im Oberlauf der Aller dükert diese den Mittellandkanal bevor sie durch Wolfsburg fließt. In Müden mündet die Oker in die Aller. Weitere wichtige rechtsseitige Zuflüsse bis Celle sind die Ise und die Lachte. In Celle beginnt die Mittellaller, die ab dort als Bundeswasserstraße weiterfließt. Ab diesem Punkt sind die wichtigen Zuflüsse die linksseitigen Flüsse Fuhse und bei Schwarmstedt die Leine.



Abbildung 13: Flusseinzugsgebiet der Aller

Vom 19.12.2023 bis zum 05.01.2024 waren auf das Flussgebiet der Aller im Mittel 144 mm Niederschlag gefallen. Im siebentägigen Zeitraum vom 19.12.2023 bis zum 25.12.2023 waren es 97 mm. Auch hier ist das Gesamtergebnis das Zweithöchste im Winter seit 1931 (Quelle: DWD). Im Unter- und Mittellauf der Aller (mit Ausnahme von Pegel Marklendorf) befanden sich die Hochwassermeldepegel aufgrund eines Anfang Dezember abgelaufenen kleinen Hochwasserereignisses noch in der Meldestufe 2, als das große Hochwasserereignis am 20.12.2023 begann. Auch bei der Aller gab es bereits direkt am 20.12.2023 um 11:30 Uhr eine Vorwarnung. Ab dem 21.12.2023 11:15 Uhr wurde vor einem mittleren und ab dem 22.12.2023 um 08:45 Uhr vor einem großen Hochwasser gewarnt.

Während des Hochwasserereignisses wurde aus der Aller bei Wolfsburg am Allerknie über den Hochwasserentlastler 1 Wasser in den Mittellandkanal abgeschlagen. Der Vorgang

wurde durch den Aller-Ohre-Ise-Verband gesteuert. Das Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Magdeburg hatte den Wasserstand des Mittellandkanals parallel dazu über Ableitungen u.a. in die Elbe gehalten.

Die Niederschläge führten zu hohen Abflüssen in den Fließgewässern und dadurch an den Hochwassermeldepegeln der Aller und deren Zuflüssen ab dem 23.12.2023 zu einer Überschreitung der Meldestufe 3, Ausnahme war hier nur der rechtsseitige Allierzfluss Lachte.

Der Pegel Brenneckenbrück/Aller erreichte am 27.12.2023 um 07:00 Uhr seinen bisherigen Höchststand mit einem Wasserstand von 373 cm a.P. (vgl. Diagramm 8). Hier handelt es sich um einen deutlichen neuen Höchstwasserstand. Der bisherige Wert lag bei 362 cm a.P. aus dem Jahre 1981. Statistisch gesehen handelt es sich hier etwa um ein 20-jährliches Hochwasser (HQ20).

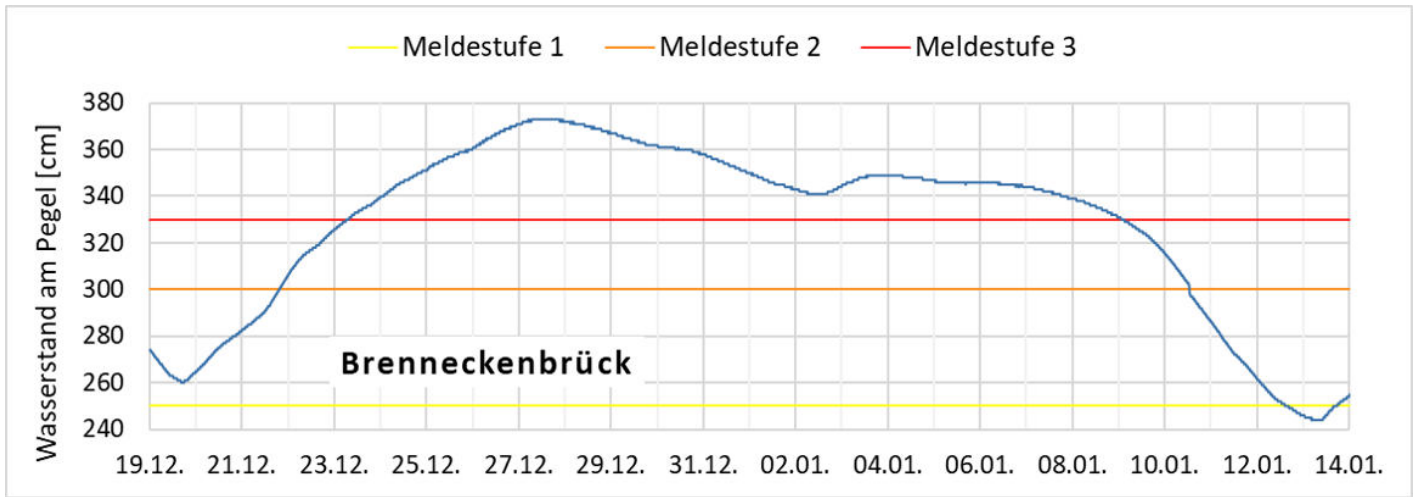


Diagramm 8: Wasserstandsganglinie am Pegel Brenneckenbrück (Aller)

Am Pegel Langlingen/Aller wurde am 28.12.2023 um 00:00 Uhr der neue Höchstwasserstand von 592 cm a.P. (bisheriger Höchststand: 575 cm a.P., 2003) erreicht (vgl. Tabelle 8). Hier lag dieses Ereignis ca. bei einem HQ50.

Der Pegel Wathlingen/Fuhse (Allerzufluss Fuhse) entspricht mit dem Wasserstand von 225 cm a.P. am 27.12.2023 um 19:00 Uhr im Unterlauf ca. einem HQ25.

Der Scheitel am Pegel Eitze/Aller im Unterlauf der Aller war am 29.12.2023 um 21:00 Uhr mit 659 cm a.P. erreicht. Dies ist ein neuer Höchstwasserstand (bisheriger Höchststand: 651 cm a.P., 2003). Am Pegel Eitze kam es vom 27. auf den 28.12.2023 zu einem steilen Wasserstandsanstieg von ca. 60 cm a.P., der zu diesem Zeitpunkt nicht vorhersagbar war (vgl. Diagramm 9). Dieser begann bei einem Wasserstand von 590 cm a.P. und ist vermutlich damit zu erklären, dass die Retentionsflächen zu diesem Zeitpunkt vollständig vollgelaufen waren und es in der Folge zu einem Rückstau an einer Engstelle in Verden kam.

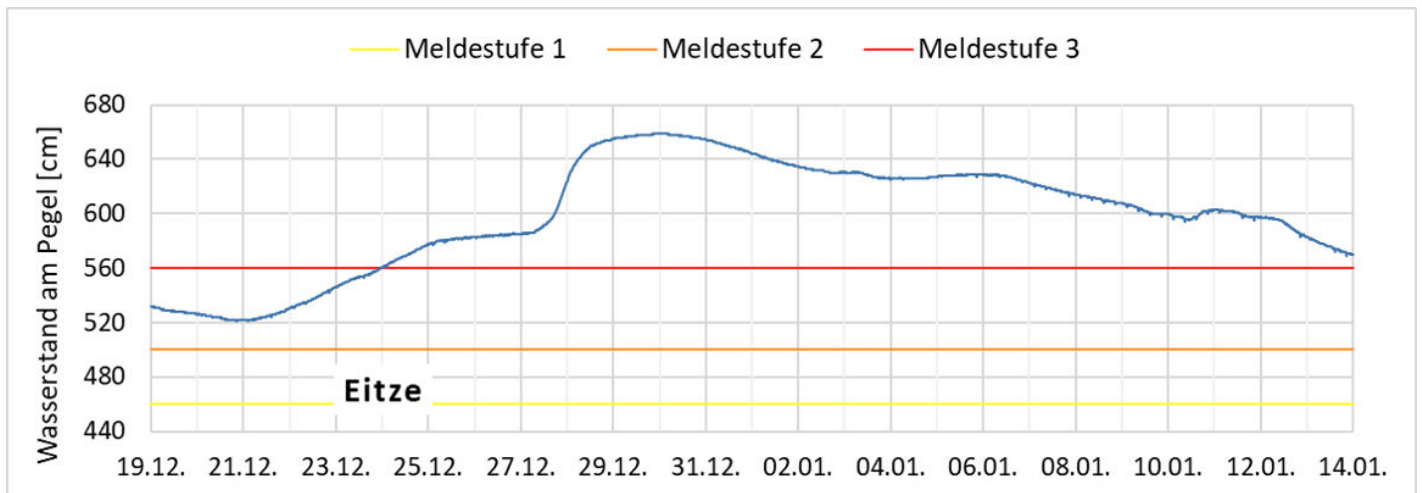


Diagramm 9: Wasserstandsganglinie am Pegel Eitze (Aller)

In Winsen an der Aller wurde aufgrund der großflächigen Überflutungen und drohenden Überschwemmungen von Siedlungsflächen ein 650 Meter langer mobiler Deich aus

Frankreich errichtet. In Verden an der Aller wurde die Altstadt zum Teil überflutet (s. Abbildung 15).



Abbildung 14: Hochwasser an der Aller am 29.12.2023, bei dem die Altstadt von Verden (im Hintergrund) teilweise unter Wasser stand (Quelle: NLWKN, Harting)

Tabelle 8: Scheitelwasserstände an den Hochwassermeldepegeln im Flusseinzugsgebiet der Aller beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017. In Rot: Wasserstände innerhalb der drei Extremwerte / Quelle: NLWKN und Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

Gewässer	Pegel	A _E [km²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		3. Extremwert bis 2017	
			HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Aller	Grafhorst 1	520	207	26.12.2023 17:00	258	03.01.2003	247	15.04.1994	244	26.01.1987
Ise	Neudorf- Platendorf	334	230	26.12.2023 11:45	247	22.12.1966	244	24.03.2007	237	01.01.1998
Aller	Brennecken- brück	1.638	373	27.12.2023 04:45	362	14.03.1981	357	11.02.1966	356	21.03.1970
Aller	Langlingen	3.533	592	28.12.2023 00:00	575	05.01.2003	573	15.03.1981	569	17.04.1994
Lachte	Lachendorf	433	267	24.12.2023 13:00	298	28.10.1998	296	26.05.2013	274	28.01.1994
Fuhse	Peine	360	349	26.12.2023 04:00	353	20.07.2002	346	30.05.2013	343	04.01.2003
Fuhse	Wathlingen	812	224	27.12.2023 19:00	225	02.06.2013	224	08.01.2003	222	24.07.2002
Aller	Celle	4.374	515	28.12.2023 21:30	528	12.02.1946	519	15.03.1981	518	06.01.2003
Aller	Marklendorf	7.209	431	29.12.2023 15:15	434	09.01.1982	432	13.02.1946	429	07.01.2003
Aller	Ahlten	14.060	432	04.01.2024 14:30	447	10.01.1987	-	-	-	-
Böhme	Brock	285	308	25.12.2023 08:30	374	19.07.2002	322	22.01.2008	315	14.04.2018
Aller	Rethem	14.730	443	06.01.2024 05:45	452	09.01.2003	445	09.01.1987	439	06.11.1998
Aller	Eitze	15.734	659	29.12.2023 20:00	-	-	-	-	-	-

Im Flussgebiet der Aller lagen sechs von 13 Hochwassermeldepegel in den TOP 3 Höchstwasserständen. Neben den beiden Pegeln Langlingen und Brenneckenbrück erreichte auch der Pegel Wiekenberg an der Wietze, ein linksseitiger Zufluss zur Aller, einen neuen Höchstwasserstand (s. Abbildung 2). Marklendorf/Aller mit einem neuen dritthöchsten Wasserstand befand sich nur 3 cm unter dem jemals höchst gemessenen Wasserstand vom 09.01.1982, Pegel Wathlingen/Aller nur 1 cm unter dem Rekordwasserstand vom 02.06.2013.

Für das Flussgebiet der Aller konnte am 10.01.2024 um 08:00 Uhr die Warnung aufgehoben werden. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich noch mehrere Pegel an der Unteraller in Meldestufen. Für den Flussabschnitt der Aller von Brenneckenbrück bis zur Wesermündung wurde die Warnung erst am 16.01.2024 um 11:30 Uhr aufgehoben. Allerdings waren aufgrund weiterer Niederschläge die Pegel an der Unteraller auch noch bis Anfang März in den Meldestufen.

4.2 Flussgebiet der Weser

Die Weser entspringt durch den Zusammenfluss von Werra und Fulda in Niedersachsen bei Hann. Münden und mündet bei Bremerhaven in die Nordsee. Sie wird hydrologisch in Ober-, Mittel- und Unterweser eingeteilt. Dieser Bericht bezieht sich auf die Ober- und Mittelweser, da nur an diesen die Hochwasservorhersage durch die HWVZ Niedersachsen erfolgt. Die Wasserstandsvorhersage für die Tide-beeinfluss-te Unterweser erfolgt durch das Bundesamt für Seeschiff-fahrt und Hydrographie (BSH). Die Oberweser ist ein kies-geprägter Strom und das Flussgebiet erstreckt sich durch das Weserbergland von Hann. Münden in Niedersachsen über Hessen bis Minden in Nordrhein-Westfalen. Die Mittelweser hingegen wird als sandgeprägter Strom eingestuft und durchfließt das norddeutsche Tiefland von Minden über Niedersachsen bis Bremen. An der Oberweser befinden sich bis einschließlich Pegel Porta neun Hochwassermeldepegel, an der Mittelweser bis Pegel Intschede acht Hochwassermeldepegel. Das gesamte Einzugsgebiet mit allen Neben- und Quellflüssen umfasst rund 46.000 km², was in etwa der Landesfläche Niedersachsens entspricht.

Im Einzugsgebiet der Weser sind in der für den Hochwasser-schwerpunkt maßgeblichen Zeit vom 19.12.2023 bis zum 05.01.2024 flächendeckend rund 144 mm Niederschlag gefallen (DWD, 2024). Vom 19.12.2023 bis zum 25.12.2023 fielen rund 92 mm, womit dieses Ereignis die zweithöchste Winter-Niederschlagssumme (Dez., Jan., Feb.) erreicht, die seit 1931 über sieben Tage im Einzugsgebiet der Weser ge-messen wurde (DWD, 2024).



Abbildung 15: Übersichtskarte des Flussgebiets der Weser ohne Hauptzuflüsse Fulda und Werra

Das Hochwasserereignis entlang der gesamten Weser begann am 22.12.2023 und endete am 12.01.2024. Die Niederschläge verursachten zwei Hochwasserwellen, von denen die erste zu den größeren Überschwemmungen um die Weihnachtsfeiertage führte. Exemplarisch für die Weser sei hier die Wasserstandsganglinie des Hochwassermeldepegels Hann. Münden dargestellt (vgl. Diagramm 10): Die erste Hochwasserwelle ereignete sich vom 22.12.2023 bis zum 31.01.2024 und resultierte am 23.12.2023 zu einer deutlichen Überschreitung der Meldestufe 2. Der Höchstwasserstand trat am 25.12.2023 mit 558 cm a.P. um Mitternacht ein. Die zweite Hochwasserwelle begann am 03.01.2024 mit der erneuten Überschreitung des höchsten schiffbaren Wasserstands und endete am 08.01.2024. Der Scheitelpunkt wurde mittags am 05.01.2024 mit einem Wasserstand von 493 cm a.P. überschritten.

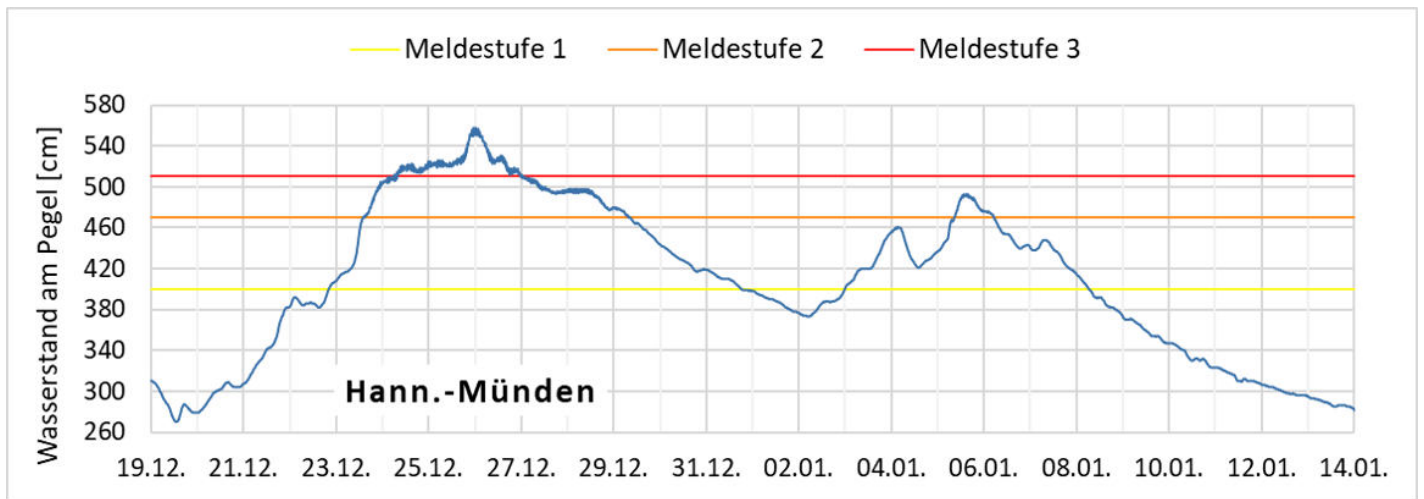


Diagramm 10: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Hann. Münden an der Weser beim Winterhochwasser 2023/24

Nachfolgende Pegel erreichten zeitverzögert die beiden Hochwasserscheitel etwas später, führten jedoch an allen Pegeln von Hann. Münden bis Intschede zur Überschreitung der Meldestufe 3. Während die erste Welle an allen Pegeln das gleiche Ausmaß (deutliche Überschreitung von Meldestufe 3) auslöste, sorgte die zweite Welle für unterschiedliche Zustände: An den Pegeln Rinteln, Vlotho, Nienburg, Drakenburg und Intschede wurde die Meldestufe 3 teils deutlich überschritten (ca. 20-40 cm) – alle anderen Pegel

haben nur knapp Meldestufe 3 überschritten, mehrheitlich jedoch nur Meldestufe 2. Dies hatte an zahlreichen Orten zu Überschwemmungen geführt: In Rinteln bspw. wurde eine Straße in einem Wohngebiet evakuiert, sodass mehr als 100 Menschen ihre Häuser verlassen mussten. Hinter der Einmündung der Aller in die Weser kam es zu so großflächigen Ausuferungen, dass Straßen überflutet wurden und Ortschaften bedroht waren. Auch in Bodenwerder stand das Wasser bis kurz vor den Häusern (s. Abbildung 16).



Abbildung 16: Überflutung an der Weser in Bodenwerder (Quelle: NLWKN, Zeddies)

Aufgrund dieser Ausmaße wurde das Hochwasser über Weihnachten und Neujahr entlang der Ober- und Mittelweser kategorisch als großes Hochwasser eingestuft.

Bereits am 21.12.2023 16:00 Uhr wurde die Vorwarnung veröffentlicht und vom 22.12.2023 bis zum 10.01.2024 wurde täglich der Lagebericht zur Warnung der Öffentlichkeit angepasst. Täglich erfolgten Videokonferenzen mit den Bundesländern Hessen, Nordrhein-Westfalen, Bremen und der WSV, in denen die aktuellen Hochwasservorhersagen bewertet wurden und gemäß der Durchführungsvereinbarung für die Weser gemeinsam Warnlageberichte abgestimmt wurden.

Am Pegel Drakenburg wurde über mehrere Tage vom Abend des 27.12.2023 bis zum Morgen des 30.12.2023 der höchste jemals gemessene Hochwasserstand (834 cm a.P.) überschritten. Der höchste Wasserstand in diesem Zeitraum betrug 843 cm a.P. (vgl. Diagramm 11 und Tabelle 9).

Aktuelle Auswertungen zur Einschätzung der statistischen Abflussjährlichkeiten zeigen, dass die Spitzenabflüsse entlang der Oberweser ein Wiederkehrintervall von ca. fünf bis zehn Jahren hatten (HQ5 bis HQ10). An der Mittelweser lagen die Werte darüber und sind nach aktuellen Einschätzungen in etwa einem HQ20 zuzuordnen.

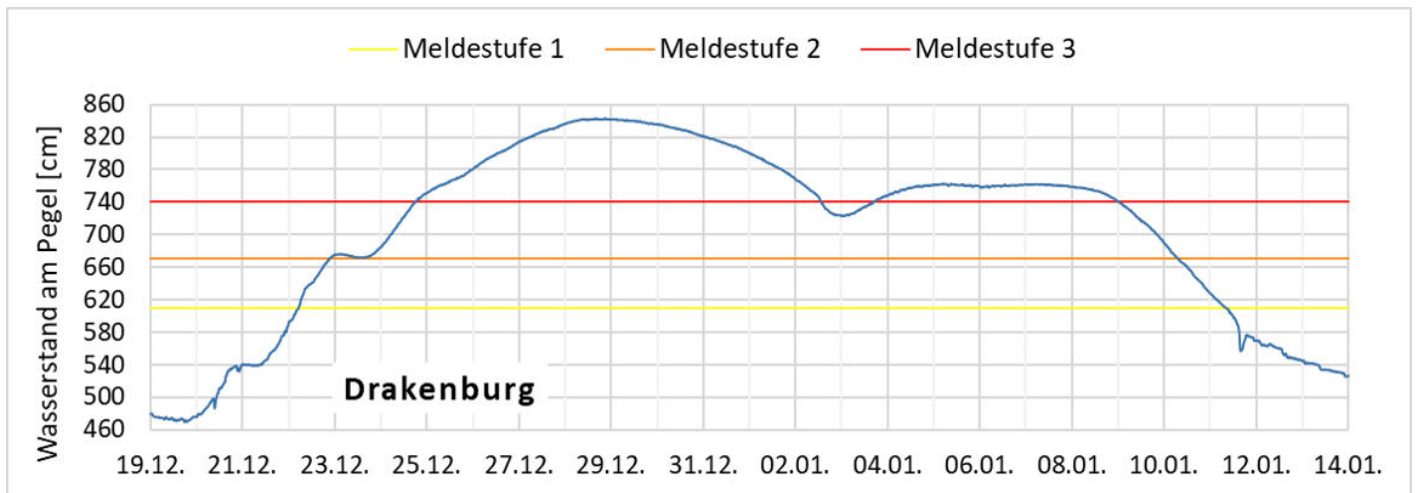


Diagramm 11: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Drakenburg an der Weser beim Winterhochwasser 2023/24

Tabelle 9: Scheitelwasserstände an den Hochwassermeldepegeln im Flusseinzugsgebiet der Weser beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017. In Rot: Wasserstände innerhalb der drei Extremwerte / Quelle: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

Gewässer	Pegel	A _E [km²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		3. Extremwert bis 2017	
			HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Weser	Hann.-Münden	12.440	558	25.12.2023 23:15	836	17.05.1943	766	10.02.1946	722	01.01.1926
Weser	Wahmbeck	13.000	571	26.12.2023 08:00	611	01.02.1995	601	10.01.2011	597	05.10.2003
Weser	Karlshafen	14.790	575	26.12.2023 09:45	756	18.05.1943	746	10.02.1946	691	02.01.1926
Weser	Höxter	15.500	622	26.12.2023 14:30	747	10.02.1946	-	-	-	-
Weser	Bodenwerder	15.920	596	27.12.2023 02:00	729	10.02.1946	687	15.03.1947	680	02.01.1926
Weser	Hameln-Wehrbergen	17.090	614	27.12.2023 04:00	770	10.02.1946	724	03.01.1926	718	16.03.1947
Weser	Rinteln	17.390	665	26.12.2023 18:15	-	-	-	-	-	-
Weser	Vlotho	17.620	684	27.12.2023 13:30	785	10.02.1946	754	03.01.1926	733	16.03.1947
Weser	Porta	19.160	674	27.12.2023 02:00	790	10.02.1946	688	16.03.1947	678	02.12.1939
Weser	Petershagen	19.600	774	27.12.2023 08:00	880	10.02.1946	-	-	-	-
Weser	Stolzenau	19.850	652	28.12.2023 10:15	-	-	-	-	-	-
Weser	Liebenau	19.910	673	28.12.2023 04:45	696	18.07.1956	695	15.03.1987	694	06.01.2003
Weser	Nienburg	21.800	723	28.12.2023 12:30	773	01.03.1947	-	-	-	-
Weser	Drakenburg	21.920	843	28.12.2023 15:15	834	14.03.1981	-	-	-	-
Weser	Hoya	22.060	722	29.12.2023 14:15	812	01.02.1946	-	-	-	-
Weser	Dörverden	22.110	844	29.12.2023 16:15	855	05.03.1981	854	03.02.1995	851	04.01.1987
Weser	Intschede	37.720	720	30.12.2023 00:30	762	29.02.1940	757	17.03.1947	747	13.02.1941

4.3 Flussgebiet der Ems

Das Quellgebiet der Ems liegt in Ostwestfalen nördlich der Stadt Paderborn. Zunächst durchfließt die Ems in nordwestliche Richtung strömend die Westfälische Tieflandsbucht in Nordrhein-Westfalen, nahe der Stadt Rheine gelangt sie nach Niedersachsen und durchfließt dort in nördliche Richtung den Naturraum der Ems-Hunte-Geest. Im nordwestlichsten Teil Deutschlands mündet die Ems in Marschlanden in die Nordsee. Die Hauptzuflüsse auf niedersächsischer Landesfläche sind die rechtsseitig zur Ems gelegenen Flüsse Große Aa, Hase und Leda, wobei der Fluss Hase den größten Zufluss-Flächenanteil mit 3.113 km² ausmacht. Die Ems hat eine Einzugsgebietsgröße von 17.934 km². Der Aufbau eines Hochwasservorhersagemodells ist in Planung.

An der Ems befinden sich vier Binnenpegel der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV), die auf dem Pegelportal der WSV unter www.pegelonline.wsv.de und auf dem NLWKN Pegelportal unter www.pegelonline.nlwkn.niedersachsen.de abrufbar sind. Zum Zeitpunkt des Hochwasserereignisses 2023/24 existierten noch keine Hochwassermeldestufen an den WSV-Pegeln der Ems. Die Festlegung der Meldestufen erfolgte im Januar 2025 (s. Abbildung 19).

Das Winterereignis 2023/24 stellt meteorologisch im Vergleich zu den historischen, gemittelten Regensummen im Flussgebiet der Ems in den Betrachtungszeiträumen von sieben und 18 Tagen einen neuen Rekord im Winter auf. Innerhalb von sieben Tagen fielen seit 1951 im Mittel 97,7 mm Niederschlag und 291,9 mm in 18 Tagen. Der Ereignisschwerpunkt lag im Emsgebiet im Oberlauf (Nordrhein-Westfalen). Dort erreichte die siebentägige Summe einen lokalen Maximalwert von 202,9 mm. Nur beim Sommerereignis vom 26.08. bis zum 01.09.2010 fielen größere siebentägige Mengen. Der 18-tägige mittlere Niederschlag liegt nur knapp hinter dem bislang größten Ereignis vom Oktober/November 1998, wobei 2023/24 die regional erreichte Maximalmenge höher lag als 1998 und nur 10 mm unter der bisherigen regionalen Rekordmenge vom Sommerereignis 2010. Hinzu kam, dass das Jahr 2023 insgesamt sehr niederschlagsreich war und deshalb z.B. die Bodendurchfeuchtung schon vor dem Winterereignis spürbar erhöht war.



Abbildung 17: Flusseinzugsgebiet der Ems in Niedersachsen und NRW

Beim Hochwasserereignis an der Ems begannen die Wasserstände im Bundesland Niedersachsen ab dem 20.12.2023 zu steigen. Der Verlauf der Hochwasserwelle ist an den Pegeln Rheine Unterschleuse, Lingen-Darme, Dalum und Versen-Wehrdurchstich nachzuvollziehen. Rheine Unterschleuse überschritt die Meldestufe 1 am 23.12.2023 09:00 Uhr, weiter unterhalb am Pegel Versen-Wehrdurchstich wurde die Meldestufe 1 am 11.01.2024 14:45 Uhr wieder unterschritten. Das hydrologische Ereignis dauerte folglich 21 Tage.



Abbildung 18: Überflutung in Rhede an der Ems Anfang 2024 (Quelle: NLWKN, Zietz)

Die eingetretenen maximalen Wasserstände und Zeitpunkte sind den nachfolgenden Diagrammen und Tabelle 10 zu entnehmen. Trotz der hohen Niederschlagsmengen war das Hochwasser entlang der Ems beherrschbar und es ist nicht als ein hydrologisches Extremereignis einzustufen. Die Gründe lagen darin, dass gegenüber einem Sommerereignis, wo die Hauptniederschlagsmengen innerhalb weniger Tage fallen, die erreichten Rekordmengen bei diesem Ereignis über ein bis drei Wochen erreicht wurden. In Verbindung mit kaum existentem Gefälle im Flussgebiet, stabilen Wettervorhersagen und einer großen Einzugsgebietsgröße hatte man zum einen entsprechend lange Vorwarnzeiten, zum anderen ufernte das Wasser an Stellen aus, an denen geringes Schadenspotential vorlag. Unter anderem in Lathen, unterhalb der Einmündung der Hase in die Ems, kam es zu großflächigen Überflutungen von Feldern und Straßen sowie weiter flussabwärts in Rhede (s. Abbildung 18).

Die Pegel Rheine Unterschleuse, Lingen-Darme und Dalum lagen mit ihren maximalen Wasserständen knapp unter der Meldestufe 3. Der Pegel Versen-Wehrdurchstich erreichte den Scheitelwasserstand von 503 cm a.P. am 29.12.2023 09:45 Uhr und lag drei Zentimeter über der Schwelle von Meldestufe 3. Es ist am Verlauf der Hochwasserganglinien zu erkennen, dass ab dem räumlichen Bereich unterhalb der Einmündung der Hase in die Ems, die beiden aufeinander gefolgt Hochwasserwellen nahezu zu einer großen, voluminösen Welle verschmolzen waren. Diese Verschmelzung war auch in mehreren Unterläufen anderer Flussgebiete wie der Hunte, Hase, Leine und Aller zu beobachten.

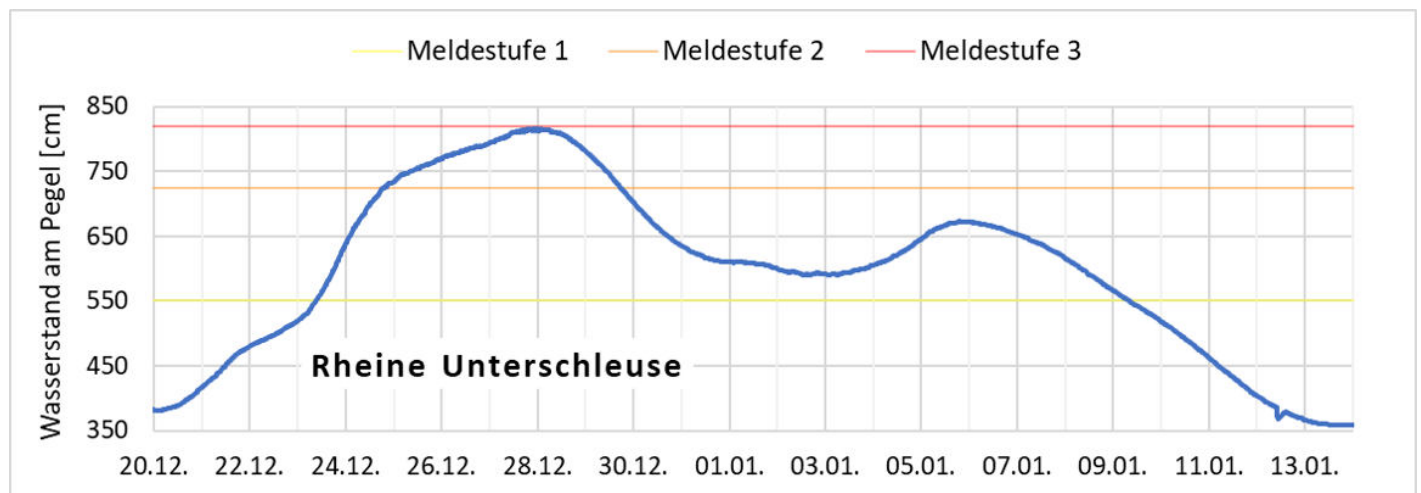


Diagramm 12: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Rheine Unterschleuse an der Ems beim Winterhochwasser 2023/24

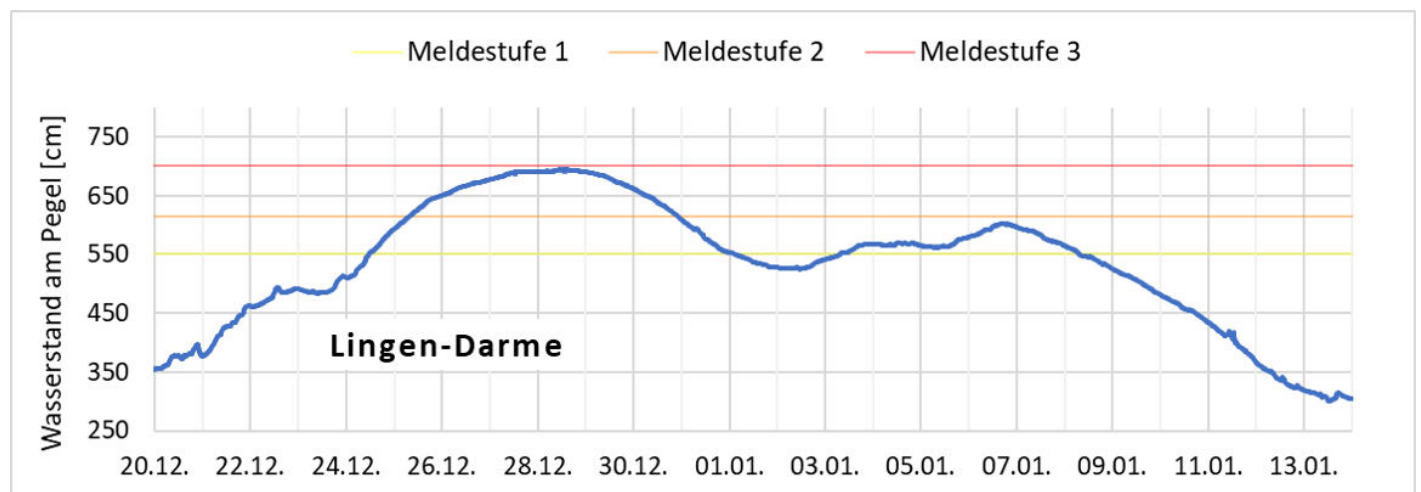


Diagramm 13: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Lingen-Darme an der Ems beim Winterhochwasser 2023/24

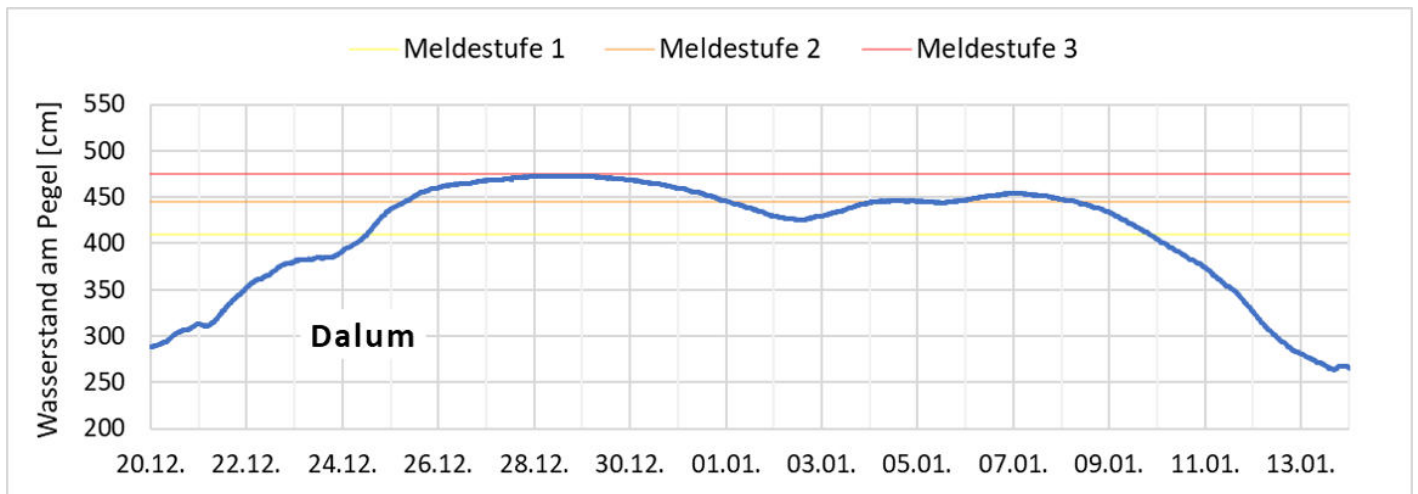


Diagramm 14: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Dalum an der Ems beim Winterhochwasser 2023/24

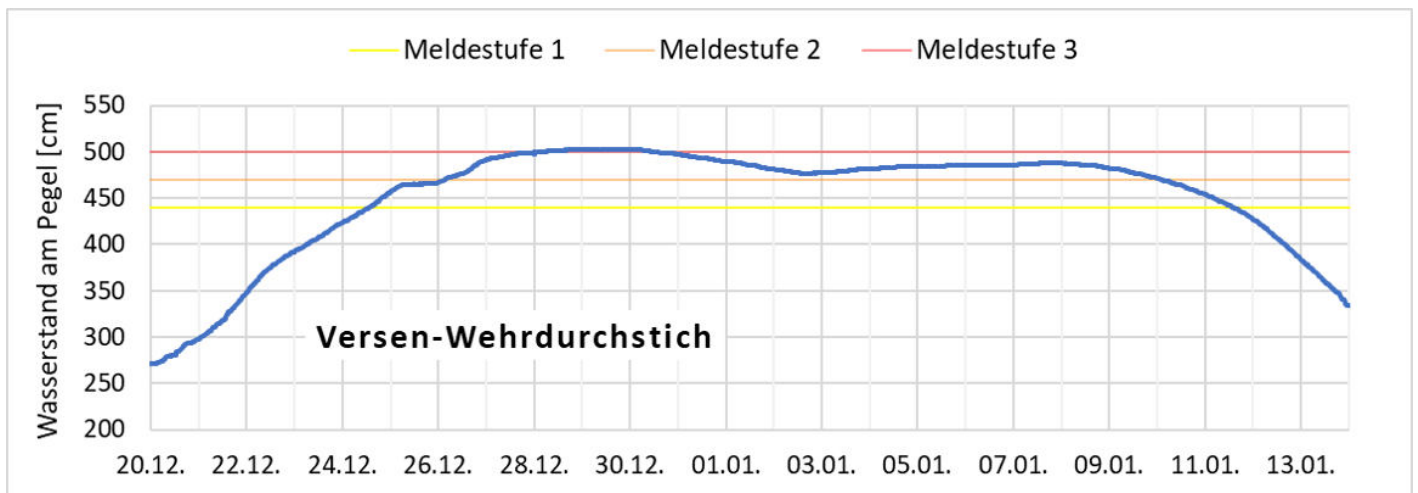


Diagramm 15: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Versen-Wehrdurchstich an der Ems beim Winterhochwasser 2023/24

Das Ereignis an der Ems ist als großes Hochwasserereignis einzuordnen, da an den vier Ems-Pegeln Bereiche der höchsten historischen Wasserstände erreicht wurden. Tabelle 10 ist zu entnehmen, dass am Pegel Dalum ein neuer Rekordwasserstand aufgetreten ist. Hier muss angemerkt werden, dass der Pegel in den frühen 2000er Jahren aufgrund eines

Brückenneubaus vom ursprünglich unterhalb der Brücke liegenden Standort vor die Brücke verlegt wurde. Dies erklärt zu einem Teil den dort erreichten neuen Höchstwasserstand im Vergleich zu den etwas geringen Wasserständen der anderen Pegel.

Tabelle 10: Scheitelwasserstände an den Bundespegeln im Flusseinzugsgebiet der Ems beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017. In Rot: Wasserstände die innerhalb der drei Extremwerte liegen. / Quelle: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG). *Für den Pegel Dalum existieren noch ältere Zeitreihen, die zeigen, dass im Februar 1946 ein noch höherer Wasserstand eingetreten war. Wobei dieser Wert in Bezug auf seine Qualität und aufgrund der nicht vollständig bekannten damaligen Bedingungen am Pegel mit Unsicherheiten behaftet ist.

Gewässer	Pegel	A _E [km²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		3. Extremwert bis 2017	
			HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Ems	Rheine Unterschleuse	3.740	816	28.12.2023 00:15	1013	10.02.1946	828	07.12.1960	767	24.02.1970
Ems	Lingen-Darme	4.866	695	28.12.2023 10:30	713	03.01.1987	-	-	-	-
Ems	Dalum*	4.981	472	27.12.2023 19:00	462	03.01.1987	458	25.02.1970	454	14.03.1981
Ems	Versen- Wehrdurchstich	8.389	503	29.12.2023 09:45	546	11.02.1946	504	02.11.1998	504	04.01.1997

Hochwasserwarnungen durch die HWVZ wurden bei diesem Ereignis weder erstellt noch auf dem NLWKN Pegelportal oder dem Länderübergreifenden Hochwasserportal LHP inkl. nachgeschalteten Apps veröffentlicht. Der Grund liegt in den bis dato nicht existenten Meldestufen an den Pegeln der Ems, wodurch eine hydrologische Einschätzung im Rahmen der Möglichkeiten angesichts der flächendeckenden Hochwasserlage damit nicht möglich war. Hochwasserwarnungen und Hochwassereinschätzungen für die Ems wurden jedoch durch die Betriebsstelle Meppen ab dem 22.12.2023 erstellt und an die zuständigen Katastrophenschutzbehörden mindestens einmal täglich übermittelt.

Die Scheitelwasserstände ergeben nach aktuellen Einschätzungen Wiederkehrintervalle von 20-30 Jahren an den Pegeln (HQ20 bis 30). Informationen zur Talsperre Thülsfeld im Einzugsgebiet der Jümme sind dem Kapitel 5.1.1 zu entnehmen.

4.4 Flussgebiet der Vechte

Das Flussgebiet der Vechte befindet sich im westlichen Niedersachsen und in Nordrhein-Westfalen an der Grenze zu den Niederlanden. Es hat eine Einzugsgebietsgröße von 1.956 km². Das Quellgebiet der Vechte liegt bei Darfeld im westfälischen Münsterland. Von Nordrhein-Westfalen fließt die Vechte nördlich nach Niedersachsen, ändert in Niedersachsen ihren Lauf in nordwestliche Richtung und überquert die deutsch-niederländische Grenze hinter der Stadt Emlichheim. Landschaftlich durchquert der Fluss die Westfälische Tieflandsbucht und in Niedersachsen größtenteils die Ems-Hunte-Geest. Der Hauptzufluss zur Vechte ist der linksseitige Fluss Dinkel (s. Abbildung 21).

Im Flussgebiet der Vechte zählen die Niederschläge zu den historisch höchsten sieben- und 18-tägigen Regensummen seit 1951. Über sieben Tage fielen im Mittel 97,3 mm Regen im Flussgebiet. Damit platziert sich das siebentägige Ereignis 2023 in den jahreszeitlichen Wintermonaten Dezember, Januar, Februar auf Platz 1 vor dem vergleichbaren Ereignis vom Dezember/Januar 1986/7. Im Vergleich zu den 18-tägigen Summen liegt das Ereignis 2023/24 mit 165,6 mm knapp hinter dem von 1986/87 (167,4 mm). Auf das gesamte Jahr betrachtet ordnet sich das Ereignis auf Platz 4 bzw. 5 ein. Hinzu kam, dass 2023 sehr niederschlagreich war und

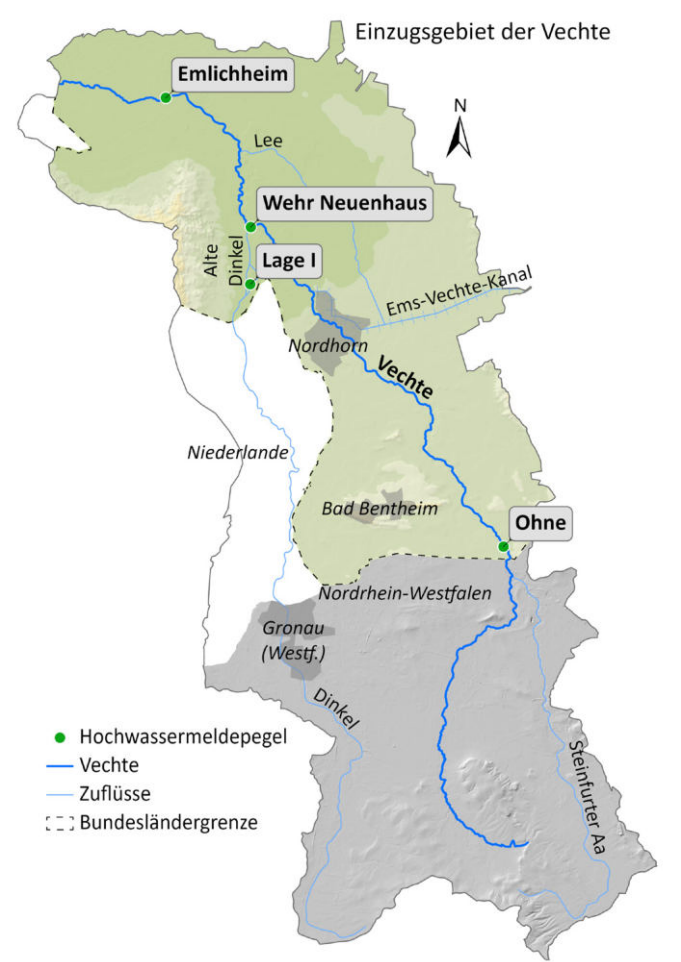


Abbildung 19: Flusseinzugsgebiet der Vechte in Niedersachsen und NRW

deshalb z.B. die Bodendurchfeuchtung schon vor dem Wintereignis spürbar erhöht war.

Das Hochwasserereignis dauerte vom 21.12.2023 bis zum 09.01.2024. Im gesamten 20-tägigen Ereigniszeitraum kam es zu zwei aufeinanderfolgenden Hochwasserwellen. Die erste Welle hatte aufgrund der größten Niederschlagsmengen um die Weihnachtszeit entlang der Vechte und am Zufluss Dinkel ein großes Wellenvolumen, lange Wellenlaufzeiten und die maximalen Scheitelwasserstände verursacht. Die zweite Welle fiel geringer aus. Ein Überblick zum Wellenablauf entlang der Vechte ist den nachfolgenden Wasserstandsdiagrammen zu entnehmen.

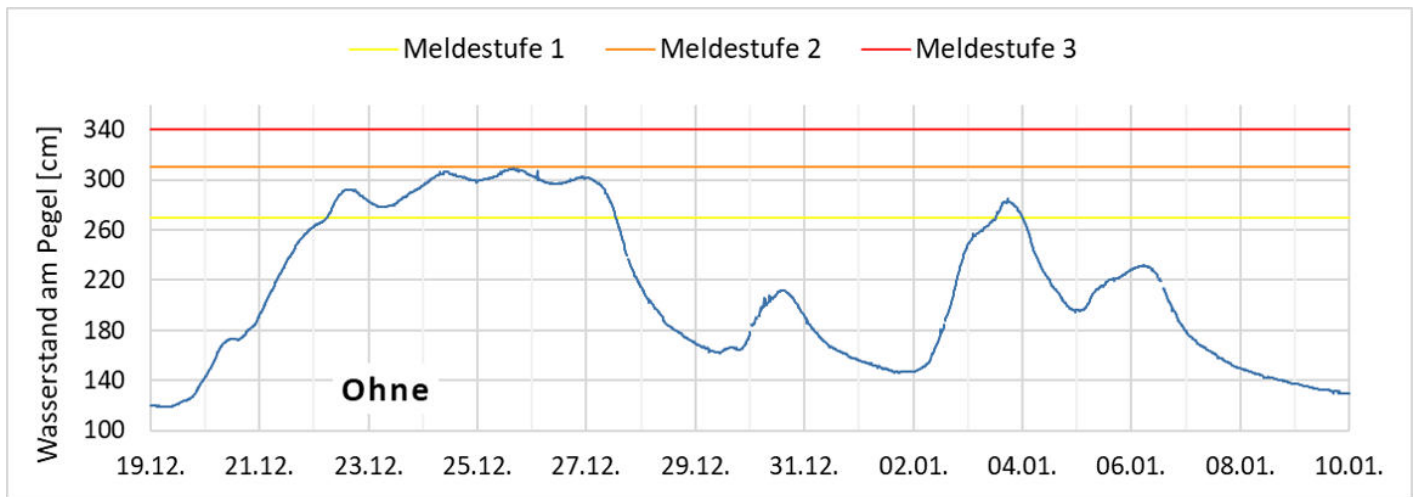


Diagramm 16: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Ohne an der Vechte beim Winterhochwasser 2023/24

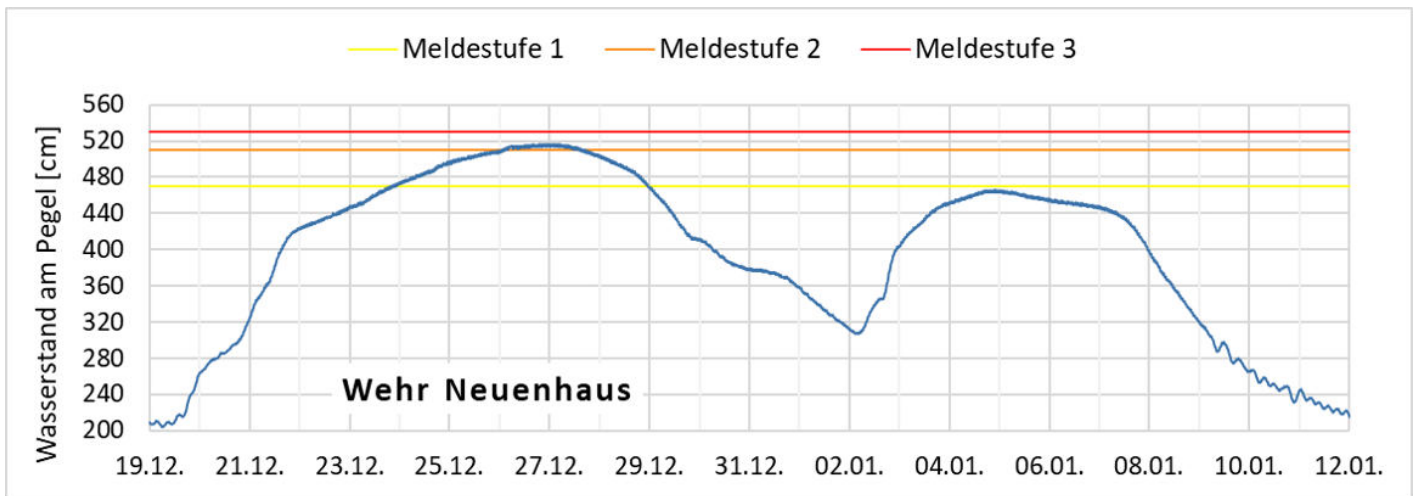


Diagramm 17: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Wehr Neuenhaus an der Vechte beim Winterhochwasser 2023/24

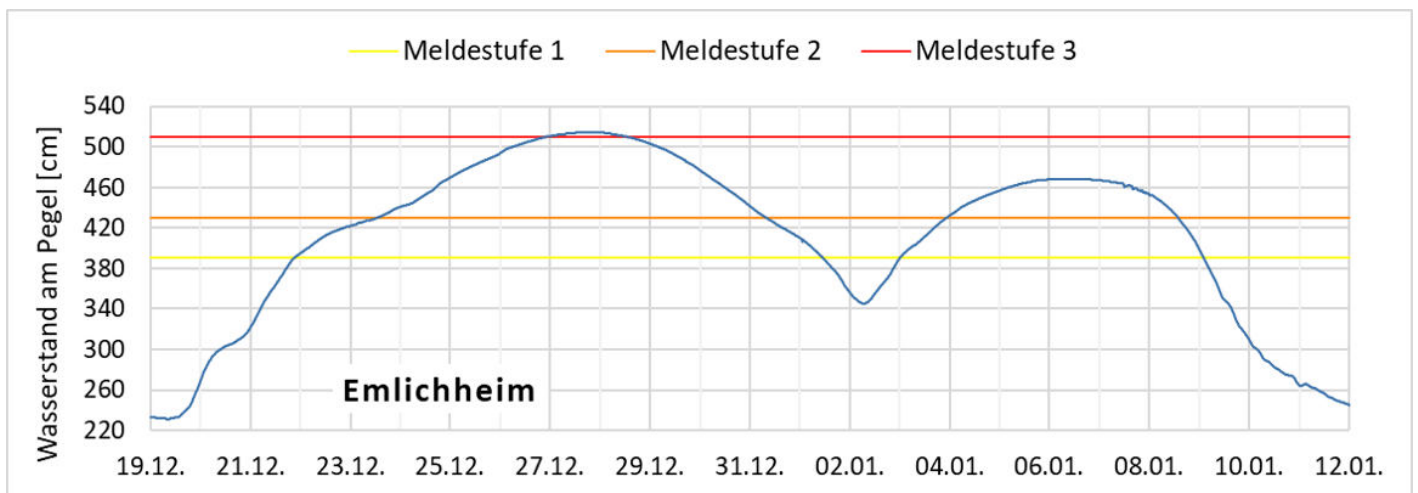


Diagramm 18: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Emlichheim an der Vechte beim Winterhochwasser 2023/24

Trotz der hohen Niederschlagsmengen wurde nur am Pegel Emlichheim die Meldestufe 3 überschritten. Der Pegel befindet sich im Unterlauf der Vechte, wo es zu weiträumigen Ausuferungen kam. Dort wurde am 27.12.2023 12:45

Uhr der Scheitelwasserstand von 516 cm a.P. erreicht. Dieser Wert ist ebenso wie am Pegel Wehr Neuenhaus ein neuer Rekordwasserstand (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: Scheitelwasserstände an den Pegeln im Flusseinzugsgebiet der Vechte beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017. In Rot: Wasserstände die innerhalb der drei Extremwerte liegen. / Quelle: NLWKN

Pegel	A _E [km²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		3. Extremwert bis 2017	
		HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Ohne	393	307	25.12.2023 15:45	355	27.08.2010	336	15.01.1968	328	12.12.1965
Lage I	484	315	26.12.2023 17:00	339	16.01.1968	334	09.02.1966	333	23.02.1970
Wehr Neuenhaus	702	516	26.12.2023 16:00	516	26.12.2023	512	01.01.1987	512	30.08.2010
Emlichheim	1.731	516	27.12.2023 12:15	516	27.12.2023	508	31.10.1998	498	02.01.1987

Eine erste Hochwasserwarnung vor einem mittleren Hochwasser wurde am 21.12.2023 veröffentlicht, anschließend folgten sieben weitere Warnlageberichte bis zum 05.01.2024. Der letzte Warnlagebericht wurde am 09.01.2024 im Internet deaktiviert. Keiner der Warnlageberichte kategorisierte das Hochwasser als großes Ereignis. Dies bestätigt sich durch den Blick auf die eingetretenen Wasserstände, trotz der neuen Rekordwasserstände. Im Gebiet der Vechte waren die hydrologischen Auswirkungen des Ereignisses jedoch gut beherrschbar. Durch nahezu nicht vorhandenes Fließgefäl-

le, stabile Wettervorhersagen und Ausuferungsprozesse auf Flächen mit verhältnismäßig geringem Schadenspotential sowie ausreichend langen Vorwarnzeiten konnten sich die Betroffenen gut auf das Ereignis vorbereiten und Schutzmaßnahmen ergreifen.

Die Scheitelwasserstände ergeben nach aktuellen Einschätzungen Wiederkehrintervalle von 20-30 Jahren an den Pegeln der Vechte (HQ20 bis HQ30).

4.5 Flussgebiet der Hase

Die Hase ist ein ca. 170 km langer, östlicher und orographisch rechter Nebenfluss der mittleren Ems im Landkreis Osnabrück, in der kreisfreien Stadt Osnabrück, im Landkreis Cloppenburg und im Landkreis Emsland (alle in Niedersachsen) sowie im Kreis Steinfurt (in Nordrhein-Westfalen). Das Quellgebiet liegt südöstlich im Teutoburger Wald bei einer Höhe von 163,0 m NHN. und mündet bei Meppen in einer Höhe von 10,4 m NHN. in die Ems. Das Flussgebiet der Hase hat eine Einzugsgebietsgröße von ca. 3.093 km².

Nahe Gesmold zweigt in der Hase-Else-Bifurkation die Else von der Hase ab, wodurch ein Teil ihres Wassers auch in das Flusssystem der Weser abfließt. Bei Bramsche dükt die Hase den Mittellandkanal. Weiter flussabwärts kommt das Hochwasserrückhaltebecken Alfhausen-Rieste, allgemein als Alfsee bekannt. Über einen Zuleiter können dem Hochwasserrückhaltebecken Wassermengen zugeführt und zwischengespeichert werden. Somit fungiert der Alfsee bei Hochwasser als Hochwasserrückhaltebecken Alfhausen-Rieste.

Bei Quakenbrück teilt sich die Hase in Überfallhase und Kleine Hase. Die Überfallhase, die im Osten an Quakenbrück vorbeifließt, wird mit dem Zufluss der Wrau zum Essener Kanal. Am Rande der Gemeinde Essen (Oldenburg) mündet in diesen die aus dem Vechteraner und Dinklager Raum kommende Lager Hase. Mit der Lager Hase vereint wird der Essener Kanal zur Großen Hase. Der andere Flussteil der Hase, die Kleine Hase, fließt durch Quakenbrück und wird nach Einmündung der Hahler Beeke zum Hahnenmoorkanal. Bei Herzlake bilden Hahnenmoorkanal und Große Hase wieder die Hase.



Abbildung 20: Übersichtskarte des Flussgebiets der Hase

Bereits vor den eigentlichen hochwasserrelevanten Niederschlägen vom 19.12.2023 bis zum 05.01.2024 gab es im Flussgebiet der Hase immer wieder längere Regenereignisse. Diese überdurchschnittlichen Niederschlagssummen bis zum 18. Dezember sorgten dafür, dass die Böden im Flussgebiet der Hase mit Wasser stark gesättigt waren und kaum noch aufnahmefähig für Niederschlag waren. Der hochwasserrelevante Niederschlag begann am 19.12.2023 und erstreckte sich fast ohne Unterbrechung bis zum 05.01.2024. In dem gesamten Zeitraum vom 19.12.2023 bis zum 05.01.2024 sind in dem Flussgebiet regional unterschiedlich Niederschlagsmengen von 132 bis 232 mm gefallen. Der gemittelte Gebietsniederschlag über die Flussgebietsfläche verteilte lag in diesem Zeitraum bei 175 mm.

Mit einsetzendem Regen am 19.12.2023 stiegen die Wasserstände im Flussgebiet der Hase an. Im Einzugsgebiet der Hase waren vor allem der Oberlauf der Hase (Pegel Lüstringen) und der Unterlauf der Hase von Pegel Herzlake bis zur Mündung in die Ems vom Hochwasser betroffen. Hier wurden Wasserstandsanstiege an den Hochwassermeldepegeln über der Meldestufe 3, an den anderen Hochwassermeldepegeln bis über den Bereich der Meldestufe 2 registriert.

Die nachfolgenden Wasserstandsdiagramme zeigen den Hochwasserverlauf im Oberlauf der Hase vom Pegel Lüstringen (Raum Osnabrück) bis flussabwärts zum Pegel Bersenbrück, wobei der Pegel Bersenbrück direkt durch die Unterwasserabgabe bzw. die Steuerung des Hochwasserrückhaltebeckens Alfhausen-Rieste beeinflusst wird. Informationen zu der Steuerung des Hochwasserrückhaltebeckens Alfhausen-Rieste finden sich im Kapitel 5.1.2. Am Pegel Lüstringen im Oberlauf der Hase ist am 20.12.2023 die Meldestufe 1 überschritten worden und im weiteren Verlauf an Weihnachten dann die Meldestufe 3. Der Höchstwasserstand ist hier am 25.12.2023 cm a. P. erreicht worden. Demnach lag der Wasserstand am Pegel Lüstringen im Bereich der bisherigen drei gemessenen Höchstwasserstände (vgl. Tabelle 12). Flussabwärts erreicht noch der Pegel Bersenbrück kurzzeitig die Meldestufe 3. Alle anderen Pegel im Oberlauf der Hase blieben beim Hochwasser im Bereich der Meldestufe 1 bzw. 2. Verglichen mit Abflüssen bis Ende 2022 lag die statistische Einordnung des Hochwassers für den Oberlauf der Hase im Bereich eines HQ5.

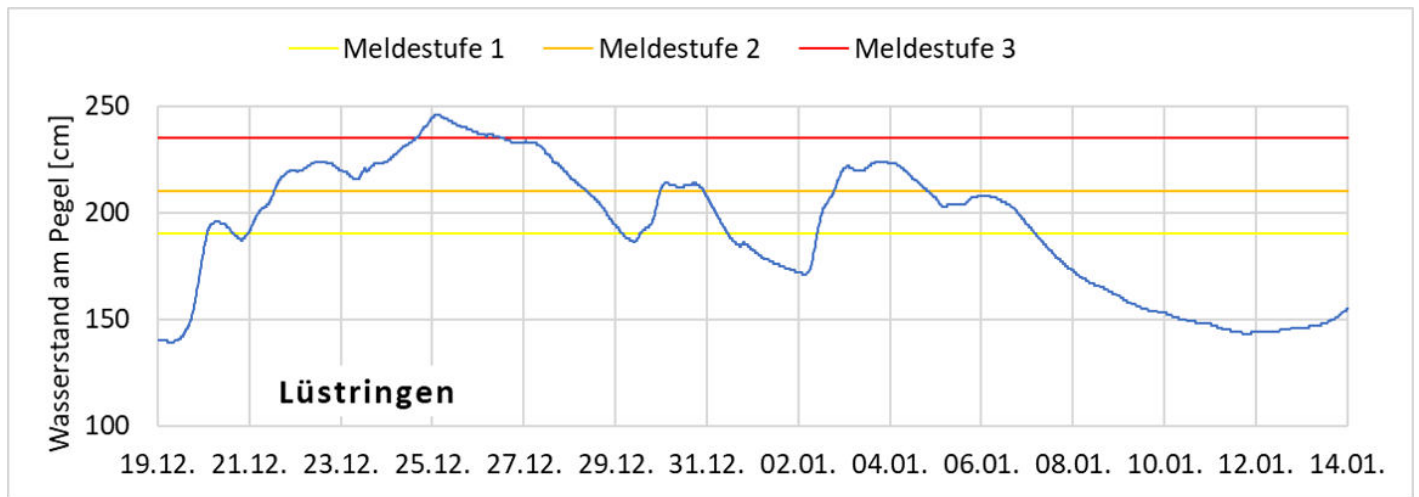


Diagramm 19: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Lüstringen an der Hase beim Winterhochwasser 2023/24

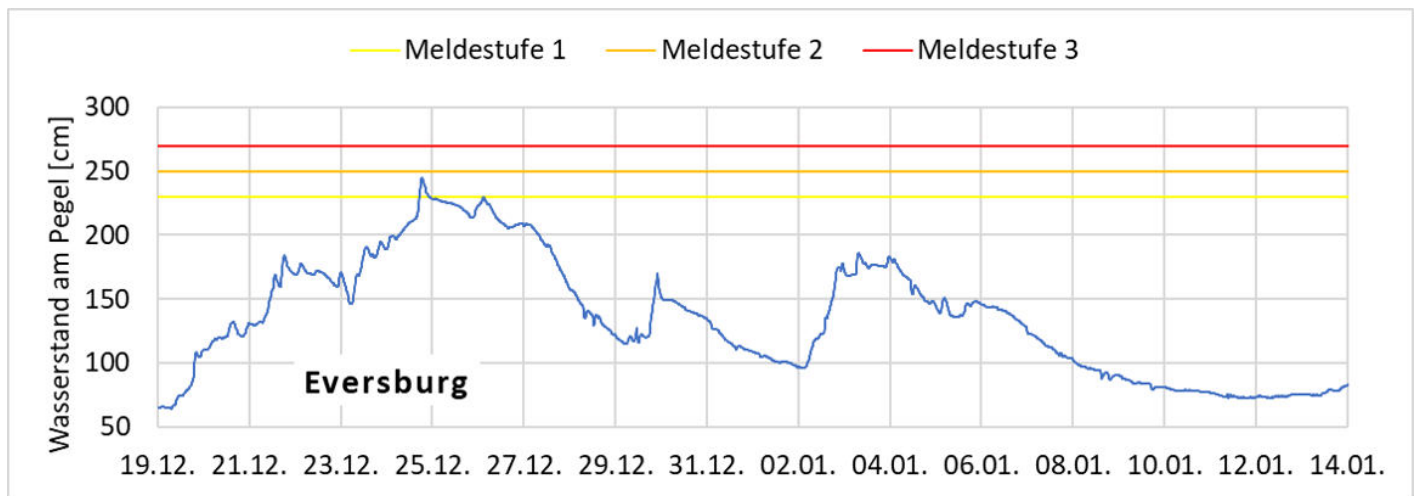


Diagramm 20: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Eversburg an der Hase beim Winterhochwasser 2023/24

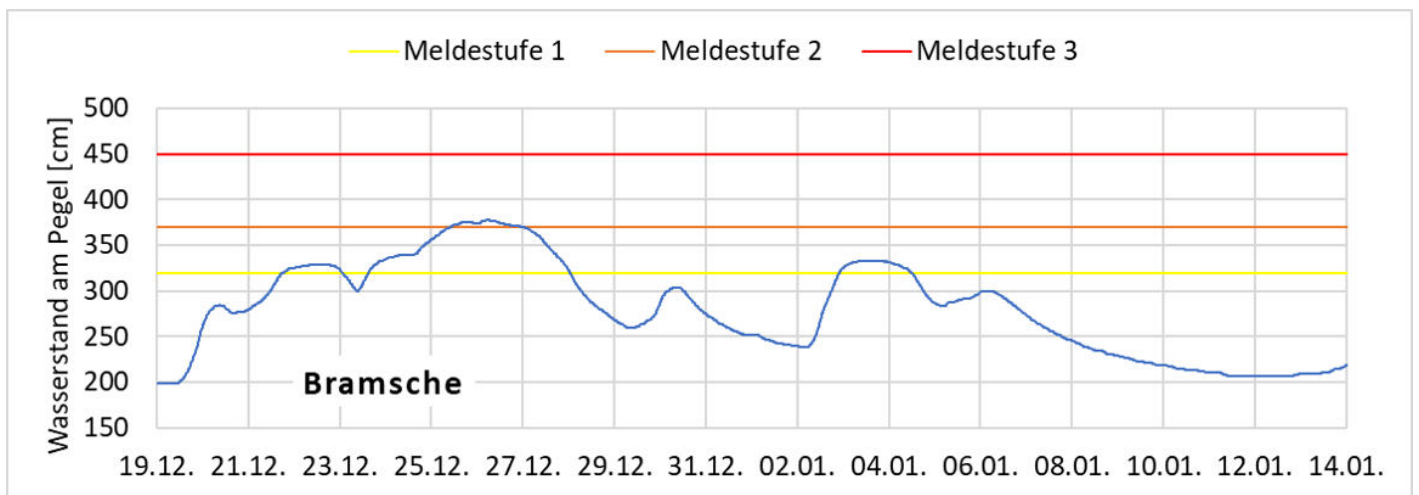


Diagramm 21: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Bramsche an der Hase beim Winterhochwasser 2023/24

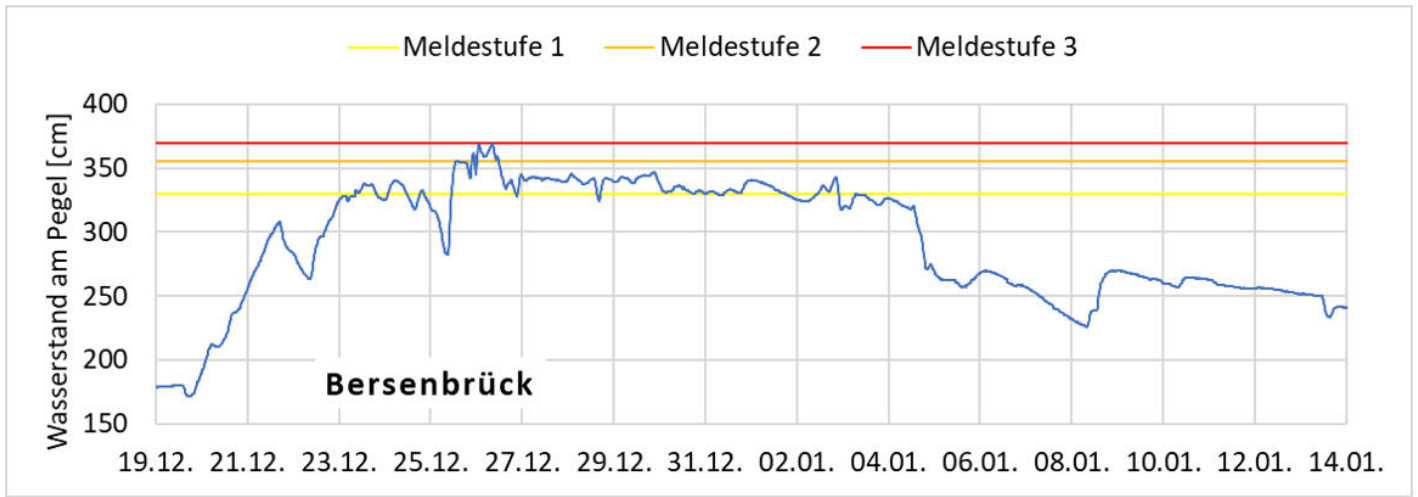


Diagramm 22: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Bersenbrück an der Hase beim Winterhochwasser 2023/24

Die Wasserstände der Pegel aus dem Vechteraner und Dinklager Raum (Landkreis Vechta und Cloppenburg) entlang des Fladderkanal und der Lager Hase überschritten beim Hochwasser nicht die Meldestufe 3. Auch weiter flussabwärts am Pegel Bunnen (Große Hase) wurde die Meldestufe 3 nicht überschritten, wie in den nachfolgenden Wasserstandsdiagrammen zu erkennen ist. Die Pegel erreichten ihren Höchststand in der Weihnachtswoche und sanken danach wieder. Neu einsetzender Regen in der ersten Januarwoche lies die Wasserstände in einer zweiten Welle wieder ansteigen, die jedoch unter der ersten blieb.

grammen zu erkennen ist. Die Pegel erreichten ihren Höchststand in der Weihnachtswoche und sanken danach wieder. Neu einsetzender Regen in der ersten Januarwoche lies die Wasserstände in einer zweiten Welle wieder ansteigen, die jedoch unter der ersten blieb.

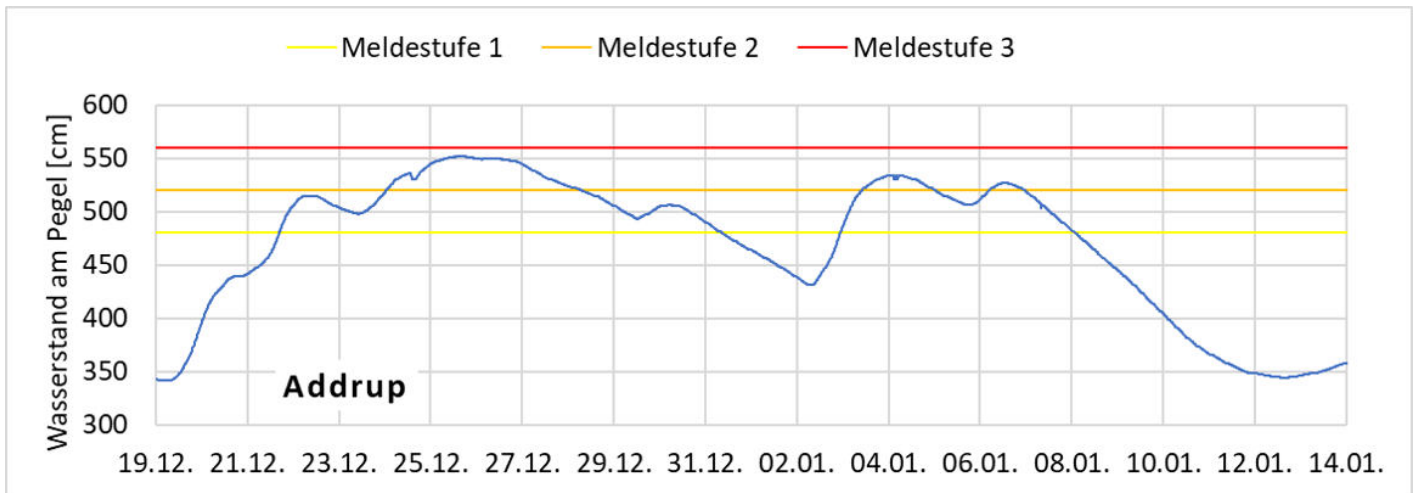


Diagramm 23: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Addrup Fladderkanal beim Winterhochwasser 2023/24

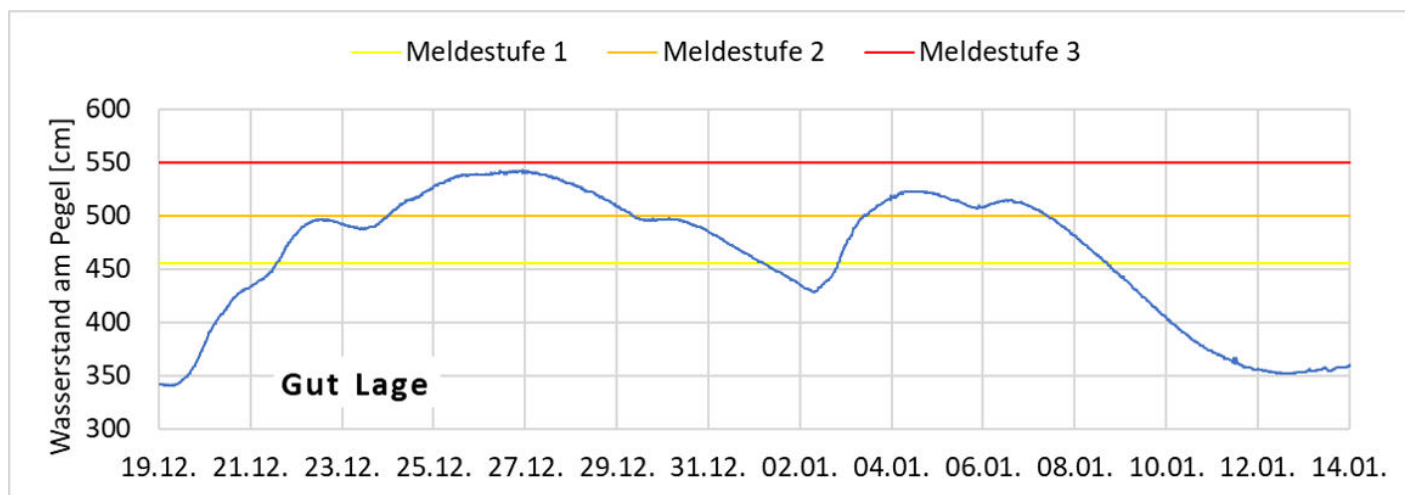


Diagramm 24: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Gut Lage an der Lager Hase beim Winterhochwasser 2023/24

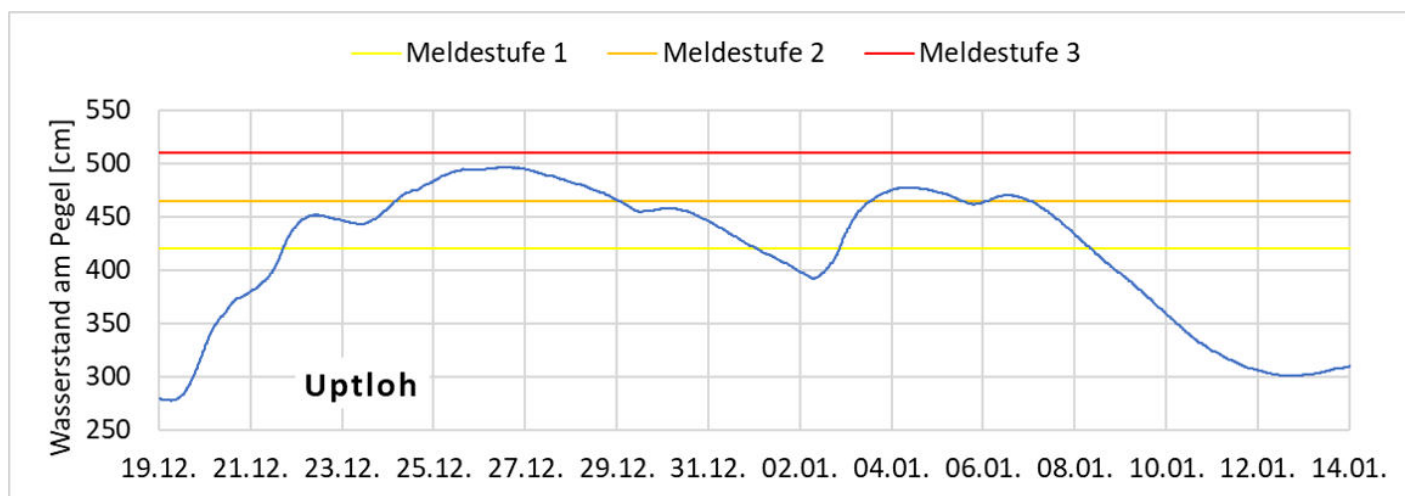


Diagramm 25: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Uptloh an der Großen Hase beim Winterhochwasser 2023/24

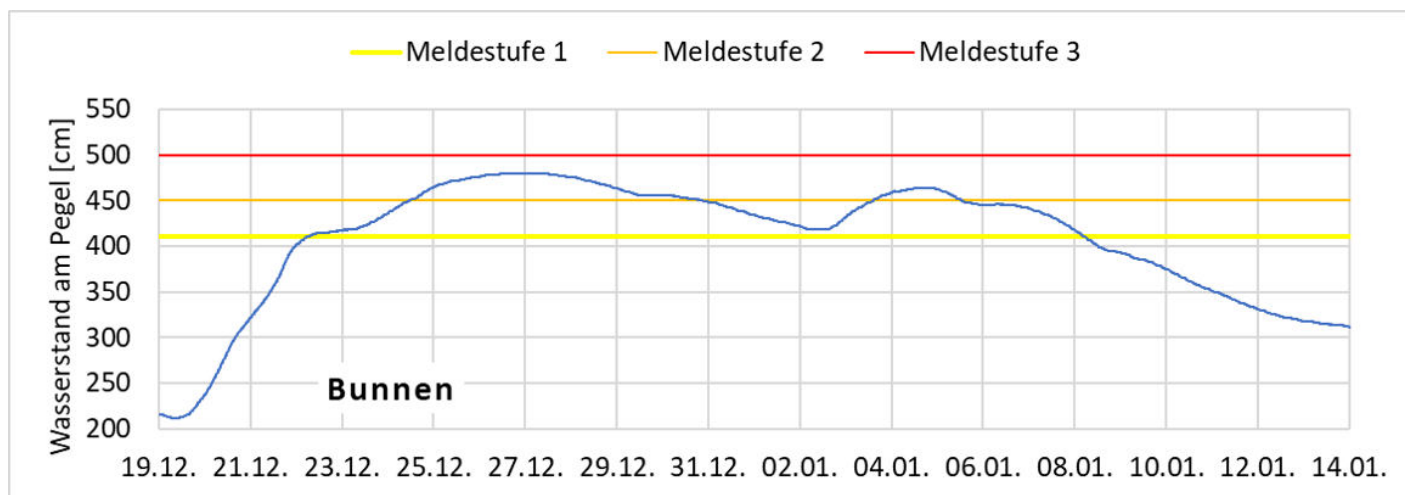
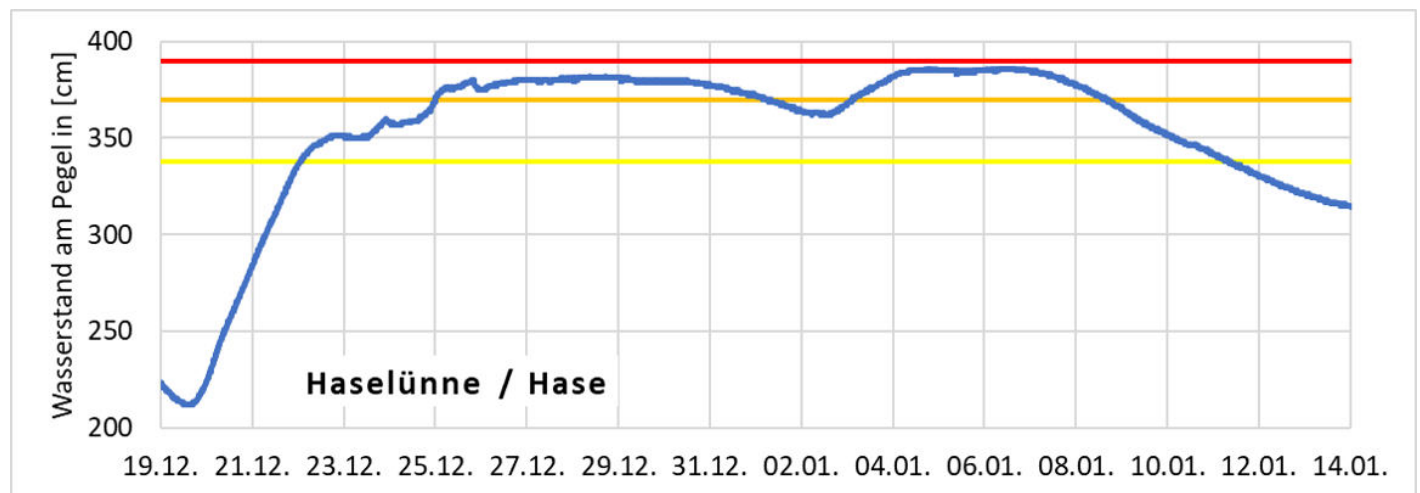
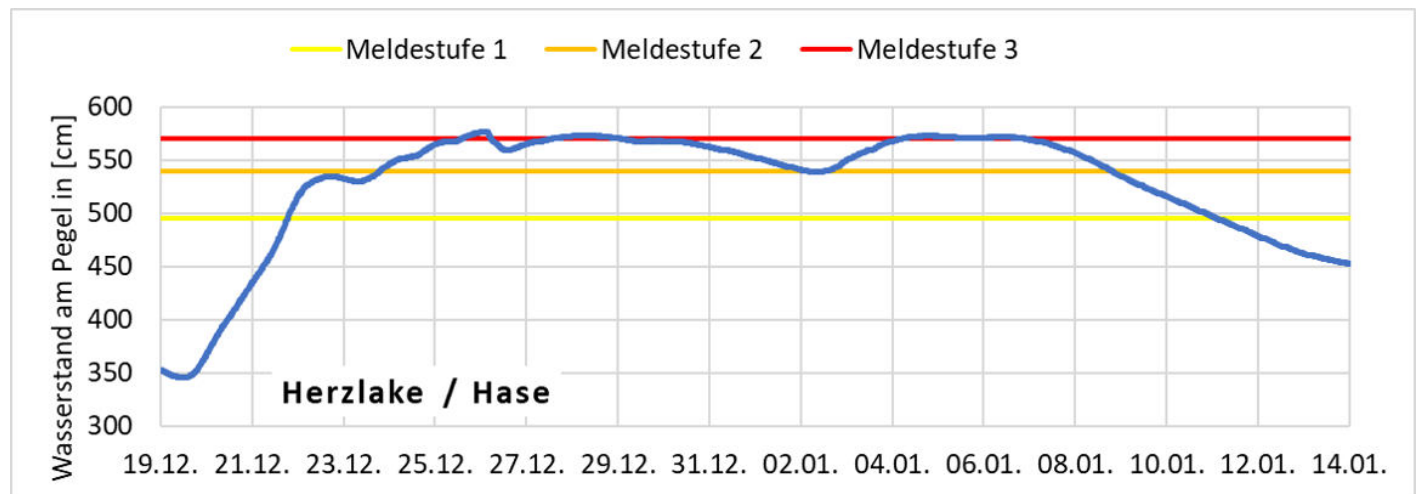


Diagramm 26: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Bunnen an der Hase beim Winterhochwasser 2023/24

Der Hochwasserverlauf im Unterlauf der Hase von Pegel Herzlake bis zum Pegel Bokeloh wird in den folgenden Wasserstandsdiagrammen dargestellt. Die Wasserstände im Unterlauf der Hase stiegen am 20.12.2023. Der Pegel Herzlake überschritt am 25.12.2023 die Meldestufe 3. Pegel Bokeloh an der Emsmündung überschritt am 26.12.2023

ebenfalls die Meldestufe 3. Am Pegel Herzlake wurde der Hochwasserscheitel am 26.12.2023 erreicht und blieb damit unter dem Höchstwasserstand vom 30.10.1998. Am Pegel Bokeloh wurde der Hochwasserscheitel erst am 06.01.2024 erreicht und blieb ebenfalls unter dem Höchstwasserstand vom Hochwasser 02.11.1998.



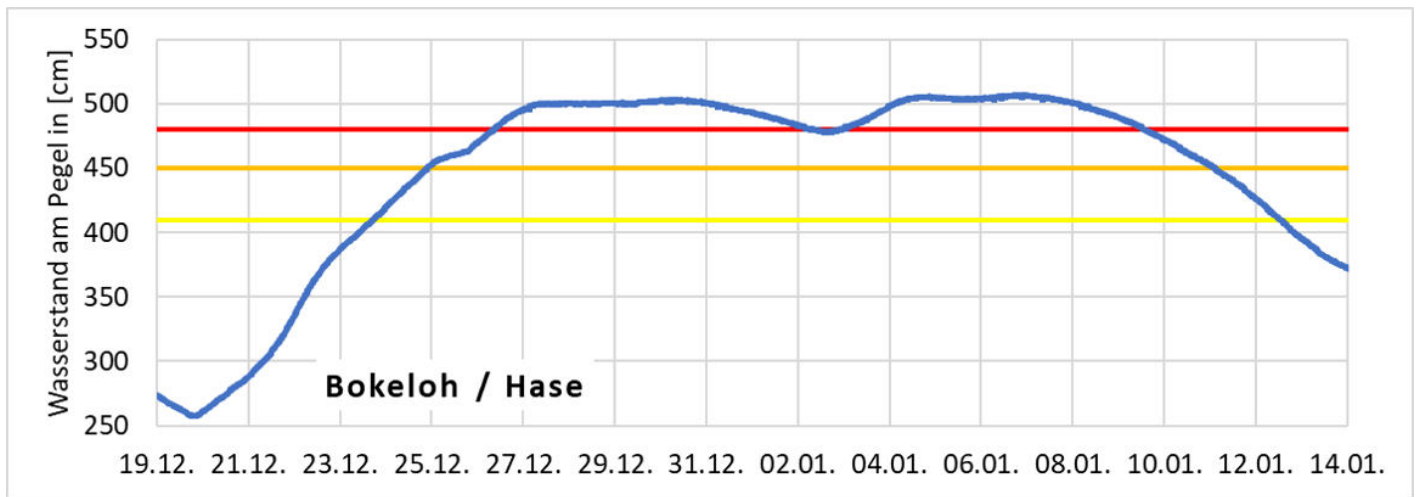


Diagramm 29: Hochwasserganglinienverlauf am Pegel Bokeloh an der Hase beim Winterhochwasser 2023/24

An der B402 bei Haselünne-Lotte kam es beim Hochwasser zu einer Unterspülung der Straße. Infolge eines daraus resultierenden hydraulischen Grundbuches brach eine Fahrspur der Bundesstraße vollständig ab und versank im Wasser. In den Wasserstandsganglinien ist zu erkennen, dass der Grundbruch an der Straße am 26.12.2023 zu einem Absenken des Wasserstands an den Pegeln Herzlake und Haselünne führte.

In Tabelle 12 sind von ausgewählten Pegeln im Einzugsgebiet der Hase die Hochwasserscheitel zusammen mit den bisherigen Höchstwasserständen bis einschließlich 2017 dargestellt. An den Meldepegeln wurden keine neuen Höchstwasserstände, verglichen mit historischen Wasserständen, erreicht.

Tabelle 12: Scheitelwasserstände an den Pegeln im Flusseinzugsgebiet der Hase beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017. In Rot: Wasserstände die innerhalb der drei Extremwerte liegen. / Quelle: NLWKN

Gewässer	Pegel	A _E [km²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		3. Extremwert bis 2017	
			HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Düte	Wersen	228	286	25.12.2023 06:15	367	27.08.2010	347	05.12.1960	341	30.06.1981
Hase	Lüstringen	189	247	25.12.2023 01:00	287	28.08.2010	247	16.01.1968	246	31.12.1986
	Eversburg	344	244	24.12.2023 19:00	305	27.08.2010	302	23.02.1970	277	04.08.2008
	Bramsche	682	380	26.12.2023 04:30	464	30.06.1981	451	02.08.2010	448	31.12.1986
	Bersenbrück	958	371	26.12.2023 08:30	480	02.01.1987	447	13.03.1981	446	17.01.1968
Fladderkanal	Addrup	228	552	25.12.2023 12:15	572	30.10.1998	562	13.03.1981	550	30.06.1981
Lager Hase	Gut Lage	191	542	26.12.2023 22:45	559	30.10.1998	544	13.03.1981	521	22.01.2008
	Uptloh	506	497	26.12.2023 08:45	518	30.10.1998	508	13.03.1981	484	22.01.2008
Große Hase	Bunnen	1.778	480	26.12.2023 20:00	503	02.11.1998	491	15.03.1981	490	03.01.1987
Hase	Herzlake	2.246	577	26.12.2023 00:30	583	30.10.1998	570	01.01.1987	569	01.01.1981
	Haselünne	2.549	386	04.01.2024 14:00	404	01.11.1998	392	07.01.1987	390	17.03.1981
	Bokeloh	2.975	507	06.01.2024 17:00	531	02.11.1998	499	07.01.1987	499	06.12.1961

Aufgrund der sich bestätigenden Vorhersagen erfolgte für das Flussgebiet der Hase am Mittwoch, 20.12.2023 12:00 Uhr, die Vorwarnung vor Hochwasser. Danach wurde am Donnerstag, 21.12.2023 10:00, die Warnung vor einem kleinen bis mittleren Hochwasser herausgegeben, mit dem Hinweis, dass die Pegel im Unterlauf der Hase am Freitag die Meldestufe 1 überschreiten werden. Schließlich erfolgte am

Freitag, 22.12.2023 10:30, für den Unterlauf der Hase die Warnung vor einem großen Hochwasser. Der Wasserstand im Unterlauf der Hase überschritt am Pegel Herzlake am Montag, 25.12.2023 gegen 14:00 Uhr, erstmals die Meldestufe 3. Die Warnung vor einem großen Hochwasser erfolgte somit bereits drei Tage vor dem Ereignis.

4.6 Flussgebiet der Hunte

Die Hunte entspringt im zentralen Niedersachsen an der Grenze zu Nordrhein-Westfalen. Über ihren gesamten Verlauf fließt sie in nördliche Richtung. Kurz hinter der Stadt Oldenburg mündet sie im Norden Niedersachsens in die Weser. Das Flussgebiet umfasst drei verschiedene Naturräume: Im Oberlauf befindet sich bei geringer Hangneigung ein kleiner Gewässerabschnitt in den nördlichen Ausläufern des Weserberglandes. Der überwiegende Anteil der Hunte liegt in der flachen Dümmer Geestniederung. Im letzten, bereits tidebeeinflussten Flussabschnitt fließt die Hunte auf Geestböden in die Weser hinein. Das Flussgebiet umfasst eine Größe von 2.700 km². Das hydrologische Modell wurde bis zur Ortschaft Wardenburg unterhalb des letzten vorhandenen Hochwassermeldepegels Huntlosen II aufgebaut und umfasst eine Größe von 1.770 km².

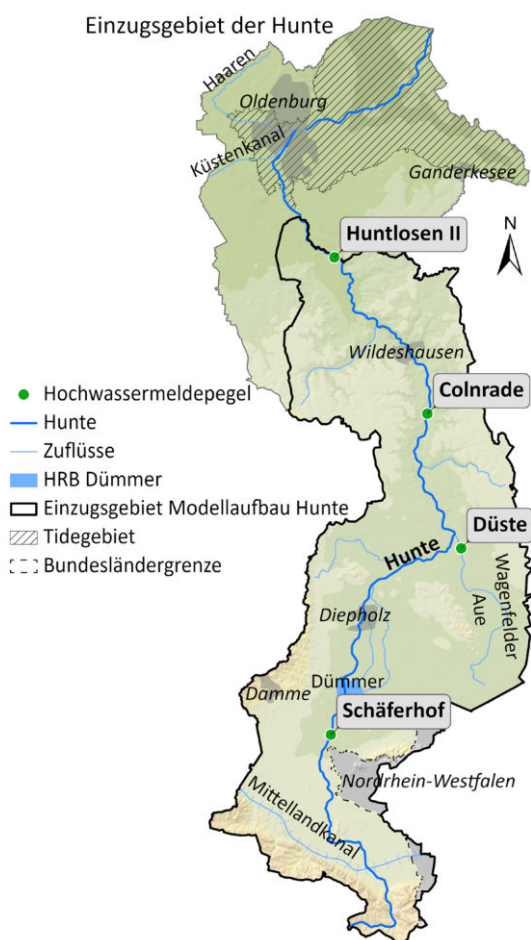


Abbildung 21: Übersichtskarte des Flussgebiets der Hunte

Bei dem Hochwasserereignis um Weihnachten und Neujahr belaufen sich die gefallenen Niederschläge im Einzugsgebiet der Hunte für den ersten Ereigniszeitraum vom 19. bis zum 30.12.2023 im Mittel auf rund 110 mm. Die darauffolgenden Niederschläge vom 31.12.2023 bis zum 06.01.2024 betrugen weitere rund 50 mm, sodass im wesentlichen Hochwasserzeitraum vom 19.12.2023 bis zum 06.01.2024 im Mittel rund 160 mm Niederschlag im Flussgebiet gefallen sind. Bis auf wenige Tage regnete es innerhalb dieser Zeitperiode fast täglich. Die größten Niederschlagsmengen fielen im östlichen Flussgebietsabschnitt des Einzugsgebietes der Wagenfelder Aue, wo die Gesamtsumme bei rund 200 mm

lag. Nie zuvor wurden im Winter in einem 18-tägigen Zeitraum so hohe Regenmengen im Einzugsgebiet der Hunte gemessen. Gleiches gilt für den siebentägigen Zeitraum vom 19. bis zum 25.12.2023. Im Vergleich zu allen 18-tägigen Niederschlagsereignissen im Hunte-Einzugsgebiet über alle Jahreszeiten hinweg war nur das Ereignis vom 23.10. bis zum 09.11.1998 stärker, mit 164 mm lag es jedoch in derselben Größenordnung.

Das Hochwasserereignis, als direkte hydrologische Auswirkung auf die hohen Regenmengen in Kombination mit bereits nahezu wassergesättigten Böden kurz vor Ereignisbeginn, erstreckte sich über einen Zeitraum vom 20.12.2023 bis zum 12.01.2024, wobei das Ereignis hier an der erstmaligen Überschreitung und der letztmaligen Unterschreitung der Meldestufe 1 an einem Hochwassermeldepegel im Flussgebiet der Hunte abgegrenzt wird. Am 20.12.2023 wurde im ersten Hochwasserwarnlagebericht zu diesem Hochwasserereignis für das Flussgebiet der Hunte eine Hochwasservorwarnung veröffentlicht. Darin wurde das Hochwasser in der Hunte kategorisch als mittleres Hochwasser eingestuft. Am 21.12.2023 wurde aus der Vorwarnung eine Hochwasserwarnung vor mittlerem Hochwasser. Ab dem 22.12.2023 wurde die Warnung als großes Hochwasser hochgestuft. Der letzte Warnlagebericht wurde am 06.01.2024 veröffentlicht und am 10.01.2024 im Internet deaktiviert. Damit lagen für 22 Tage Warnlageberichte im Internet vor, davon an 20 Tagen mit kategorischer Einordnung als großes Hochwasser. Im gesamten Ereigniszeitraum kam es zu zwei aufeinanderfolgenden Hochwasserwellen. Die erste Welle hatte aufgrund der höheren Niederschläge um die Weihnachtszeit an vielen Gewässerabschnitten wie an den Pegeln Schäferhof (Hunte), Düste (Wagenfelder Aue) und Hoopen (Hunte) sowohl ein größeres Wellenvolumen als auch höhere Scheitelwasserstände als die zweite Welle erreicht. Besonders betroffen war der Flussabschnitt unterhalb des Dümmer, vor allem nach der Einmündung der Wagenfelder Aue in die Hunte. Dieser Bereich entspricht dem Mittellauf und Unterlauf der Hunte. Im Unterlauf lagen die Abflussspitzen der beiden Wellen am Pegel Colnrade nahezu gleich hoch. Am unterhalb von Colnrade liegenden Pegel Huntlosen II betrug die Differenz der beiden aufeinanderfolgenden Scheitel 6 cm. In diesem unteren Flussabschnitt verschwammen die beiden Wellen zu einer großen Welle mit zwei Scheiteln. Die Wasserstände sanken hier entgegen oberhalb liegenden Flussabschnitten vom 23.12.2023 bis zum 10.01.2024 nicht unter den Schwellenwert der Meldestufe 3. Ein großes Wellenvolumen entstand. Im Oberlauf und zum Teil im Mittellauf der Hunte waren die unterschiedlich großen Abflussvolumen der ersten und zweiten Hochwasserwelle hingegen gut voneinander zu trennen, da die Wasserstände zwischenzeitlich zum Teil wieder unter die Meldestufe 1 gesunken waren. Am Pegel Hoopen, der unterhalb des Hochwasserrückhaltebeckens Dümmer liegt, wurde am 03.01.2024 um 16:45 Uhr der Scheitelwasserstand von 422 cm a.P. erreicht. Dieser Wasserstand ist der zweithöchste Wert hinter dem Hochwasserereignis vom 19.01.1987 (473 cm a.P.). Der Pegel Düste, der sich unterhalb von Hoopen am rechtsseitig in die Hunte einmündenden Fluss Wagenfelder Aue befindet, erreichte am 25.12.2023 um 04:00 Uhr 305 cm a.P. (Meldestufe 2) und reiht sich damit als dritthöchstes, jemals abge-

laufenes Hochwasserereignis in die Hochwasserstatistik ein. Pegel Colnrade im unteren Mittellauf der Hunte hatte sowohl am 26.12.2023 um 04:00 Uhr als auch am 04.01.2024 um 13:15 Uhr den Wasserstand von 425 cm a.P. innerhalb der höchsten Meldestufe 3 erreicht und war damit das dritthöchste Hochwasser zusammen mit dem Ereignis von Januar 1968. Der Wasserstand am Pegel Huntlosen II befand sich

vom 23.12.2023 bis zum 10.01.2024 für 19 Tage über der Meldestufe 3. Mit dem Scheiteleintritt am 27.12.2023 um 12:15 Uhr von 645 cm a.P. lag die Welle drei Zentimeter unter dem jemals höchstgemessenen Hochwasserscheitel von Oktober 1998, womit es am Pegel Huntlosen II das zweithöchste Hochwasserereignis war.

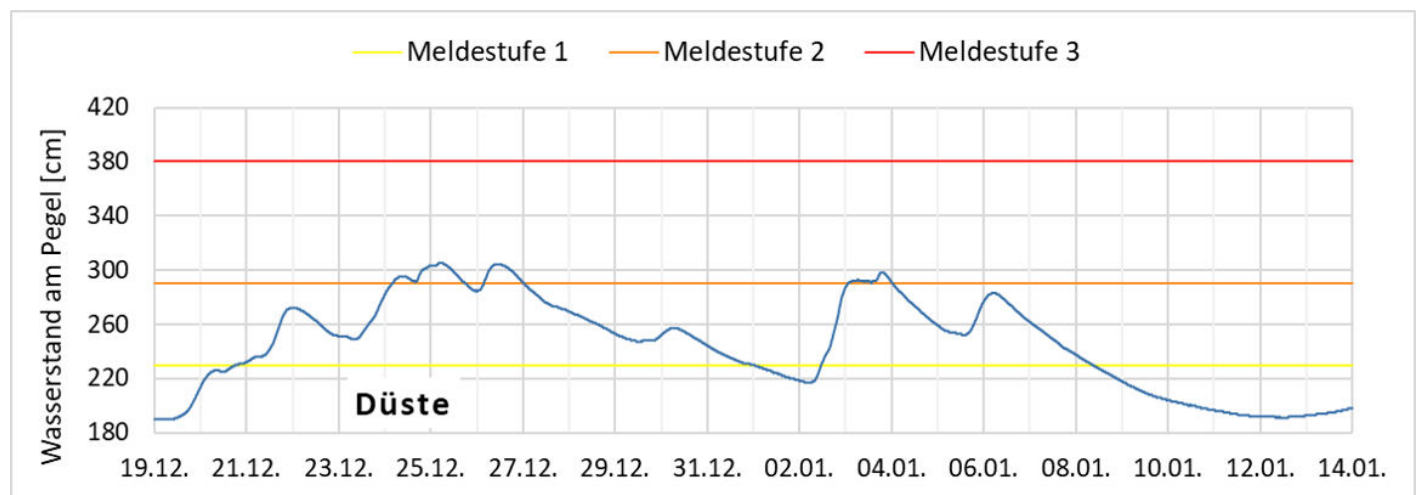


Diagramm 30: Hochwasserwellenverlauf am Pegel Düste (Wagenfelder Aue, rechtsseitiger Hauptzufluss zur Hunte) im Zeitraum 20.12.2023-08.01.2024

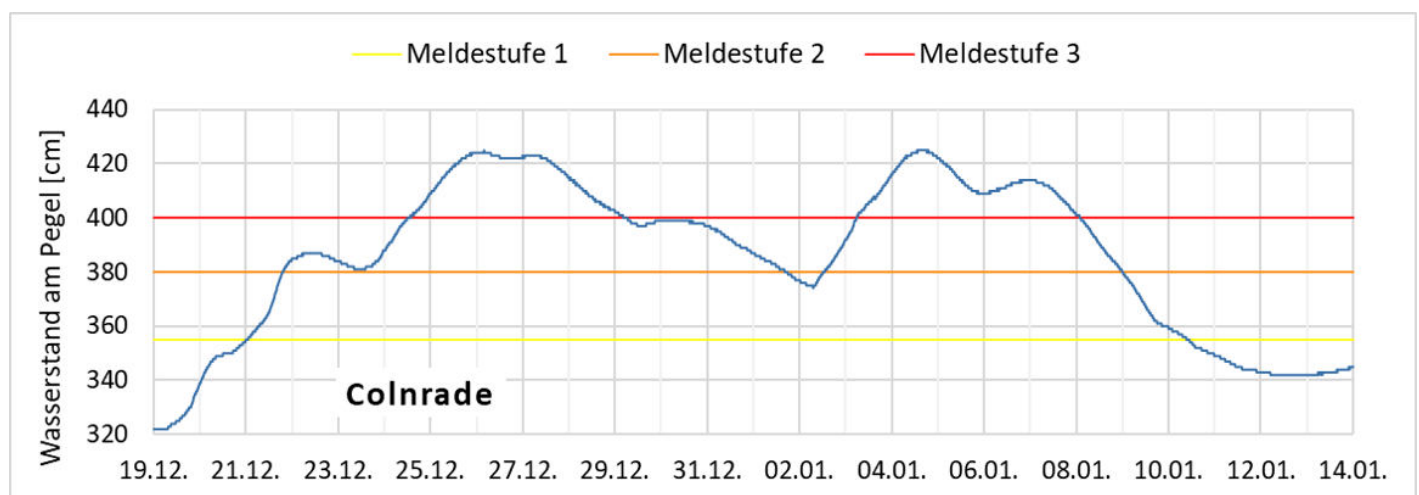


Diagramm 31: Hochwasserwellenverlauf am Pegel Colnrade (unterer Mittellauf der Hunte) im Zeitraum 21.12.2023-10.01.2024

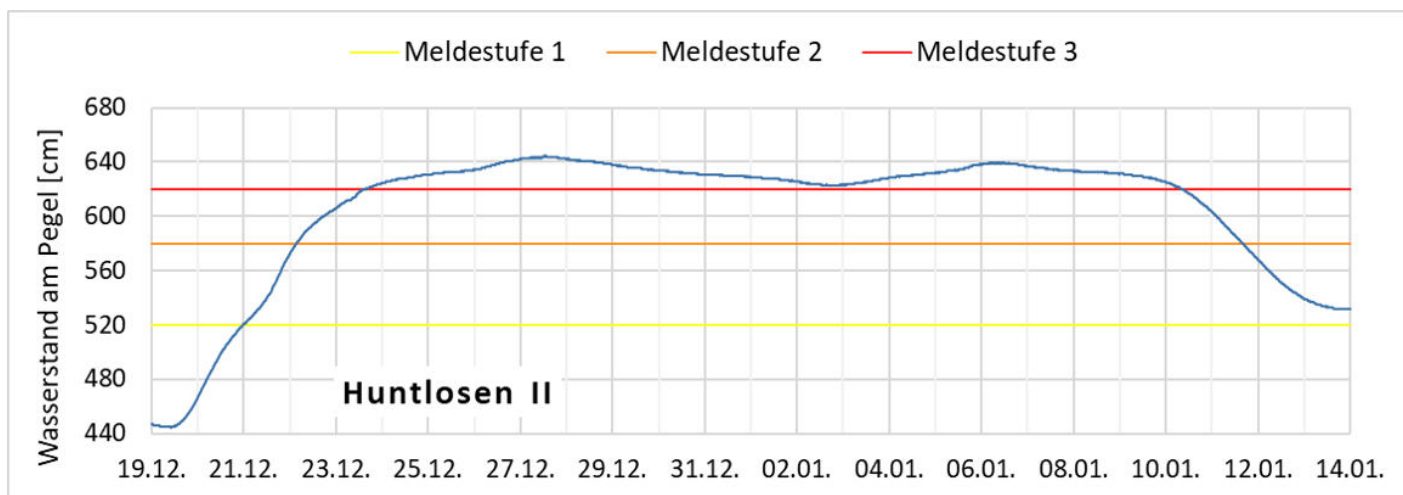


Diagramm 32: Hochwasserwellenverlauf am Pegel Huntlosen II (Unterlauf der Hunte vor Oldenburg) im Zeitraum 21.12.2023-14.01.2024



Abbildung 22: Ausuferungen im Unterlauf der Hunte (Quelle: NLWKN, Creutzenberg)

Ein Abgleich der bislang höchsten Wasserstände mit den bisher höchsten aufgetretenen Niederschlägen in den beiden Niederschlagsperioden von 7 und 18 Tagen zeigt, dass an zwei Pegeln (Schäferhof und Hoopen) diese Rekordwasserstände durch geringere Niederschlagssummen als 2023/24 aufgetreten sind. Ob diese Tatsache in Verbindung mit dem Dümmer stehen könnte, kann an dieser Stelle nicht verifi-

ziert werden. Die bei diesem Ereignis bislang höchsten 7- und 18-tägigen Niederschlagssummen seit 1931 haben an den Pegeln Hoopen, Düste, Colnrade und Huntlosen II zu den bisher zweit- oder dritthöchsten Wasserständen geführt. Eine Übersicht mit einer Gegenüberstellung zu anderen Hochwasserereignissen ist Tabelle 13 zu entnehmen.

Tabelle 13: Scheitelwasserstände an den Pegeln im Flusseinzugsgebiet der Hunte beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017. In Rot: Wasserstände die innerhalb der bisherigen drei Extremwerte liegen / Quelle: NLWKN

Gewässer	Pegel	A _E [km²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		3. Extremwert bis 2017	
			HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Hunte	Schäferhof	325	336	26.12.2023 16:45	363	02.01.1987	363	29.10.1998	359	21.01.1994
Wagenfelder Aue	Düste	200	305	25.12.2023 04:00	340	28.10.1998	307	01.11.1998	301	04.10.1993
Hunte	Hoopen	772	422	03.01.2024 16:45	473	19.01.1987	415	12.03.1981	415	15.01.1968
Hunte	Colnrade	1.318	425	26.12.2023 04:00 04.01.2024 13:15	452	29.10.1998	446	13.03.1981	425	15.01.1968
Hunte	Huntlosen II	1.714	645	27.12.2023 12:15	648	30.10.1998	633	30.01.1994	630	29.01.1995

In der Abfluss-Hochwasserstatistik belaufen sich die statischen Wiederkehrintervalle oberhalb des Dümmer auf ein 5-10-jährliches Hochwasserereignis, am unterhalb des Dümmer liegenden Seitenzufluss Wagenfelder Aue auf ein 20-25-jährliches Ereignis und im direkt unterhalb des Dümmer liegenden Flussabschnitt bis zur Einmündung der Wagenfelder Aue in die Hunte auf ein HQ25 bis HQ50. Im Mittel- und Unterlauf der Hunte liegt die Abflussjährlichkeit bei einem HQ20 bis HQ25.

Der als Hochwasserrückhaltebecken fungierende Dümmer-See trennt den Oberlauf der Hunte vom Mittellauf. Er hat ein Speichervolumen von 29,1 Millionen m³ Wasser. Der Dümmer pufferte während der Hochwasserphase große Wassermengen aus dem Oberlauf der Hunte ab. Erkennlich war dies an der lediglich erreichten Hochwassermeldestufe 1 am unterhalb des Dümmer liegenden Hochwassermeldepiegels Hoopen, der die Gesamtheit der Wassermengenabgabe aus dem Dümmer widerspiegelt. Für die Unterwas-

serabgabe aus dem Dümmer kamen alle vier Auslasswehre an den Nordrändern des Dümmer-Sees zum Einsatz. Trotz des Hochwasserrückhaltes im Dümmer-See kam es unterhalb zu großflächigen Überflutungen, die auf die hohen Niederschlagsmengen zurückzuführen sind. Auch wenn das Gebiet unterhalb des Dümmer flächenhaft überflutet war, so konnten durch den Wasserrückhalt des Dümmer große Wassermengen aus der Hunte zurückgehalten werden. An den südlichen Auslässen des Dümmer wurden zusätzlich zwei Hochwasserabschlagswehre in die Retentionsflächen des Ochsenmoores geöffnet. Im Ochsenmoor waren die Flächen durch die hohen Niederschlagsmengen jedoch bereits geflutet, sodass aus dem Dümmer-See kein Wasser mehr in das Ochsenmoor abgeleitet werden konnte. Der Dümmer kam am 28.12.2023 auf ein maximales Volumen von 23,6 Millionen m³ Inhalt und konnte damit 7,7 Millionen m³ Wasser zurückhalten. Die Füllung des Dümmer-Sees betrug am 01.11.2023 11,0 Millionen m³ und am 19.12.2023 15,9 Millionen m³.

4.7 Flussgebiet der Wümme

Das Flussgebiet der Wümme liegt zum großen Teil östlich, aber auch nördlich der Stadt Bremen und hat bis zur Mündung in die Lesum eine Größe von 2.187 km². Es ist hauptsächlich von Moor-, Geest- und Waldlandschaft geprägt. Die Wümme entspringt in der Lüneburger Heide südlich von Niederhaverbeek und durchfließt, inklusive ihrer Zuflüsse, u.a. die Ortschaften Scheeßel, Rotenburg (Wümme), Hellwege, Fischerhude, Sottrum, Grasberg und Lilienthal. Wichtigste Nebenflüsse der Wümme sind bis Hellwege linksseitig die Fintau, die Veerse, die Wiedau, die Rodau sowie der Ahauser Bach. Unterhalb Hellwege mündet rechtsseitig die Wieste mit dem Pegel Sottrum. Dann teilt sich die Wümme in einen Nord- und einen Südmündungsarm mit zahlreichen Verzweigungen und weiten Überflutungsflächen. Hier befinden sich auch diverse anthropogene Eingriffsmaßnahmen in Form von Wehren. Die Landschaft dieses Gewässerabschnittes ist für den Wasserstandsverlauf am Hochwassermeldepegel Hellwege und die umliegende Umgebung oberhalb und unterhalb

des Pegels von großer Bedeutung. Aufgrund der Lage im niedersächsischen Flachland kommt es hier bei Hochwasser zu sehr weiträumigen Ausuferungen in die Fläche, wodurch der Pegelwasserstand nur langsam ansteigt. Dieses Phänomen ist vor allem bei sich langsam aufbauenden Wellen mit langandauernden Niederschlägen der Fall, insbesondere im Winterhalbjahr.

Weiter unterhalb mündet rechtsseitig die Wörpe mit den Pegeln Schnakenmühlen und Grasberg in die Wümme. Am Pegel Grasberg ist unter bestimmten Bedingungen der Tideeinfluss aus dem Weserästuar nachweisbar bzw. er läuft dort aus. Ein wichtiges Hochwasserschutz-Bauwerk stellt das Lesum-Sperrwerk dar. Es befindet sich stromab der Mündung der Wümme in die Lesum und dient dem Sturmflutschutz entlang der Niederungen von Lesum, Wümme und Hamme. Das Vorhersagemodell endet kurz unterhalb des Zusammenflusses der Wörpe und des Wümme-Hauptlaufes (s. Abbildung 27).



Abbildung 23: Übersichtskarte des Flussgebiets der Wümme

Der Niederschlag begann am 19.12.2023 und hielt mit einigen kurzen Unterbrechungen bis zum 07.01.2024 an. Bis zum 05.01.2024 sind im Einzugsgebiet im Gebietsmittel insgesamt rund 160 mm gefallen (DWD, 2024). Dies ist für das Flussgebiet die höchste siebentägige Niederschlagssumme im Winter (Dez., Jan., Feb.), die seit 1931 aufgezeichnet wurde (DWD, 2024). Die höchsten Niederschlagsmengen fielen im südöstlichen Teil des Einzugsgebietes, wo vom 19.12.2023 bis zum 05.01.2024 eine Gesamtsumme von 196 mm Niederschlag verzeichnet wurde.

Das Flussgebiet der Wümme war einer sehr langen Hochwasserphase ausgesetzt. Diese dauerte von November 2023 bis Ende Februar 2024, mit Schwerpunkt über Weihnachten und Neujahr. Sie begann mit zwei Ereignissen im November und Anfang Dezember 2023, wobei die Wasserstände erst am 18.12.2023 wieder unter Meldestufenniveau sanken. Das Hochwasserereignis über Weihnachten und Neujahr dauerte vom 21.12.2023 bis 11.01.2024 und bestand aus zwei Wellen. Die erste Welle begann am 21.12.2023 vormittags mit Überschreiten der Meldestufe 1 am Hochwassermeldepegel Hellwege. Bereits wenige Stunden später (am 21.12.2023 abends) wurde die Meldestufe 2 überschritten. Die Niederschläge führten zu einer deutlichen Überschrei-

tung der Meldestufe 2 über eine Dauer von 21 Tagen. Die Meldestufe 3 wurde während dieses Ereignisses nicht überschritten (vgl. Diagramm 33). Der Scheitel der ersten Welle wurde am 25.12.2023 um 23:30 Uhr mit 287 cm a.P. erreicht. Der Scheitel der zweiten Welle wurde am 04.01.2024

um 22:45 Uhr mit 286 cm a.P. erreicht. Zum Vergleich: Das dritthöchste Hochwasser am Pegel Hellwege lag bei 300 cm a.P. (am 31.12.1961), das höchste, jemals gemessene bei 308 cm a.P. (am 20.07.2002) (vgl. Tabelle 14).

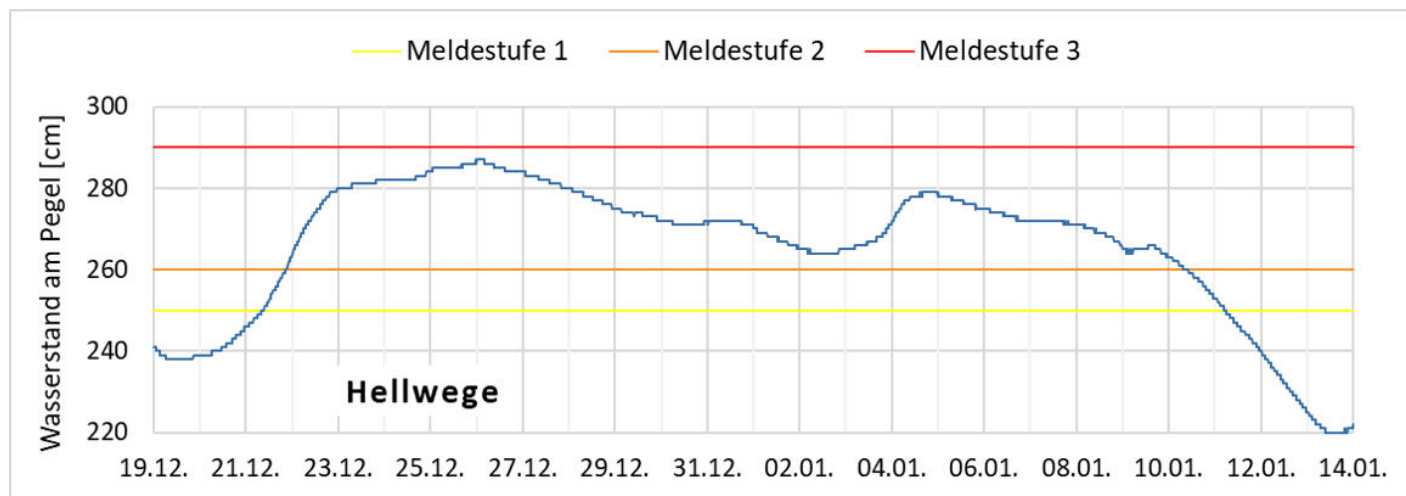


Diagramm 33: Wasserstandsganglinie am Hochwassermeldepegel Hellwege/Wümmе beim Winterhochwasser 2023/24

Im Flussgebiet waren zahlreiche weitere Pegel von hohen Wasserständen betroffen: Am Pegel Lauenbrück F (Zufluss Fintau), der durch ein oberhalb liegendes Hochwasserrückhaltebecken staubeinflusst ist, wurde über eine Dauer von sieben Tagen (vom 21.12. bis 27.12.2023) der höchste Wasserstand (HHW) überschritten, der seit der Neu-Positionierung des Pegelstandortes im Jahr 2016 gemessen wurde. Der Hochwasserscheitel trat dort am 25.12.2023 um 17:15 Uhr mit 127 cm a.P. ein. Er liegt damit 16 cm über dem bisherigen HHW von 111 cm a.P. (22.02.2016). Am Pegel Lauenbrück B75 wurde am 25.12.2023 um 11:45 Uhr der dritthöchste, jemals gemessene Hochwasserstand erreicht mit 236 cm a.P.. Auch der Zufluss Wiedau wies hohe Wasserstände auf. Am dortigen Pegel Worth wurde am 25.12.2023 um 02:30 Uhr der dritthöchste, jemals gemessene Wasserstand mit 254 cm a. P. erfasst.

Die Jährlichkeiten dieses Hochwasserereignisses liegen am Hochwassermeldepegel Hellwege bei einem HQ20 und bei den oberhalb liegenden Wümmе-Zuflüssen bei einem HQ10 bis HQ20. Im Unterlauf der Wümmе kommt es bei hohen Abflüssen wie zu Weihnachten 2023 zu sehr weitläufigen Ausuferungen (s. Abbildung 24).

Im Wümmе-Einzugsgebiet war insbesondere das Mündungsgebiet der Wörpe bei Lilienthal sehr stark betroffen. Hier kam es zu einem großen Hochwasserereignis, bei dem Lilienthal über mehrere Wochen einer kritischen Situation ausgesetzt war. Die Wörpe ist ein Tide-beeinflusster, nördlicher Zufluss der Wümmе mit einer Flussgebietsgröße von 149 km². Den repräsentativen Pegel für Lilienthal stellt der oberhalb liegende Pegel Grasberg dar. Der Hochwasserscheitel trat hier am 25.12.2023 um 03:45 Uhr mit 423 cm a.P. ein. Zwar liegt dieser Wert deutlich unter dem bisherigen Höchstwert von 459 cm a.P. (11.09.2001). Jedoch führte die sehr lange Andauer hoher Wasserstände u.a. zu einer Gefährdung der Deichsicherheit, überschwemmten Siedlungsbereichen und somit zu einer sehr angespannten Hochwasserlage in diesem Gebiet.



Abbildung 24: Der Unterlauf der Wümme bei Meldestufe 2 (Quelle: NLWKN)

Ursächlich für die Lage in Lilienthal waren zum einen die Hochwasserwellen aus der Wörpe und vor allem insbesondere die flächenhafte, rechtsseitige Ausuferung der Wümme. Zudem trafen die Hochwasserwellen von Wümme und Wörpe im Mündungsbereich aufeinander. Gepaart mit topographischen Zwangspunkten in diesem Gebiet wurde das Abfließen der Wellen erschwert. Verschärft wurde die Situa-

tion durch eine Serie von Sturmfluten im Weser-Ästuar, die Schließungen des Lesum-Sperrwerkes notwendig machten (BSH 2023). Häuser in überschwemmten Straßen mussten evakuiert werden.

Die Jährlichkeit am Pegel Grasberg ist bei einem HQ20 einzuordnen.

Tabelle 14: Scheitelwasserstände an den Pegeln im Flusseinzugsgebiet der Wümme beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017. In Rot: Wasserstände die innerhalb der bisherigen drei Extremwerte liegen / Quelle: NLWKN

Gewässer	Pegel	A _E [km²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017	
			HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Lauenbrück B75	248	236	236	25.12.2023 11:45	249	20.07.2002	238	22.01.2008		
Lauenbrück F	96	127	127	25.12.2023 17:15	111	22.02.2016	108	04.01.2018		
Worth	149	254	254	25.12.2023 02:30	268	19.07.2002	254	15.04.2018	254	22.01.2008
Hellwege	908	286	286	04.01.2024 22:45	308	20.07.2002	302	05.03.1979	300	31.12.1961
Grasberg	94	423	423	25.12.2023 03:45	459	11.09.2001	436	22.01.2008	431	19.07.2002

Das Hochwasser von Weihnachten/Neujahr wurde bis zum Pegel Hellwege kategorisch als mittelschweres Ereignis eingestuft. Eine erste Vorwarnung vor einem kleinen bis mittleren Hochwasser für das Einzugsgebiet der Wümme wurde am 20.12.2023 um 13:00 Uhr veröffentlicht. Die darauf folgende Veröffentlichung der Warnung vor einem kleinen bis mittleren Hochwasser erfolgte am 21.12.2023 um 10:15 Uhr. Daraufhin wurden bis einschließlich 05.01.2024 Warnlageberichte aktualisiert und veröffentlicht. Die Warnung des Flussgebietes Wümme für dieses Hochwasserereignis wurde am 10.01.2024 mittags deaktiviert.

Das Hochwasserereignis von Weihnachten/Neujahr endete am 11.01.2024 vormittags mit Sinken der Wasserstände unter Meldestufenniveau. Jedoch sorgten nachfolgende Niederschläge im Januar und Februar dafür, dass es weitere aufeinanderfolgende Hochwasserwellen in der Wümme gab. Die gesamte Hochwasserphase dauerte von Mitte November 2023 bis Ende Februar 2024. Erst am 26.02.2024 sank der Wasserstand am Hochwassermeldepegel Hellwege letztlich wieder langanhaltend unter die Meldestufe 1.

4.8 Flussgebiet der Ilmenau

Im nordöstlichen Teil von Niedersachsen liegt das Flusseinzugsgebiet der Ilmenau. Das Flussgebiet ist Teil der Lüneburger Heidelandschaft und mündet in die Elbe. Es umfasst die hydrologischen Landschaften Nord-Ost-Heide und Drawehn. Im Oberlauf nimmt die Ilmenau die Nebengewässer Gerdau und Stederau auf. Der größte Nebenfluss ist die Luhe, welche westlich parallel zur Ilmenau durch die hydrologische Landschaft Nordheide fließt und erst kurz vor der Elbe im Tide-beeinflussten Bereich in die Ilmenau mündet. Die Gesamtgröße des Flussgebietes beträgt 2.854 km². Das auf-gebaute hydrologische Modell umfasst die Ilmenau mit ihren Zuflüssen Gerdau sowie Stederau und endet kurz unterhalb des Pegels Bienenbüttel (s. Abbildung 29). Die Modellfläche beträgt 1.665 km². Wie zuvor beschrieben, mündet die Luhe erst am nördlichen Rand des Einzugsgebietes in die Ilmenau. Aufgrund des Tidegebietes und der direkt anschließenden Einmündung der Ilmenau in die Elbe, ist die Luhe als autarker Fluss anzusehen und wurde demnach nicht im hydrolo-gischen Modell berücksichtigt.

Für den Zeitraum vom 19.12.2023 bis zum 05.01.2024 fie-
len im Gebiet im Mittel 139 mm Niederschlag, lokal mehr
als 200 mm. Es regnete in diesem Zeitraum nahezu täglich.
Die Regenmengen traten lokal unterschiedlich in verteilten
Schauern mit viel Wind auf. Im Winter wurden nie zuvor sol-
che hohen Regenmengen in einer Zeitspanne von 18 Tagen
im Einzugsgebiet der Ilmenau erreicht. Nur das Sommer-Er-
eignis vom 09. bis zum 26.07.2002 übertraf mit 161 mm
innerhalb von 18 Tagen dieses Ereignis. Auch im Vergleich
der Winter-Ereignisse über sieben Tage liegt das Ereignis
2023/24 auf dem ersten Platz und ordnet sich über den Ge-
samtjahresvergleich hinter dem Ereignis von Juli 2002 auf
Platz 2 ein (2023/24: 88 mm; 2002: 111 mm).

Aufgrund dieser Niederschlagsmengen und -dauer erstreck-
te sich das Hochwasserereignis mit erstmaliger Überschrei-
tung der Meldestufe 1 und letztmaliger Unterschreitung der
Meldestufe 1 vom 21.12.2023 bis zum 07.01.2024. Durch
die Niederschlagsverteilung innerhalb dieser drei Wochen
kam es zu zwei aufeinanderfolgenden Hochwasserwellen.
Die erste Welle vom 19. bis zum 28.12.2023 war größer als

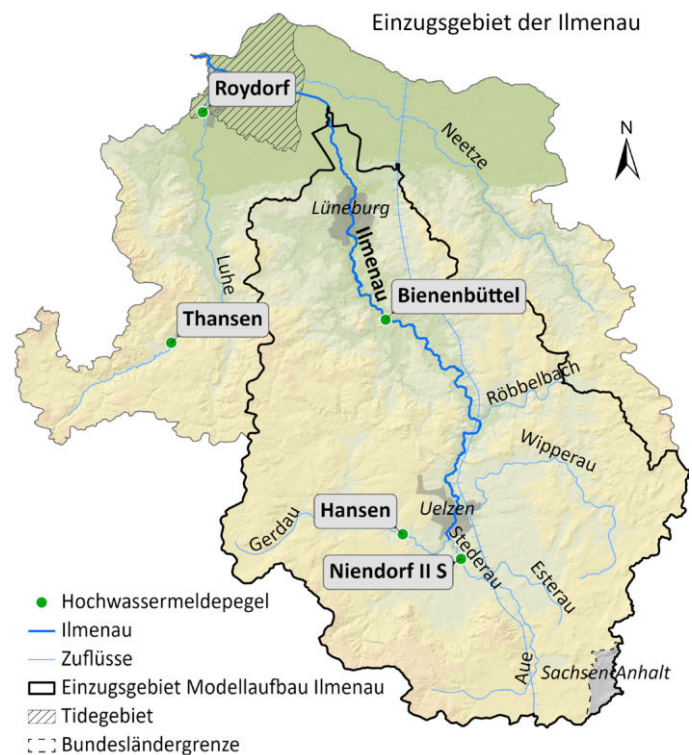


Abbildung 25: Flusseinzugsgebiet und hydrologisches Modellgebiet der Ilmenau

die zweite Welle vom 02. bis zum 10.01.2024. Bei der zwei-
ten Welle baute sich nach Erreichen der Scheitel eine kleine
Schneedecke auf, die nach kurzer Zeit ins Gewässer abfloss.
Im Gebiet der Ilmenau befinden sich fünf im Internet darge-
stellte Hochwassermeldepegel: Drei an der Ilmenau und des-
sen südlichen Zuflüssen, zwei an der Luhe. Alle Pegel lagen
bei diesem Ereignis innerhalb der Meldestufe 2, die Schwelle
zur Meldestufe 3 wurde nicht überschritten.

Am Fluss Stederau, ein Zufluss zum Oberlauf der Ilmenau,
wurde am Pegel Niendorf II S am 25.12.2023 mit 174 cm a.P.
der zweithöchste Wasserstand seit Beginn kontinuierlicher
Aufzeichnungen im Jahr 1973 erreicht (2002: 180 cm; 2008:
171 cm). Mit 174 cm a.P. lag der Pegel einen Zentimeter
unter der Schwelle zu Meldestufe 3.

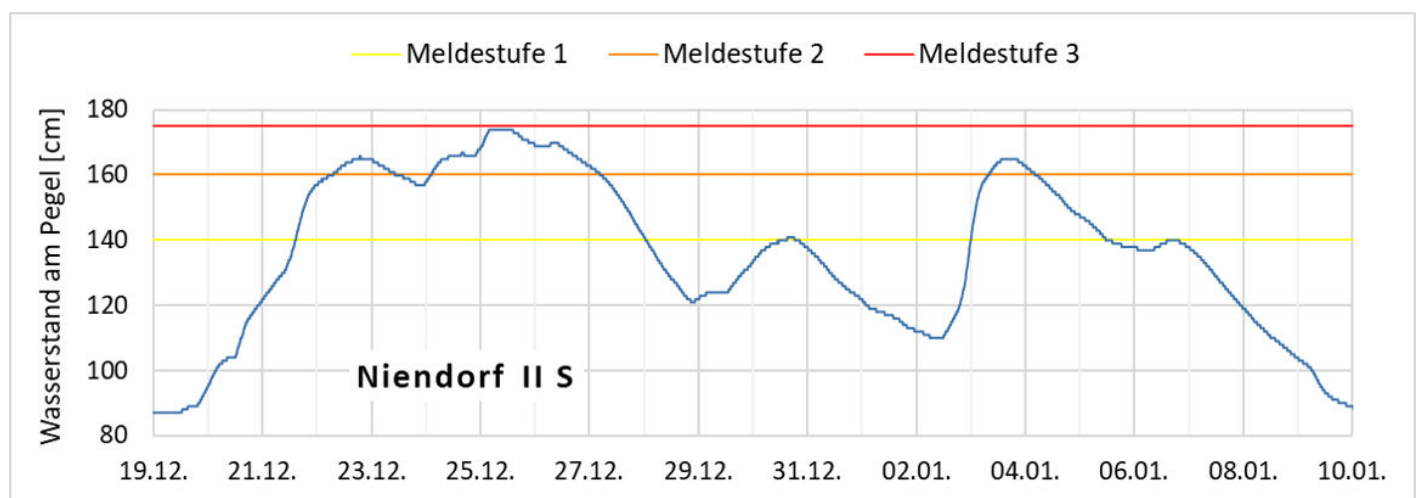


Diagramm 34: Hochwasserwellenverlauf am Pegel Niendorf II S (Stederau) im Zeitraum 19.12.2023-10.01.2024

Am Orientierungspegel für die Stadt Lüneburg (Pegel Bienenbüttel) wurde am 26.12.2023 der Scheitelwasserstand von 273 cm a.P. (Meldestufe 2) erreicht. Dieser Wert ist nach

den Hochwässern 1970 (323 cm) und 2002 (285 cm) der dritthöchste Wasserstand seit Beginn regelmäßiger Wasserstandsaufzeichnungen im Jahr 1955.

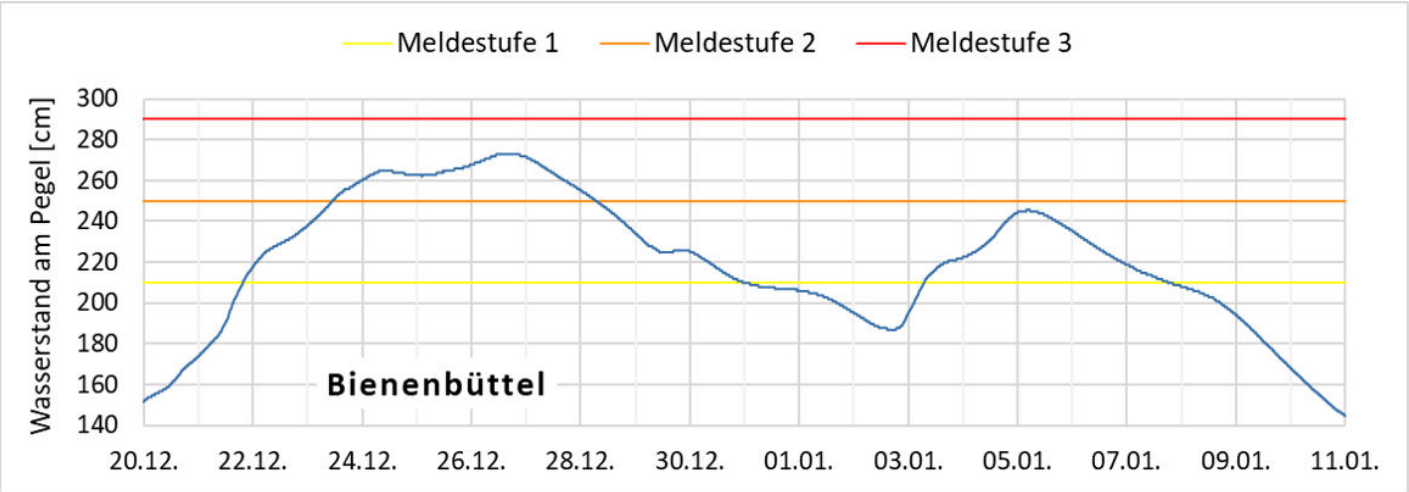


Diagramm 35: Hochwasserwellenverlauf am Pegel Bienenbüttel (Ilmenau) im Zeitraum 20.12.2023-11.01.2024

Trotz der hohen Wasserstände ist das Hochwasserereignis im Einklang mit den östlich und westlich angrenzenden Flussgebieten laut Abflussstatistik ein Ereignis, welches alle fünf Jahre eintritt (HQ5). Dieses häufige Auftreten eines solchen Hochwassers, trotz der bei diesem Ereignis außergewöhnlich

hohen Regenmengen, wird nach hydrologischen Auswertungen in Verbindung mit der ungewöhnlich langen Regendauer und den starken Winden im Einzugsgebiet gesetzt. An der Luhe handelte es sich um ein Hochwasserereignis, welches alle fünf bis zehn Jahre eintritt (HQ5 bis HQ10).

Tabelle 15: Scheitelwasserstände an den Pegeln im Flusseinzugsgebiet der Ilmenau beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017. In Rot: Wasserstände die innerhalb der bisherigen drei Extremwerte liegen / Quelle: NLWKN

Gewässer	Pegel	A _E [km²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		3. Extremwert bis 2017	
			HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Stederau	Niendorf II S	285	174	25.12.2023 03:45	180	18.07.2002	175	26.07.2017	171	22.01.2008
Gerdau	Hansen	308	210	25.12.2023 11:45	245	18.07.2002	229	28.10.1998	223	28.01.1994
Ilmenau	Bienenbüttel	1.434	273	26.12.2023 10:45	323	19.03.1970	285	20.07.2002	271	02.03.1956
Luhe	Thansen	133	117	25.12.2023 00:00	121	18.07.2002	115	22.01.2008	115	16.02.1996

Das Hochwasserereignis wurde für das Gebiet der Ilmenau kategorisch als mittelschweres Ereignis eingestuft. Warnungen der HWVZ in Form von Hochwasserlageberichten wurden vom 20. bis zum 28.12.2023 und vom 03. bis zum 07.01.2024 veröffentlicht. Damit lag für 19 Tage ein Warn-

lagebericht der HWVZ im Internet vor. In diesem Zeitraum wurden vom Regionalen Hochwassermelddienst Lüneburg des NLWKN täglich Wasserstandsmeldungen mit hydrologischen Lageeinschätzungen an die betroffenen Organe der Katastrophenschutzbehörde versendet.

4.9 Flussgebiet der Großen Aue

Die Große Aue entspringt auf der Südseite des Wiehengebirges in Nordrhein-Westfalen, fließt durch die Norddeutsche Tiefebene und mündet bei Binnen im Landkreis Nienburg (Niedersachsen) linksseitig in die Weser. Das Einzugsgebiet der Großen Aue umfasst eine Größe von rd. 1.522 km². Etwa 1 km oberhalb des Pegels Fiestel unterquert die Große Aue den Mittellandkanal. Westlich Espelkamp befindet sich u.a. der Große Aue See, der teilweise aus Niederschlagswasser und aus der Großen Aue gespeist wird. Wichtigste Zuflüsse sind rechtsseitig die Flöthe sowie die Kleine Aue und linksseitig die Sule und Siede. Der Wasserhaushalt des Einzugsgebietes wird zudem von ausgedehnten Moorflächen bestimmt, wie z.B. dem Siedener Moor, dem Hohen Moor sowie dem Uchter oder Großen Moor. Hochwassermeldestapel im Flussgebiet sind die Pegel Heide OP, Sieden (Zufluss Siede) und Steyerberg.

Der Niederschlag begann am 19.12.2023 und dauerte bis zum 05.01.2024 mit einer kurzen Pause vom 30.12.2023 bis zum 31.12.2023. In dem gesamten Zeitraum vom 19.12.2023 bis zum 05.01.2024 sind im Gebietsmittel insgesamt 151 mm gefallen (DWD, 2024). Die größten Niederschlagsmengen fielen dabei im nordwestlichen Teil des Einzugsgebietes, wo die Gesamtsumme bei rund 200 mm lag. Während dieses Ereignisses wurde die zweithöchste Winter-Niederschlagssumme (Dez., Jan., Feb.) erreicht, die seit 1931 über sieben Tage im Einzugsgebiet Große Aue gemessen wurde (DWD, 2024).

Das Hochwasserereignis an der Großen Aue dauerte vom 19.12.2023 bis zum 07.01.2024 und bestand aus zwei Wellen. Die erste Welle begann am 19.12.2023 abends mit Überschreitung der Meldestufe 1 am Hochwassermeldestapel Sieden (Zufluss Siede). Die Pegel Heide OP und Steyerberg (beide Große Aue) überschritten die Meldestufe 1 am 21.12.2023 am frühen Nachmittag. Die Niederschläge führten ab Heiligabend an allen drei Pegeln zu einer deutlichen Überschreitung der Meldestufe 2 über eine Dauer von bis zu fünf Tagen. Am Pegel Sieden (Zufluss Siede) wurde am 25.12.2023 morgens kurzzeitig die Meldestufe 3 überschritten. Die erste Welle endete am 31.12.2023 mit Sinken der Wasserstände unter Meldestufenniveau.

Die zweite Welle begann im Tagesverlauf des 02.01.2024 mit Erreichen der Meldestufe 1 an allen drei Hochwassermeldestapeln und endete am 07.01.2024 mit Unterschreitung von Meldestufe 1. Dabei wurde am 03.01.2024 erneut jeweils die Meldestufe 2 für ein bis zwei Tage überschritten.

Im Flussgebiet Große Aue hat kein Pegel einen neuen Höchstwasserstand erreicht. Der Hochwasserscheitel am Pegel Sieden (Zufluss Siede) trat am 25.12.2023 um 06:45 Uhr mit 250 cm (Meldestufe 3) ein. Der Hochwasserscheitel am Pegel Heide OP trat am 26.12.2023 um 13:30 Uhr mit 434 cm a.P. ein und lag damit nur 2 cm unter dem dritthöchsten Wert seit 1964 (436 cm, 05.03.1979). Der Hochwasserscheitel am Pegel Steyerberg erfolgte am 26.12.2023 um 10:30 Uhr (s. Abbildung 32) und belief sich auf 507 cm a.P. Er ist der zweithöchste Wasserstand seit Beginn der Messungen (1986) und liegt 7 cm unter dem Höchstwasserstand (514 cm a.P., 29.10.1998) (vgl. Tabelle 16).



Abbildung 26: Flusseinzugsgebiet der Großen Aue (grün: Niedersachsen, grau: NRW)

Tabelle 16: Scheitelwasserstände an den Pegeln im Flusseinzugsgebiet der Großen Aue beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017. In Rot: Wasserstände die innerhalb der bisherigen drei Extremwerte liegen / Quelle: NLWKN

Gewässer	Pegel	A _E [km²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		3. Extremwert bis 2017	
			HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Große Aue	Heide OP	1.016	434	26.12.2023 13:30	444	13.03.1981	443	29.10.1998	436	05.03.1979
Siede	Sieden	164	250	25.12.2023 06:45	276	28.10.1998	263	28.01.1994	260	04.03.1979
Große Aue	Steyerberg	1.446	507	26.12.2023 10:30	514	29.10.1998	497	28.01.1994	495	19.03.1994

Die Jährlichkeiten dieses Hochwasserereignisses entsprechen an allen Hochwassermeldepegeln der Großen Aue jeweils einem HQ20.

Eine Vorwarnung vor einem kleinen bis mittleren Hochwasser für das Einzugsgebiet der Großen Aue wurde am

20.12.2023 um 15:30 Uhr veröffentlicht. Die Warnung vor einem kleinen bis mittleren Hochwasser wurde am 21.12.2023 um 16:30 Uhr veröffentlicht. Daraufhin wurden bis einschließlich 04.01.2024 regelmäßig Warnlageberichte erstellt. Die Warnungen für das Flussgebiet wurden am Morgen des 07.01.2024 zurückgenommen.

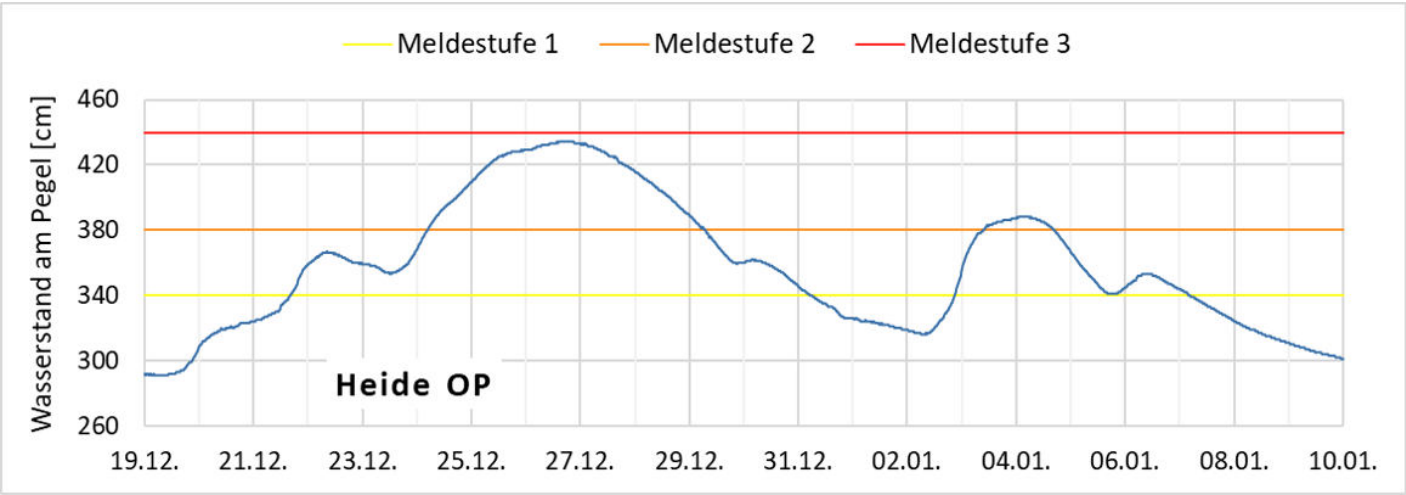


Diagramm 36: Beobachtete Wasserstandsganglinie mit Meldestufen am Pegel Heide OP an der Großen Aue vom 19.12.2023 bis 10.01.2024

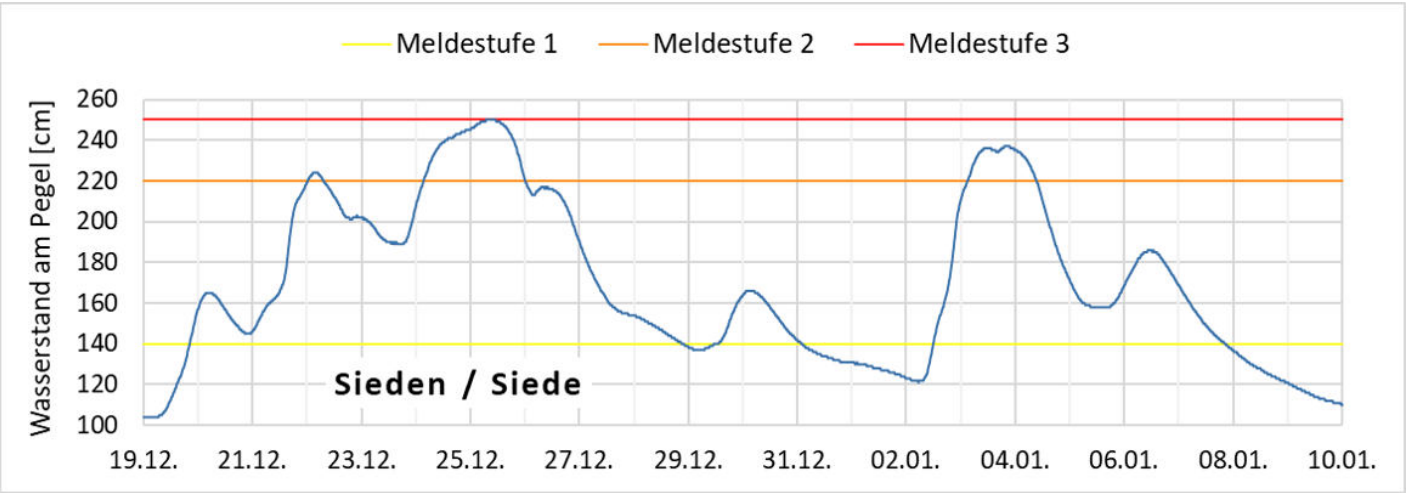


Diagramm 37: Beobachtete Wasserstandsganglinie mit Meldestufen am Pegel Sieden an der Siede vom 19.12.2023 bis 10.01.2024

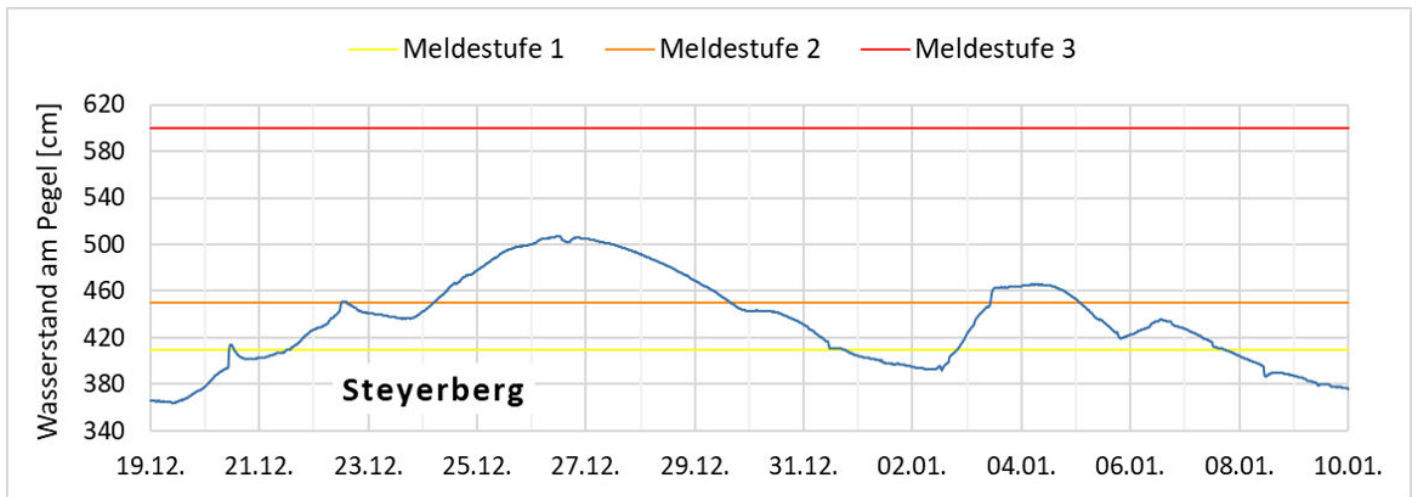


Diagramm 38: Beobachtete Wasserstandsganglinie mit Meldestufen am Pegel Steyerberg an der Großen Aue vom 19.12.2023 bis 10.01.2024

4.10 Weitere Flussgebiete in den nördlichen Landesteilen

Im Folgenden wird auch die hydrologische Situation an den Gewässern Lune, Oste, Schwinge, Este und Seeve beschrieben, welche in den nördlichen Teilen Niedersachsens, des Landes Bremen und im Hamburger Gebiet liegen. Diese Gewässer wurden beim Winterhochwasser 2023/24 durch die HWVZ mit bewarnt. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass für diese größtenteils Tide-beeinflussten Gebiete keine Vorhersageberechnungen durchgeführt werden. Die Warnungen beruhen ausschließlich auf Messwerten und Wettervorhersagen, sodass größere Unsicherheiten bestehen.

4.10.1 Flussgebiet der Lune

Das Flussgebiet der Lune liegt südöstlich von Bremerhaven zwischen der Stadt Bremervörde und der Unterweser. Die Lune entspringt südlich von Hipsted und durchfließt u.a. die Ortschaften Beverstedt und Loxstedt. Östlich von Loxstedt teilt sich das Gewässer in die Lune und Alte Lune und mündet nach einer Fließstrecke von 43 km bei Neuenlande (Lune) bzw. bei Bremerhaven (Alte Lune) ins Weserästuar. Die Größe des Einzugsgebietes beträgt 383 km². Der Hochwassermeldepegel Deelbrügge befindet sich südwestlich von Bever-

stedt. Die Abflussverhältnisse werden vor allem im Unterlauf durch Bauwerke, z.B. Siele und Schöpfwerke, anthropogen geprägt. Außerdem unterliegen die Abflussverhältnisse ungefähr ab Loxstedt Richtung stromab dem Tideinfluss aus dem Weserästuar.

Der Niederschlag begann am 18.12.2023 und dauerte bis zum 06.01.2024. In diesem Zeitraum regnete es fast ununterbrochen. An der meteorologischen Station Loxstedt fielen beispielsweise im 18-tägigen Zeitraum vom 19.12.2023 bis zum 06.01.2024 insgesamt 147 mm Niederschlag (DWD, 2024).

Das Hochwasserereignis an der Lune dauerte vom 20.12.2023 bis zum 04.01.2024 und bestand ebenfalls aus zwei Wellen. Die erste Welle begann am 20.12.2023 nachmittags mit Überschreitung der Meldestufe 1 am Hochwassermeldepegel Deelbrügge. Bereits in den frühen Morgenstunden des 21.12.2023 wurde dann die Meldestufe 2 überschritten. Die Wasserstände blieben bis zum zweiten Weihnachtsfeiertag deutlich über der Meldestufe 2. In diesem Zeitraum wurde auch zweimal kurzzeitig die Meldestufe 3 erreicht (22.12.2023 und 25.12.2023 jeweils morgens). Die erste Welle endete am 27.12.2023 mit Sinken der Wasserstände unter Meldestufenniveau.

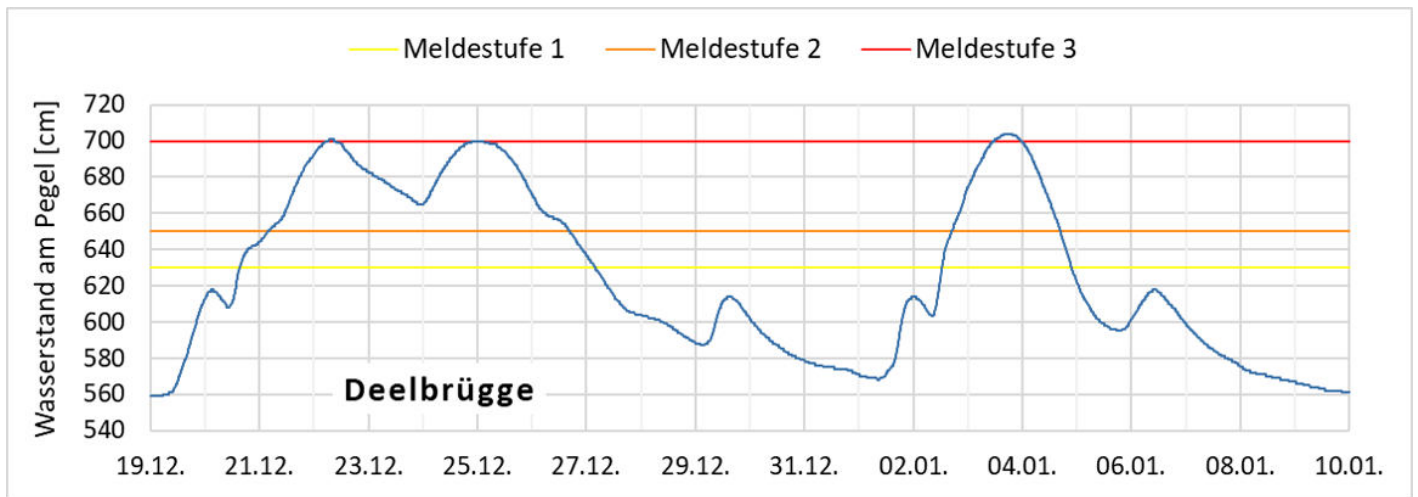


Diagramm 39: Beobachtete Wasserstandsganglinie mit Meldestufen am Pegel Deelbrügge an der Lune vom 19.12.2023 bis 10.01.2024

Die zweite Welle begann im Tagesverlauf des 02.01.2024 mit Erreichen der Meldestufe 1 am Hochwassermeldepegel Deelbrügge und endete am 04.01.2024 mit Unterschreitung von M1. Während dieser zweiten Welle wurde am 03.01.2024 nachmittags erneut für einige Stunden die Meldestufe 3 erreicht. Zu diesem Zeitpunkt trat auch der Hochwasserscheitel des Gesamtereignisses mit 704 cm a.P. ein (03.01.2024 15:30 Uhr) (vgl. Diagramm 39). Ein neuer historischer Höchstwasserstand wurde nicht erreicht. Eine Übersicht und Gegenüberstellung zu anderen Hochwasserereignissen ist Tabelle 17 zu entnehmen. Angaben zur Jährlichkeit, d.h. zur statistischen Einordnung der Wiederkehrhäufigkeit des Ereignisses, liegen für das Flussgebiet der Lune bislang noch nicht vor.

Für das Einzugsgebiet der Lune können keine Abfluss- bzw. Wasserstandsvorhersagen berechnet werden. Die Warnungen basieren daher ausschließlich auf den gemessenen Wasserständen und den Wettervorhersagen des DWD. Entsprechend wurde am 21.12.2023 um 11.30 Uhr vor einem mittleren Hochwasser gewarnt. Daraufhin wurden regelmäßig bis einschließlich 02.01.2024 Warnlageberichte erstellt. Die Warnung des Flussgebietes wurde am 05.01.2024 morgens zurückgenommen.

4.10.2 Flussgebiete der Oste

Das Flussgebiet der Oste liegt zwischen der Außenelbe und dem Wümme-Hamme-Einzugsgebiet nördlich von Königsmoor. Die Oste entspringt südlich von Tostedt (Landkreis Harburg) und durchfließt zunächst in westlicher, dann hauptsächlich in nördlicher Richtung u.a. die Ortschaften Sittensen, Zeven und Bremervörde und mündet bei Belum ins Elbeästuar. Die Oste durchfließt auf ihrer Länge von ca. 156 km vor allem Niedermoorgebiete und Wiesen. Die Größe des Einzugsgebietes bis zur Elbemündung beträgt 1.715 km². Das Pegel Einzugsgebiet des Hochwassermeldepegels Rockstedt beläuft sich auf 611 km². Die Abflussverhältnisse stromab von Rockstedt unterliegen dem Tideeinfluss aus dem Elbeästuar. An der Elbemündung befindet sich das Oste-Sperrwerk zum Sturmflutschutz.

Der Niederschlag begann am 19.12.2023 und dauerte mit wenigen Unterbrechungen bis zum 06.01.2024. An der meteorologischen Station Heeslingen-Wiersdorf, aber auch im gesamten restlichen Flussgebiet der Oste fielen in diesem Zeitraum insgesamt rund 160 mm Niederschlag (DWD, 2024). Während dieses Ereignisses wurde außerdem die höchste Winter-Niederschlagssumme (Dez., Jan., Feb.) erreicht, die seit 1931 über sieben Tage im Einzugsgebiet der Oste gemessen wurde (DWD, 2024).

Das Flussgebiet der Oste war einer sehr langen Hochwasserphase ausgesetzt. Diese dauerte von Mitte Oktober 2023 bis Anfang März 2024, mit Schwerpunkt über Weihnachten und Neujahr. Seit Oktober 2023 bis Mitte Dezember 2023 traten am Hochwassermeldepegel Rockstedt zahlreiche Meldestufenüberschreitungen auf. Mit Beginn des eigentlichen Winterhochwassers am 19.12.2023 befanden sich die Wasserstände dort noch über der Meldestufe 1.

Das Winterhochwasser an der Oste dauerte vom 19.12.2023 bis zum 13.01.2024, wobei der Wasserstand am Hochwassermeldepegel Rockstedt am 13.01.2024 immer noch nicht gänzlich unter Meldestufenniveau gesunken war. Durch die hohe Vorfüllung des Gewässers stiegen die Wasserstände am Pegel Rockstedt mit Einsetzen der Niederschläge bereits am Abend des 20.12.2023 über die Meldestufe 2 und in der Nacht auf den 22.12.2023 über die Meldestufe 3. Der Hochwasserscheitel trat am 25.12.2023 um 06:30 Uhr mit 926 cm a.P. ein. Dies ist der dritthöchste Wasserstand, der seit 1960 am Pegel Rockstedt registriert wurde. Die Meldestufe 3 wurde bis einschließlich dem 27.12.2023 deutlich überschritten. Nach einem kurzzeitigen Absinken bis kurz über die Meldestufe 2 stieg der Wasserstand am 03.01.2024 morgens erneut für über zwei Tage über die Meldestufe 3, blieb aber unter dem Wert vom ersten Weihnachtsfeiertag. Erst am 09.01.2024 fiel der Wasserstand wieder unter die Meldestufe 2.

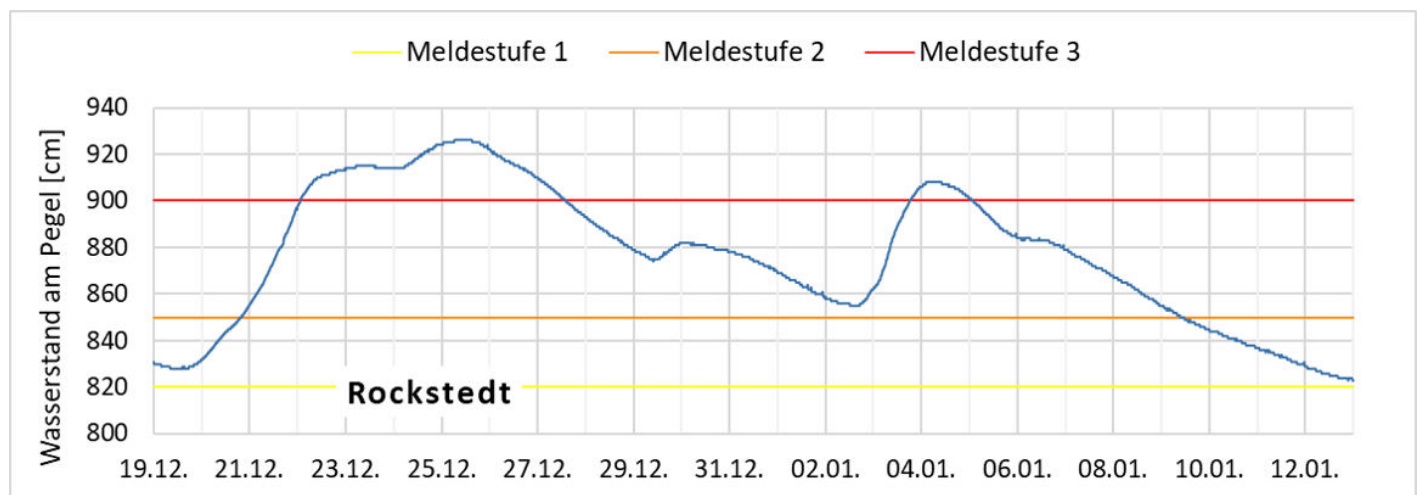


Diagramm 40: Beobachtete Wasserstandsganglinie mit Meldestufen am Pegel Rockstedt an der Oste vom 19.12.2023 bis 13.01.2024

Ein neuer historischer Höchstwasserstand wurde während des Hochwasserereignisses nicht erreicht. Tabelle 17 zeigt eine Übersicht der Scheitelwasserstände und sowie eine Gegenüberstellung zu anderen Hochwasserereignissen.

Aufgrund von weiteren Niederschlägen blieb der Pegel Rockstedt bis zum 01.03.2024 über Meldestufenniveau. Angaben zur Jährlichkeit, d.h. zur statistischen Einordnung der Wiederkehrhäufigkeit des Ereignisses, liegen für das Flussgebiet der Oste noch nicht vor.

Für das Einzugsgebiet der Oste können keine Abfluss- bzw. Wasserstandsvorhersagen berechnet werden. Die Warnungen basieren daher ausschließlich auf den gemessenen Wasserständen und den Wettervorhersagen des DWD. Entsprechend wurde am 21.12.2023 um 11:30 Uhr vor einem großen Hochwasser im Flussgebiet Oste gewarnt. Daraufhin wurden bis einschließlich 05.01.2024 regelmäßig Warnlageberichte erstellt. Die Warnung des Flussgebietes wurde am 09.01.2024 morgens zurückgenommen.

4.10.3 Flussgebiete Schwinge, Este und Seeve

Die Flussgebiete der Schwinge, Este und Seeve liegen im nordöstlichen Niedersachsen linksseitig der Elbe. Die Schwinge entspringt im Hohen Moor bei Mulsum und durchfließt auf einer Länge von knapp 30 km die Stader Geest, Auewälder und Wiesenlandschaften, die Hansestadt Stade und mündet bei Stadersand in die Elbe. Die Einzugsgebietsgröße beträgt 213 km². Der Hochwassermeldepegel ohne Tideeinfluss ist der Pegel Schwinge südöstlich von Stade.

Die Este entspringt in der Lüneburger Heide bei Schneverdingen. Ihr Einzugsgebiet umfasst 364 km² auf einer Fließlänge von ca. 60 km. Sie durchfließt u.a. die Ortschaften Hollenstedt, Jork und Buxtehude und mündet im Hamburger Stadtgebiet bei Cranz in die Elbe. Der Tideeinfluss aus der Elbe gelangt ungefähr bis in den Bereich bei Buxtehude. Der Hochwassermeldepegel Emmen liegt nördlich von Hollenstedt. Schwinge und Este können jeweils durch Sperrwerke vor Sturmfluten geschützt werden.

Das Quellgebiet der Seeve liegt ebenfalls in der Lüneburger Heide. Die Seeve durchfließt auf einer Länge von ca. 42 km die Orte Holm, Maschen bzw. Seevetal und mündet über ein Siel bei Stelle in die Elbe. Der Hochwassermeldepegel Jehrden befindet sich bei Seevetal. Das Einzugsgebiet der Seeve hat eine Größe von ca. 471 km².

Der Niederschlag begann am 18.12.2023 und dauerte bis zum 06.01.2024. In diesem Zeitraum regnete es fast ununterbrochen. An den meteorologischen Stationen Tostedt-Todtglüsing, Heeslingen-Wiersdorf sowie Jork-Moorende, welche in Nachbarschaft zu den genannten Flussgebieten liegen, fielen in diesem Zeitraum insgesamt zwischen rund 150 bis 170 mm Niederschlag (DWD, 2024).

Das Hochwasserereignis lief in den drei Flussgebieten in mehreren Wellen ab, zwischen denen die Wasserstände immer wieder kurzzeitig unter Meldestufenniveau sanken. Die Meldestufe 3 wurde an keinem der Hochwassermeldepegel erreicht.

Am Hochwassermeldepegel Schwinge (Schwinge) begann die erste Welle vom 21.12.2023 morgens mit Überschreitung der Meldestufe 1. Die Meldestufe 2 wurde in der Nacht auf den 22.12.2023 erreicht. Die Wasserstände fielen erst in der Nacht auf den 28.12.2023 wieder unter M1. Die zweite Welle dauerte vom Abend des 02.01.2024 bis zum Morgen des 06.01.2024. In dieser zweiten Welle wurde für rund eineinhalb Tage erneut die Meldestufe 2 überschritten. Der Hochwasserscheitel für das Gesamtereignis trat am Pegel Schwinge am 24.12.2023 um 22:00 Uhr mit 273 cm a.P. ein (vgl. Diagramm 41).

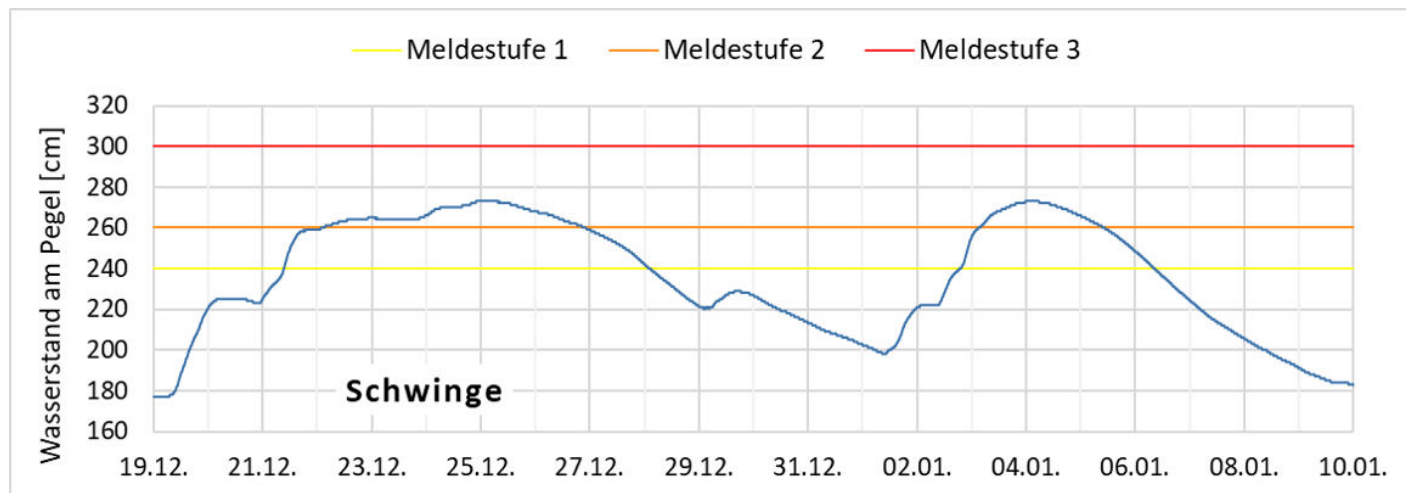


Diagramm 41: Beobachtete Wasserstandsganglinie mit Meldestufen am Pegel Schwinge an der Schwinge vom 19.12.2023 bis 10.01.2024

In den Flussgebieten Este und Seeve lief das Hochwasserereignis zeitlich recht ähnlich und in mehreren Wellen ab, zwischen denen jeweils die Wasserstände wieder kurzzeitig unter Meldestufenniveau sanken. An den beiden Hochwassermeldepegeln Emmen (Este) und Jehrden (Seeve) wurde die erste Welle vom 21.12.2023 bis zum 23.12.2023, die zweite Welle vom 23./24.12.2023 bis zum 25.12.2023 und die dritte Welle vom 03.01.2024 bis zum 04.01.2024 regis-

triert. Bei diesen Wellen wurde jeweils an beiden Pegeln die Meldestufe 2 für mehrere Stunden überschritten. Der Hochwasserscheitel des Gesamtereignisses trat am Pegel Emmen (Este) während der zweiten Welle am 25.12.2023 um 02:15 Uhr mit 216 cm a.P. sowie am Pegel Jehrden (Seeve) am 22.12.2023 um 09:00 Uhr mit 137 cm a.P. während der ersten Welle ein.

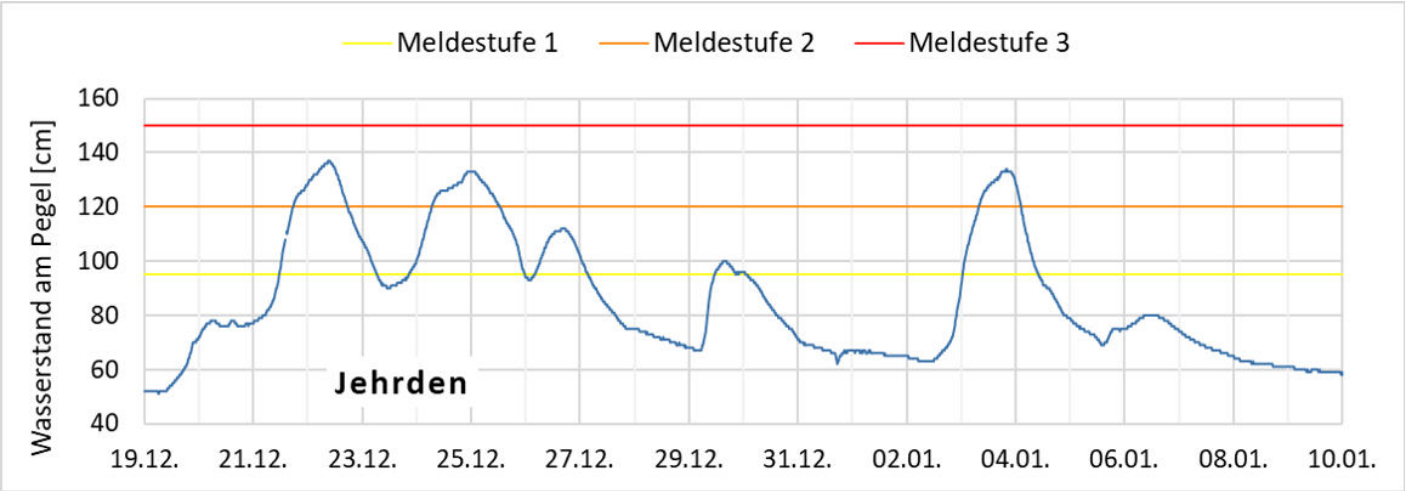


Diagramm 42: Beobachtete Wasserstandsganglinie mit Meldestufen am Pegel Jehrden an der Seeve vom 19.12.2023 bis 10.01.2024

In den Flussgebieten Schwinge, Este und Seeve wurden keine neuen historischen Höchstwasserstände erreicht. Eine Übersicht der Scheitelwasserstände und eine Gegenüberstellung zu anderen Hochwasserereignissen ist in Tabelle 17 zu finden.

Die Jährlichkeiten dieses Hochwasserereignisses sind an der Este und Seeve bei einem HQ5 einzuordnen. Angaben zu den Jährlichkeiten an der Schwinge liegen noch nicht vor. Für die Einzugsgebiet der Schwinge, Este und Seeve können keine Abfluss- bzw. Wasserstandsvorhersagen berechnet

werden. Die Warnungen basieren daher ausschließlich auf den gemessenen Wasserständen und den Wettervorhersagen des DWD. Die erste Hochwasserwarnung für die Flussgebiete Schwinge, Este und Seeve wurde am 21.12.2023 um 12:30 Uhr veröffentlicht. Am 22.12.2023 um 16:30 Uhr wurde die Warnung vor einem großen Hochwasser herausgegeben. Daraufhin wurden für die Flussgebiete regelmäßig bis einschließlich 05.01.2024 Warnlageberichte erstellt bzw. die Warnungen in die Berichte für das niedersächsische Binnenland mitaufgenommen. Die Hochwasserwarnung wurde am 09.01.2024 morgens zurückgenommen.

Tabelle 17: Scheitelwasserstände an den Pegeln der Flusseinzugsgebiete in den nördlichen Landesteilen beim Hochwasser 2023/24 im Vergleich mit Hochwasserextremen bis einschließlich 2017 (*bis 2016). In Rot: Wasserstand der innerhalb der bisherigen drei Extremwerte am Pegel liegt 7 Quelle: NLWKN

Gewässer	Pegel	A _E [km²]	Hochwasser 2023/24		1. Extremwert bis 2017		2. Extremwert bis 2017		3. Extremwert bis 2017	
			HW [cm]	Zeitpunkt in [MEZ]	HHW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum	HW [cm]	Datum
Deelbrügge	Lune	98	704	03.01.2024 15:30	742	12.09.2001	742	04.03.1979	726	22.01.2008
Rockstedt	Oste	611	926	25.12.2023 06:30	938	22.01.2008	932	20.07.2002	920	12.09.2001
Schwinge	Schwinge	61	273	24.12.2023 22:00	330*	19.07.2002	315*	30.12.1978	314*	19.03.1970
Emmen	Este	184	216	25.12.2023 02:15	268	01.07.2002	244	01.01.2008	236	01.02.2011
Jehrden	Seeve	408	137	22.12.2023 09:00	173	19.03.1970	170	22.01.2008	164	07.02.2011

4.10.4 Flussgebiet Leda, Jümme

Das Flussgebiet der Leda als nördlicher Nebenfluss der Ems mit dem Hauptzufluss Jümme befindet sich in den Landkreisen Cloppenburg, Emsland, Ammerland und Leer überwiegend in der ostfriesisch-oldenburgischen Geest im Nordwesten Niedersachsens. Die Leda mündet bei Unterems-Kilometer 14 in die Ems. Im Unterlauf steht das Flussgebiet der Leda im Einflussbereich der Tide. Im Einzugsgebiet der Leda befindet sich an der Soeste die landeseigene Talsperre Thülsfeld (s. Kapitel 5.1.1).

Das Flussgebiet war ebenfalls von großflächigen Überflutungen und hohen Wasserständen betroffen, die als Folge der überdurchschnittlich hohen Niederschläge resultierten. Ein verschärfender Einflussfaktor auf die Hochwassersituation war die Sturmaktivität durch Tief Zoltan, die zu einer schweren Sturmflut sowie einem seltenen Windstau führte, der nur ca. einmal in 10 Jahren gemessen wird. Das Tideniedrigwasser war um rund 3,30 m erhöht, wodurch eine zwischenzeitliche Entlastung ausblieb.

Im Landkreis Leer kam es unter anderem in den Gemeinden Rhaderfehn und Ostrhaderfehn örtlich zu aufgeweichten Deichen, sodass diese durch Sandsäcke stabilisiert und gesichert wurden. In Hollen in der Gemeinde Uplengen drohte ein Deich durch den Druck des Hochwassers an manchen Stellen zu brechen und musste stabilisiert werden. Mögliche Evakuierungen standen zwischenzeitlich zur Diskussion, mussten aber nicht durchgeführt werden.

Im Leda-Jümme-Gebiet mussten alle unregelmäßig und geregelten Polder geflutet werden, der Abschlag aus dem Zwischenahner Meer gedrosselt und das Ledaschöpfwerk für längere Dauer betrieben werden. Das Ledasperrwerk wurde bereits mehrere Tage vor Eintreffen des Sturmtiefs und anschließend für eine Dauer von drei Wochen im Sielbetrieb gefahren.

Im Flussgebiet von Leda und Jümme befinden sich Bundespegel der WSV und gewässerkundliche Landespegel. Ein Hochwasservorhersagemodell existiert nicht. Hochwasserwarnungen wurden auf dem NLWKN Pegelportal während des Hochwassers nicht veröffentlicht. Der RHWD des NLWKN Aurich beriet jedoch während des Hochwassers den Leda-Jümme-Verband mit täglichen Abschätzungen zum Hochwasserverlauf und Hinweisen zum Einsatz des Ledaschöpfwerks und der Entlastungspolder.

Die Auswertungen der gewässerkundlichen Pegel des NLWKN sind noch nicht final abgeschlossen. Erste Erkenntnisse zeigen für den Unterlauf der Leda, dass das Hochwasser über Weihnachten in Bezug auf den Parameter Abfluss in Kombination mit dem Windstau ein Ereignis war, welches seltener als einmal in 25 Jahren eintritt.

5. Stauanlagen und Steuerungsmanagement

Den Stauanlagen in Niedersachsen kam eine besondere Bedeutung bei dem Hochwasserereignis zu. Insgesamt waren über 70 Stauanlagen, die der Aufsicht des NLWKN unterliegen, vom Hochwasser betroffen, sodass auch die Talsperrenaufsichtsbehörde in voller Personalstärke im Einsatz war. Erste interne Kontakte und nachfolgende Entscheidungen zur Steuerung der Stauanlagen insbesondere in Südniedersachsen wurden zwischen den Stauanlagenbetreibern und der Talsperrenaufsicht bereits in der Woche vor dem Hochwasserereignis getroffen.

Zu Weihnachten begann eine Phase der mindestens täglichen Abstimmungen zwischen der Talsperrenaufsicht und den Talsperrenbetreibern zur Bewertung der Situation und Entscheidung über die Hochwasserbetriebsweisen der Stauanlagen. Während des gesamten Ereignisses sind die auf den DWD-Wettermodellvorhersagen berechneten hydrologischen Zuflussvorhersagen bei der Steuerung der Stauanlagen berücksichtigt worden.

In den veröffentlichten Hochwasservorhersagen wurden die an den Stauanlagen geplanten und getätigten Anpassungen der Unterwasserabgaben berücksichtigt.

Diese optimierte Steuerung hatte maßgeblich dazu beigetragen, dass die Scheitel der Hochwasserwellen an den Flussläufen unterhalb der Stauanlagen gekappt werden konnten. Weitere neue Rekordwasserstände wären ohne diese effiziente Zusammenarbeit und optimierte Steuerung der Stauanlagen nicht ausgeschlossen gewesen.

Nachfolgend werden der Betrieb und etwaige Besonderheiten an einigen ausgewählten Stauanlagen dargestellt.

5.1 Stauanlagen im westlichen Niedersachsen

5.1.1 Talsperre Thülsfeld

Die zwischen Cloppenburg und Friesoythe gelegene Talsperre Thülsfeld fasst das bis zum Auslaufbauwerk rd. 133 km² große Einzugsgebiet der Soeste (Zufluss zur Jümme), in dessen Hauptschluss die Anlage errichtet ist.

Der Einstaubetrieb der Talsperre Thülsfeld begann am 10.12.2023 mit Überschreiten des maßgeblichen Beckenwasserstandes. Zu dem Zeitpunkt befand sich die Talsperre plangemäß im Winterstau und verfügte durch den damit verbundenen geringeren Beckenwasserstand um einen etwa 1,3 Millionen m³ größeren Rückhalteraum als im Sommer.

Der Betrieb der landeseigenen Talsperre erfolgte insbesondere unter Berücksichtigung der jeweils aktuellen wasserwirtschaftlichen und meteorologischen Prognosen mit Unterwasserabgaben von 2,5 m³/s bzw. 4 m³/s entsprechend der Betriebsvorschrift.

Während des Einstaus wurde am 07.01.2024 einer der höchsten in der Talsperre gemessenen Wasserstände verzeichnet. Das Gesamtspeichervolumen lag dabei bei rd. 5,5 Millionen m³.

Aufgrund der anhaltenden nassen Phase und des Wasserdargebotes in der Talsperre wurde der Betriebszustand „Hochwasserfreier Betrieb“ bis zum Zeitpunkt des Wechsels vom Winter- auf den Sommerstau Ende Februar 2024 nicht mehr erreicht.

Regelmäßige Kontrollen und Messungen - in Abhängigkeit z.B. vom Beckenwasserstand auch in engeren Abständen - stellten den ordnungsgemäßen Anlagenbetrieb an allen Anlagen sicher.

5.1.2 Hochwasserrückhaltebecken Alfhausen-Rieste

Nördlich von Osnabrück befindet sich das landeseigene Hochwasserrückhaltebecken Alfhausen-Rieste im Nebenschluss der Hase. Über ein Verteilerbauwerk in der Hase wird ankommendes Wasser in die (Tiefe) Hase abgeschlagen bzw. über den Zuleiter dem Hauptbecken, an das sich das Reservebecken anschließt, zugeführt. Unterhalb des Reservebeckens vereinen sich der Ableiter aus dem Becken und die Hase. Das Einzugsgebiet umfasst rd. 704 km² (bis zum Ableiter zur Hase).

Um die Hochwasserwellen zwischenzuspeichern bzw. gezielt zu dämpfen, begann am 21.12.2023 der Einstaubetrieb des Hochwasserrückhaltebeckens mit Überschreiten des maßgeblichen Beckenwasserstandes im Hauptbecken entsprechend der Betriebsvorschrift.

Bereits kurz nach Einstaubeginn zeigten die jeweils aktuellen wasserwirtschaftlichen und meteorologischen Prognosen, dass ein Vollstau des Hochwasserrückhaltebeckens mit einem Anspringen der Hochwasserentlastungsanlage und damit verbundenen höheren Unterwasserabgaben als im Regelbetrieb, im weiteren Verlauf des Ereignisses nicht auszuschließen war.

Die Steuerung des Beckens erfolgte vorausschauend unter kritischer Berücksichtigung der aktuellen wasserwirtschaftlichen und meteorologischen Gesamtsituation, um den Rückhalteraum des Beckens nicht vermeidbar zu belasten und zielgerichtet im Sinne des Hochwasserschutzes für die Unterlieger zu bewirtschaften.

In der Nacht vom 25. auf den 26.12.2023 wurde mit dem Einstau des Reservebeckens begonnen.

Am 04.01.2024 ließen die Prognosen erstmals eine Reduzierung der Unterwassergabe aus dem Hochwasserrückhaltebecken während dieses Einstauereignisses zu. Über die reduzierte Abgabemenge hinausgehende Zuflüsse konnten weiterhin sicher zurückgehalten und zeitverzögert unter weiterer Berücksichtigung der Unterwassersituation abgegeben werden. Die Reduzierung der Unterwasserabgabe wurde am selben Tag vorgenommen.

Das Einstauereignis war nach fast einem Monat am 18.01.2024 beendet; Unterwasserabgaben über die Hochwasserentlastung waren nicht erforderlich.

Im Maximum war das Hochwasserrückhaltebecken mit knapp 16 Millionen m³ Wasser gefüllt (28.12.2023) und hatte erfolgreich zu einer Entlastung der Unterwassersituation beigetragen. Während des Ereignisses lag der maximale Zufluss bei etwa 60 m³/s, die maximale Abgabe aus dem Becken bei etwa 40 m³/s.

5.1.3 Hochwasserrückhaltebecken Delmenhorst

Der Ochtumverband betreibt zum Schutz der Stadt Delmenhorst das Hochwasserrückhaltebecken Delmenhorst an der Delme mit einem gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum von rd. 1,8 Millionen m³ und einem Einzugsgebiet von 108 km². Nach der talsperrenaufsichtlichen Trockenabnahme und Zulassung für den Probestau im Februar 2015 konnte die erste Probestauetappe (rd. 600.000 m³) planmäßig und erfolgreich im November 2015 abgeschlossen werden. Seither gab es keinen weiteren Einstau der Anlage.

Ganz anders stellte sich nun die Situation ab Herbst 2023 dar; die Monatsniederschläge im Einzugsgebiet der Delme lagen von Oktober bis Dezember jeweils deutlich über dem langjährigen Monatsmittel. Dies führte bereits im November und Mitte Dezember zu kleineren Einstauereignissen mit zurückgehaltenen Stauvolumina von jeweils $\leq 200.000 \text{ m}^3$.

Im Zuge des Weihnachtshochwassers erfolgte dann vom 22. bis 30. Dezember das bisher größte Einstauereignis des Hochwasserrückhaltebeckens Delmenhorst mit rd. 1,17 Millionen m³. Der Zuflusspegel Holzkamp/Delme mit einem Einzugsgebiet von 103 km² erreichte in der Nacht zum 1. Weihnachtsfeiertag den zweithöchsten Wasserstandsscheitelwert seit Beginn der Aufzeichnung.

Der Spitzenzufluss zum Hochwasserrückhaltebecken betrug über 16 m³/s und ist als HQ20 einzuordnen. Unter Einhaltung der Regelabgabe von 9 m³/s als schadloser Abfluss für Delmenhorst konnte eine sehr gute Hochwasserschutzwirkung für Delmenhorst erzielt werden.

Das Ereignis zeigt aber auch, dass nicht ein extremer Spitzenabfluss zum bisher größten Einstau der Anlage führte, sondern ein großes Abflussvolumen infolge der Vorbedingungen.

Zudem konnten im Zuge des Ereignisses wertvolle Erkenntnisse im Hinblick auf Betrieb, Unterhaltung und Überwachung und folglich auf die Sicherheit der Anlage gewonnen werden.

Ein weiteres Einstauereignis Anfang Januar 2024 zeigt allerdings auch, dass eine kurze Abfolge von Hochwasserereignissen hohe Anforderungen an die Personalausstattung stellt, gerade auch bei Anlagen mit vielen Betriebs- und Kontrollpunkten für die messtechnische und visuelle Bauwerksüberwachung. Das Hochwasserrückhaltebecken Delmenhorst verfügt über mehrere Auslaufbauwerke zur Steuerung der Regelabgabe und Hochwasserentlastung sowie über fünf Kilometer Dammstrecke.

5.2 Stauanlagen im südlichen Niedersachsen

5.2.1 Hochwasserrückhaltebecken Salzderhelden

Das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Salzderhelden an der Leine im Landkreis Göttingen hat eine Einzugsgebietsgröße von 2.200 km². Die Zuflüsse kommen aus dem Oberlauf der Leine und aus der Rhume im Südwesttharz.

Das Weihnachtshochwasser verlief vom 21.12.2023 bis zum 08.01.2024 mit einem Abfluss $> 80 \text{ m}^3/\text{s}$ (siehe rote, gestrichelte Zuflusslinie in Diagramm 44). Zunächst floss dem HRB am 21.12. und 22.12.2023 eine erste Hochwasserwelle zu, auf die nach einem kurzzeitigen Absinken des Zuflusses eine zweite Hochwasserwelle mit großem Spitzenabfluss, aber vor allem großer Dauer und damit rekordverdächtig großer Wassermenge folgte.

Beim Eintreffen der ersten, in der Spitze über 200 m³/s großen Hochwasserwelle am Mittag des Donnerstags, 21.12.2023, begann der NLWKN, wie im Betriebsplan vorgesehen, mit der Füllung des HRB Salzderhelden.

Durch die mehrfach täglich generierten Wetter- und Abflussvorhersagen war bereits frühzeitig abzusehen, dass nach einem kurzen Absinken eine zweite, höhere und vor allem deutlich voluminösere Hochwasserwelle folgen würde, die das Speichervolumen des HRB deutlich überschritt (vgl. Diagramm 42).

Deshalb wurde die Abgabe von Wasser aus dem HRB in den flussabwärtsgelegenen Flussabschnitt ab Freitag, 22.12.2023, von 80 m³/s auf 160 m³/s erhöht, damit sich das HRB nicht zu früh füllte und genügend Speicherraum für den Scheitel der zweiten Welle frei blieb. Diese Erhöhung der Unterwasserabgabe erfolgte tagsüber und erst nach vorheriger Warnung, um allen Unterliegern eine rechtzeitige Reaktion bei Tageslicht zu ermöglichen. Dabei behielt der NLWKN auch die Abflussentwicklung der unterhalb von Salzderhelden einmündenden Gewässer im Blick. Hierbei wurden insbesondere die Ilme, die Einbeck durchfließt, die Innerste bei Sarstedt und die etwas kleinere Gande berücksichtigt.

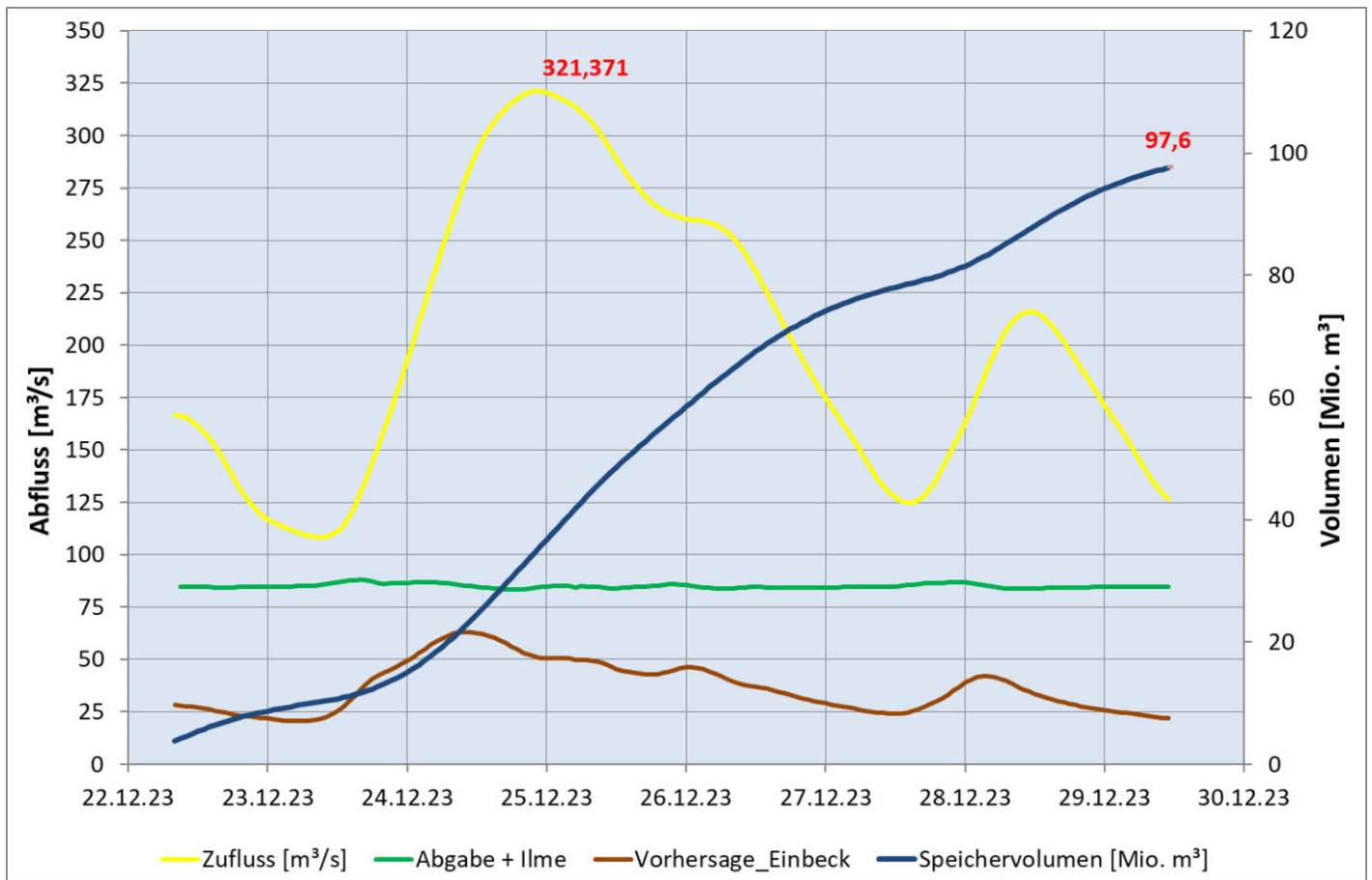


Diagramm 43: Vorhersagedaten vom 22.12.2023 mit einer Unterwasserabgabe von 85 m³/s

Infolge neuerlicher Regenfälle und entsprechend verschärfender Zuflussprognosen wuchs das erwartete Wellenvolumen weiter, sodass die Abgabe ins Unterwasser am Sonntag, 24.12.2023 (200 m³/s) und am Dienstag, 26.12.2023, bis auf 250 m³/s erhöht werden musste. Der Spitzenzufluss

in das Becken lag am 24.12.2023 bei ca. 340 m³/s. Die hohen Zuflussmengen hielten sich bis zum 27./28.12.2023. Die Verantwortlichen entschieden, auch den sog. außergewöhnlichen Rückhalteraum zu nutzen und – erstmals seit der Inbetriebnahme 1994 den Polder V zu fluten.

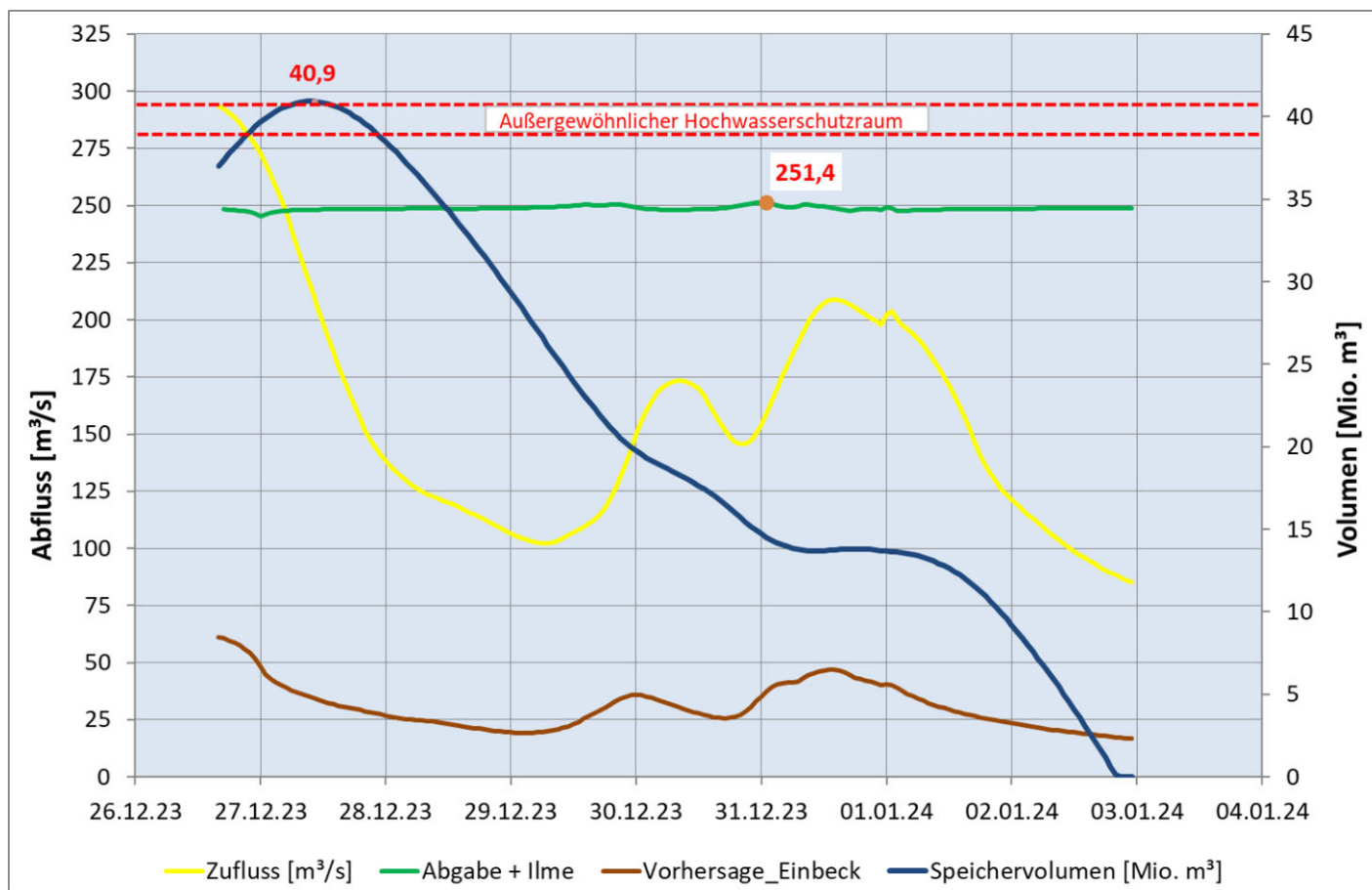


Diagramm 44: Vorhersagedaten vom 26.12.2023 (18:00 Uhr) mit einer Unterwasserabgabe von 250 m³/s

Am 27.12.2023 erreichte das Becken mit 110,8 % seinen maximalen Füllgrad: gut 40,8 Millionen m³ Wasser waren zu diesem Zeitpunkt im HRB zurückgehalten, was in etwa einem Fassungsvermögen der größten Harztalsperren in Niedersachsen entspricht. So konnte der zugeflossene Spitzenabfluss von ca. 340 m³/s zur Entlastung der Unterlieger um rd. 25 % auf 250 m³/s gesenkt werden. Maßgeblich für den außergewöhnlichen Einstau war allerdings weniger der Spitzenzufluss, sondern das erhebliche Hochwasserwellenvolumen, das im Zuge des Ereignisses auf über 100 Millionen m³ prognostiziert wurde.

Modellrechnungen, die im Nachgang des Hochwasserereignisses erfolgten, ergaben, dass durch die optimierte Steuerung des HRBs Salzderhelden (abweichend vom Betriebsplan) der Wasserstand am Pegel Poppenburg/Leine um ca. 40 cm und am Pegel Herrenhausen/Leine um ca. 25 cm gesenkt werden konnte. Die Modellrechnungen ergaben außerdem: Wäre das HRB gemäß Betriebsplan gesteuert worden, wäre

das HRB bereits in der Nacht auf den 25.12.2023 voll gewesen. Ein Zurückhalten der anstehenden Zuflusswellen zum Schutz der Unterlieger wäre dann nicht mehr möglich gewesen, alle Zuflüsse hätten vollständig in den Unterlauf abgegeben werden müssen.

Ab dem 29.12.2023 konnte mit abnehmendem Zufluss zur Entlastung der Unterlieger die Unterwasserabgabe auf 200 m³/s reduziert werden. Diese Entlastung konnte durch die gute Entleerung des Beckens fortgesetzt werden, obwohl weitere Hochwasserspitzen auf relativ hohem Niveau in den Zulauf gelangten. So konnte die Unterwasserabgabe am 01.01.2024 zunächst auf 160 m³/s und einen Tag später auf 150 m³/s gesenkt werden. Ab dem 05.01.2024 war eine deutliche Abnahme der zufließenden Wassermengen zu verzeichnen, sodass die Abgabe schrittweise auf 100 m³/s reduziert werden konnte. Am Abend zum 11.01.2024 konnte der Einstau erfolgreich beendet werden.

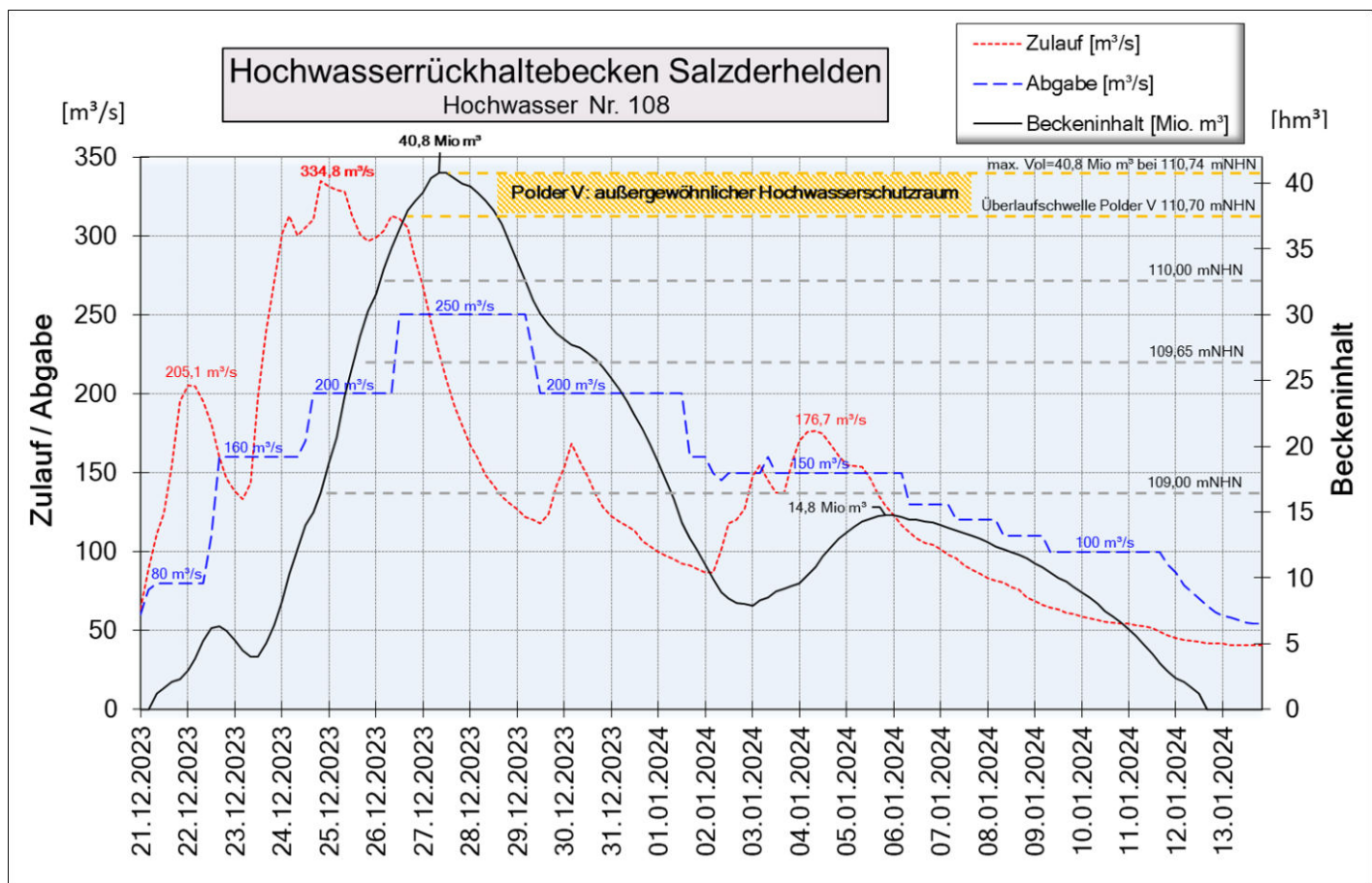


Diagramm 45: HRB Salzderhelden beim Hochwasser 2023/24 mit Zulauf, Ablauf und Beckeninhalt gemäß Betriebsvorschrift HRB Salzderhelden (Quelle: NLWKN, Betriebsvorschrift HRB Salzderhelden)



Abbildung 27: Vollstau im Hochwasserrückhaltebecken Salzderhelden am 27.12.2023 bei Einbeck (Landkreis Northeim) (Quelle: NLWKN, Radon)

5.2.2 Hochwasserrückhaltebecken Rhüden

Im Raum Seesen befindet sich das Hochwasserrückhaltebecken Rhüden an der Nette, einem Nebengewässer der Innerste.

Das vom Ausbauverband Nette betriebene Hochwasserrückhaltebecken verfügt über einen gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum von rd. 340.000 m³. Das Einzugsgebiet der Nette beträgt an der Sperrenstelle 62 km². Die Steuerung des Hochwasserrückhaltebeckens erfolgt dergestalt, dass zum Schutz der Ortslage Rhüden ein Wasserstand am dortigen Pegel Groß Rhüden in der Nette von 2,80 m (Meldestufe 3) möglichst nicht überschritten wird. Das Einzugsgebiet am Pegel beträgt 125 km². Die Größe des verfügbaren Hochwasserrückhalteraaumes ist in Bezug auf die Einzugsgebietsgröße im Bereich der zu schützenden Ortslage nicht optimal.

Aus diesem Grund wurden weitere Hochwasserschutzmaßnahmen im Gebiet projektiert. Ein Ausbau der Nette in der Ortslage ist zwischenzeitlich in der Ausführung: ein Hochwasserrückhaltebecken bei Bornhausen an der Schildau, einem Nebengewässer der Nette, wurde planfestgestellt.

Ungeachtet dessen konnte das Hochwasserrückhaltebecken Rhüden im Zuge des Weihnachtshochwassers die Bedeutung für den Hochwasserschutz unter Beweis stellen. Obwohl der Vollstau erreicht und durch planmäßigen Betrieb der Hochwasserentlastungsanlage in außergewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum eingestaut wurde, konnten größere Schäden in der Ortslage vermieden werden. Die auflaufende und auch die ablaufende Welle (Berücksichtigung der Vorlandentwässerung) wurde teils in Handbetrieb in enger Abstimmung zwischen der Betriebsleitung des Betreibers und der Talsperrenaufsicht bewirtschaftet.

Für eine optimierte Hochwasserschutzwirkung sind für die Zukunft zwei Aspekte hervorzuheben: Es muss sichergestellt werden, dass einerseits der Abflussquerschnitt, der im Zuge des Ausbaus der Nette in Rhüden hergestellt wird, auf Dauer entsprechend unterhalten wird, und andererseits die Verbundbewirtschaftung des bestehenden Hochwasserrückhaltebeckens Rhüden mit dem neuen Hochwasserrückhaltebecken Bornhausen nach dessen Fertigstellung erfolgt.

5.2.3 Talsperren im Westharz

Die Harzwasserwerke GmbH betreibt im niedersächsischen Westharz sechs große multifunktionale Talsperren an der Oder, Söse, Ecker, Oker, Grane und Innerste, die neben dem Hochwasserschutz auch der Trinkwasserversorgung, der Niedrigwasseraufhöhung und der Stromerzeugung dienen (s. Abbildung 34).

Im Zuge des Hochwasserereignisses kam es an allen sechs Talsperren zu relevanten Einstauereignissen, an Innerste- und Okertalsperre wurde aufgrund des achttägigen Niederschlagsereignisses auch der außergewöhnliche Hochwasserrückhalteraum beaufschlagt.



Abbildung 28: Große Talsperren mit Einzugsgebieten im niedersächsischen Westharz (Quelle: Harzwasserwerke GmbH)

Hydrologische Anfangsbedingungen und Vorentlastung

Das Jahr 2023 stellte für die Talsperren als eines der nassensten Kalenderjahre seit Aufzeichnungsbeginn ein besonderes Jahr dar. So wurden bspw. an der meteorologischen Station Clausthal (561 m NHN) neun Monate mit überdurchschnittlich hohem Niederschlag aufgezeichnet (vgl. Diagramm 46). Dies führte insbesondere im August, Oktober und November bereits zu hohen Zuflussvolumina und folglich hohen Stauinhalten an allen sechs Talsperren. Ende November und Anfang Dezember baute sich eine Schneedecke im Harz auf, dessen Schmelze gemeinsam mit auftretendem Regen bereits am 13.12.2023 zu einer kleineren Zuflussspitze führte (vgl. Diagramm 47).

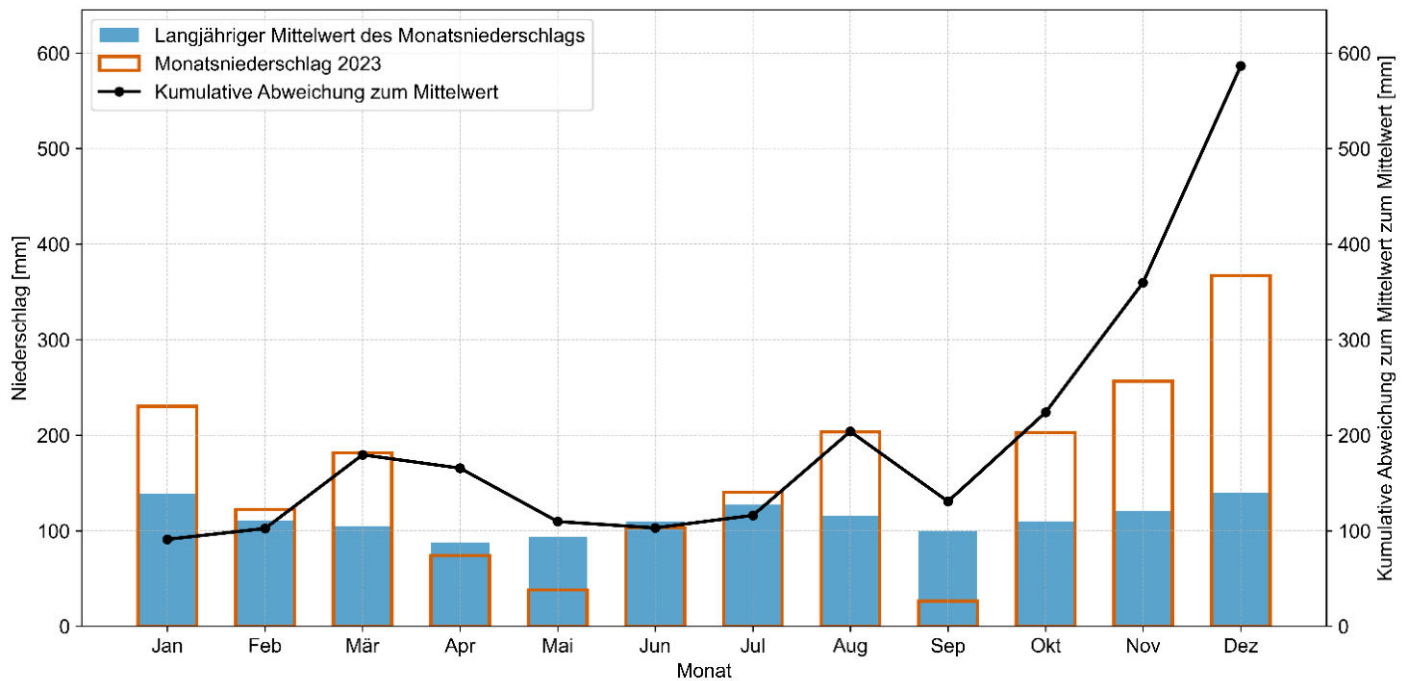


Diagramm 46: Niederschlagsbeobachtung im Jahr 2023 an der Station Clausthal im Vergleich mit langjährigen Mittelwerten (Quelle: Harzwasserwerke GmbH).

Am Freitag, 15.12.2023, lagen damit an allen Talsperren überdurchschnittliche Stauinhalte vor, allerdings konnte an jedem Standort der rechtlich bindend festgelegte, gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum freigehalten werden. Zu diesem Zeitpunkt deuteten die Ergebnisse der globalen numerischen Wettervorhersagemodelle vom Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) und der Nationalen Ozean- und Atmosphärenbehörde der USA (NOAA) auf hohe Niederschläge zum Weihnachtswochenende hin, die allerdings noch eine große Bandbreite und Unsicherheit aufwiesen.

In Abstimmung mit der Talsperrenaufsichtsbehörde des NLWKN wurde sich noch am 15.12.2023 an drei Talsperren für eine Hochwasservorentlastung durch eine deutliche Abgabeerhöhung entschieden. Aufgrund der sich weiter verdichtenden Informationen des DWD und der Hochwasservorhersagezentrale (HWVZ) hatten die Verantwortlichen in den Folgetagen die Vorabsenkungen weitergehend und letztlich an allen sechs Talsperren angepasst. Diese Vorentlastung sorgte für einen deutlich größeren Stauraum zum Hochwasserrückhalt und damit für zusätzlichen Hochwasserschutz während des Weihnachtshochwassers.

Verlauf des Hochwassers und Steuerungsmanagement

Die Steuerung der Talsperren im Westharz erfolgte während des gesamten Ereignisses in sehr enger Abstimmung zwischen Talsperrenaufsicht, Talsperrenbetreiber und der HWVZ unter Einbindung betroffener NLWKN-Betriebsstellen. Die jeweils aktuellen Zuflussprognosen der HWVZ unter Nutzung der meteorologischen Prognosen des DWD wurden für die Berechnung von Stauinhaltsprognosen mit verschiedenen Steuerungsoptionen genutzt. So konnte eine optimale Steuerung für die Unterlieger gewährleistet werden und Abga-

beentscheidungen konnten frühzeitig in die Warnungen und Vorhersagen der Unterstromgebiete aufgenommen werden. Nachfolgend ist für die Okertalsperre, als Beispiel für die Talsperren im Nordharz, und die Sösetalsperre, als Beispiel für die Talsperren im Südharz, der Verlauf des Hochwassers dargestellt.

Am Beispiel der Okertalsperre mit einem Einzugsgebiet von 85 km² lässt sich feststellen, dass im Zuge des Weihnachtshochwassers binnen weniger Tage drei Hochwasserwellen auf die Talsperren zuge laufen sind (vgl. Diagramm 47). Dabei war das zufließende Gesamtvolumen innerhalb einer Woche in diesem Jahrtausend bisher unerreicht und es handelte sich um eines der drei größten Hochwasserereignisse in der Geschichte der Okertalsperre. Ein größeres Zuflussvolumen über sieben Tage wurde nur beim Hochwasser 1981 (Kombination von Regen und Schneeschmelze) beobachtet.

Die erste Hochwasserwelle erreichte die Okertalsperre am 21.12.2023 mit einer Zuflussspitze von 49 m³/s bei gleichzeitiger Abgabe aus der Talsperre von 16 m³/s. Als der gewöhnliche Hochwasserrückhalteraum bereits teilweise eingestaut war, traf bei einer gleichbleibenden Abgabe von 16 m³/s in den Abendstunden des 24.12.2023 die zweite Zuflussspitze mit 61 m³/s in der Talsperre ein.

Bei der dritten Hochwasserwelle am 26.12.2023 mit einer Zuflussspitze von wiederum 49 m³/s wurde der Vollstau der Okertalsperre erreicht (46,85 Millionen m³) und der außergewöhnliche Hochwasserrückhalteraum in Anspruch genommen; die Hochwasservorentlastungsanlage der Talsperre wurde planmäßig in Betrieb genommen und die maximale Abgabe aus der Talsperre betrug kurzzeitig 30 m³/s (s. Abbildung 29).



Abbildung 29: Vollstau der Okertalsperre mit Hochwasserentlastung an der Staumauer am 26.12.2023 (Quelle: Harzwasserwerke GmbH)

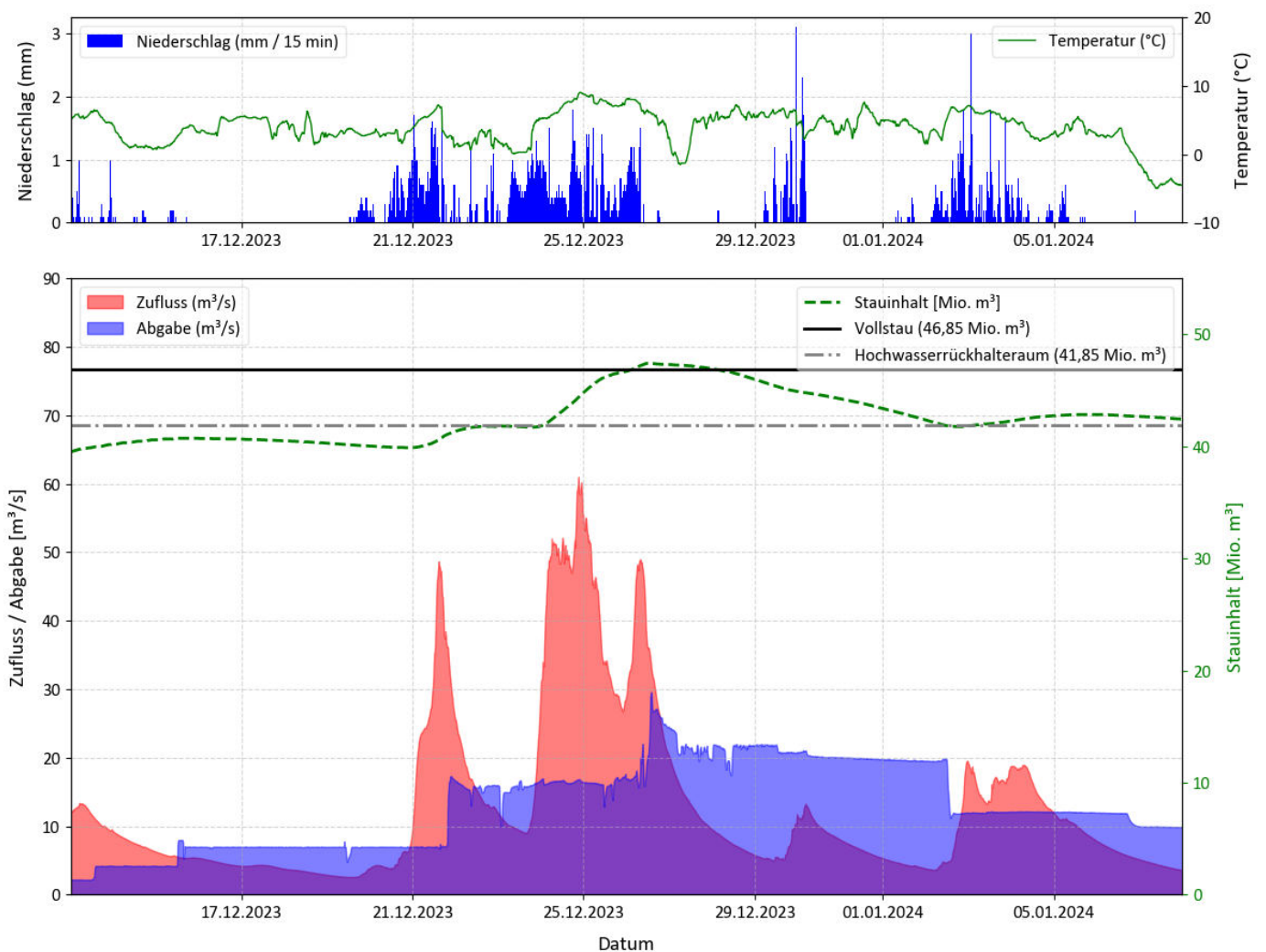


Diagramm 47: Der Verlauf des Weihnachtshochwassers an der Okertalsperre mit drei Zuflusswellen in rot, der Talsperrenabgabe in blau und dem Stauinhalt in grün sowie dem zeitlichen Verlauf von Niederschlag und Temperatur im Einzugsgebiet der Okertalsperre (Quelle: Harzwasserwerke GmbH).

Auch für die Sösetalsperre im Südharz (Einzugsgebiet von 49 km², Abbildung) stellt das Weihnachtshochwasser ein historisches Ereignis dar. Die maximale Stauhöhe von kurzzeitig 326,07 müNN wurde zuletzt im April 1994 überschritten. Das 7-Tage-Zuflussvolumen basierend auf der Beobachtung am Pegel Riefensbeek (seit 1931) liegt mit knapp 10,7 Millionen m³ auf Platz 2 der bisherigen Beobachtung und wird nur vom Hochwasserereignis 1981 übertroffen.

Analog zur Okertalsperre führte auch an der Sösetalsperre die erste Hochwasserwelle mit einem Scheitel von 38,7 m³/s und gleichzeitiger Unterwasserabgabe von 12 m³/s zu einem Teileinstau des gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraums

(vgl. Diagramm 47). Am Abend des 24.12.2023 führte die zweite Hochwasserwelle mit deutlich größerem Wellenvolumen und einer Spitze von 42,7 m³/s zu einem weiteren Einstau und einer Abgabeerhöhung auf 16 m³/s. Die dritte Hochwasserwelle wies mit 27,1 m³/s einen geringeren Scheitel auf. Die gleichzeitige Unterwasserabgabe lag bei 16 m³/s. Es konnte also auch an der Sösetalsperre eine deutliche Dämpfung und Abminderung der drei Hochwasserwellen und damit Hochwasserschutz für die Unterlieger gewährleistet werden. Der außergewöhnliche Hochwasserrückhalteraum und die Hochwasserentlastungsanlage (HWE) wurden nicht in Anspruch genommen. Dies erfolgte zuletzt im Jahr 1981.

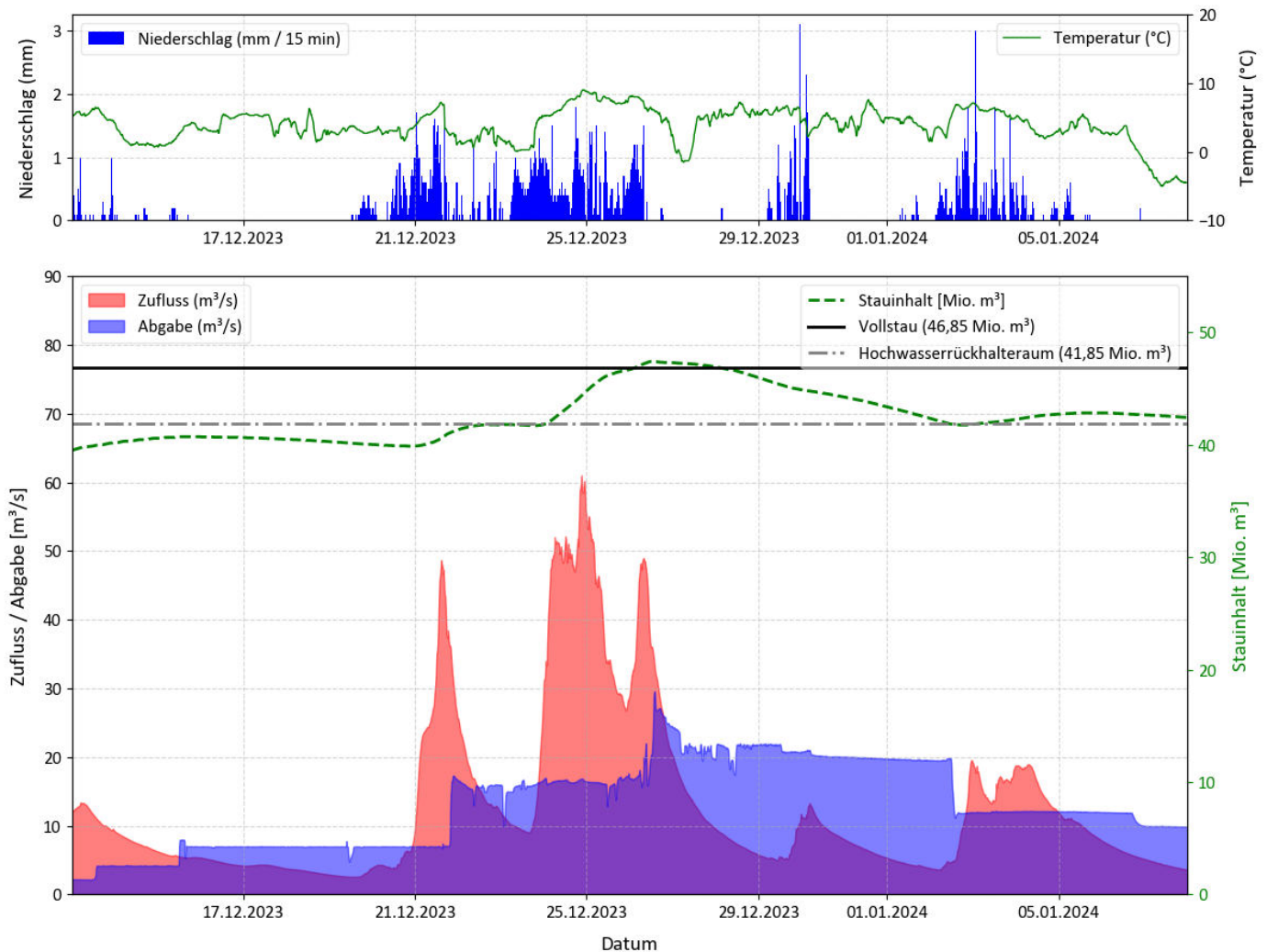


Diagramm 48: Der Verlauf des Weihnachtshochwassers an der Sösetalsperre mit drei Zuflusswellen in rot, der Talsperrenabgabe in blau und dem Stauinhalt in grün sowie dem zeitlichen Verlauf von Niederschlag und Temperatur im Einzugsgebiet der Sösetalsperre (Quelle: Harzwasserwerke GmbH).

Es lässt sich aus den Daten feststellen, dass sowohl die Okertalsperre im Rahmen der Nutzung des Talsperrenverbundsystems als auch die Sösetalsperre durch die Reduzierung der Hochwasserscheitel, also der Dämpfung der Welle, zu einer deutlichen Entlastung bei den Unterliegern beigetragen hatte.

Wenngleich alle drei Zuflussspitzen jeweils hinter dem HQ100 zurückgeblieben sind, so stellte das zu bewirtschaftende sehr große Hochwasserwellenvolumen des mehrgipfligen Ereignisses hohe Anforderungen an die Stauraumbewirtschaftung im Rahmen des Hochwassermanagements.

Für die Bewertung der Hochwasserschutzwirkung bspw. der Okertalsperre ist zu beachten, dass sie mit einem Einzugsgebiet von 85 km² ca. 24 % des Einzugsgebietes am Okerpegel

Schluden (363 km²) beeinflussen kann. Die Wirkung nimmt jedoch mit der Entfernung zur Talsperre ab, insbesondere bei flächenhafter Überregnung des gesamten Einzugsgebietes. Die durch die Okertalsperre beeinflussbaren Flächenanteile der Einzugsgebiete an den Pegeln Ohrum (813 km²) und Groß Schwülper (1.734 km²) betragen folglich nur noch 10 bzw. 5 %. Wesentliche Nebengewässer der Oker, wie z.B. die im Brockengebiet entspringende Ilse oder die bei Braunschweig mündende Schunter, sind von der Talsperrensteuerung unbeeinflusst. Beispielhaft ist dieser Sachverhalt bei einem Vergleich des Abflusses am Pegel Groß Schwülper mit der Abgabe aus der Okertalsperre zu erkennen (vgl. Diagramm 48).

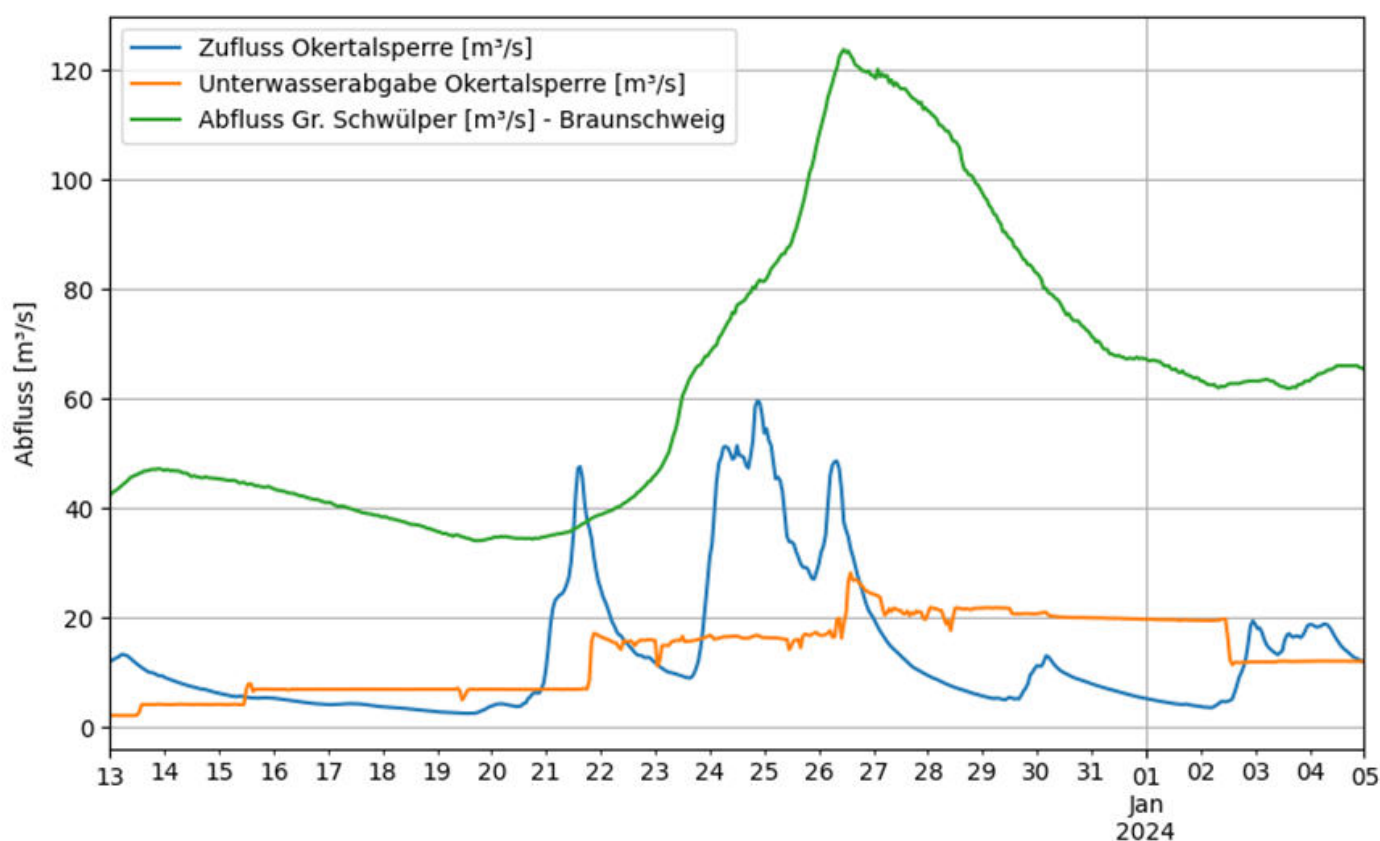


Diagramm 49: Vergleich von Zufluss und Abgabe der Okertalsperre mit dem zeitgleichen Abfluss am Pegel Gr. Schwülper unterhalb von Braunschweig (Rohdaten). Die Fließzeit von Okertalsperre bis Braunschweig beträgt ca. 24 Stunden.

Bei großen Hochwasserereignissen im Bereich der Aller wird wiederkehrend nach dem Einfluss insbesondere der Okertalsperre auf die Abflussverhältnisse in der Aller nachgefragt. Beispielhaft kann hier der Aller-Pegel Eitze nahe Verden/Aller betrachtet werden; dort beträgt das Einzugsgebiet 15.105 km². Der Einfluss der Okertalsperre auf den Wasserstand der Aller bei Verden geht somit gegen Null.

5.2.4 Hochwasserrückhaltebecken Klein-Mahner (Warne)

Das südöstlich von Salzgitter gelegene Hochwasserrückhaltebecken nahe der Ortschaft Klein Mahner fasst das bis zum Abschlussbauwerk rd. 50 km² große Einzugsgebiet der Warne (Zufluss zur Oker), die das Becken durchfließt.

Der Einstaubetrieb des Hochwasserrückhaltebeckens mit einem gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum von 0,78 Millionen m³ begann am 21.12.2023. Entsprechend der Betriebsvorschrift ist der Wasserstand am Pegel Gielde, der sich im Unterlauf der Warne befindet, für die Steuerung des Beckens maßgeblich.

Während des Einstaus, der am 29.12.2023 beendet war, wurde das vorhandene Rückhaltevolumen des Hochwasserrückhaltebeckens nahezu vollständig in Anspruch genommen (etwa 90 % am 25.12.2023).

Der Beckenbetrieb dieser landeseigenen Anlage hatte erfolgreich zu einer Entlastung der Unterwassersituation im Bereich der Warne beigetragen.

6 Hochwasservorhersagen

Die Kernaufgabe der Hochwasservorhersagezentrale ist vereinfacht dargelegt die Berechnung von Abfluss- und Wasserstandsvorhersagen. Weitere maßgebliche Kernelemente sind unter anderem, die meteorologische und hydrologische Lage kontinuierlich im Blick zu behalten, Hochwasservorhersagemodelle weiterzuentwickeln und ein umfangreiches Datenbankmanagement zu steuern.

Für die Berechnung der Hochwasservorhersagen kommt im NLWKN für die meisten Flussgebiete ein hochaufgelöstes Wasserhaushaltsmodell zum Einsatz, welches vom Leichtweiß-Institut für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig entwickelt wurde und auf die besonderen Anforderungen der in den Flussgebieten vorherrschenden Besonderheiten angepasst ist. Dieses hydrologische Modell wird kontinuierlich weiterentwickelt, um das Abflussgesche-

hen in einem gesamten Flussgebiet und schließlich den Abfluss im Fließgewässer so gut wie möglich abzubilden. Das mathematisch-deterministische Grundmodell wurde für den Aufbau separater Flussgebietsmodelle verwendet. Jedes Flussgebietsmodell enthält die für das jeweilige Gebiet angepassten Parametrisierungen und zum Teil gesonderte Modellanpassungen. Das Wasserhaushaltsmodell deckt in Niedersachsen die in Tabelle 18 aufgeführten Flussgebiete in Form von eigenständigen hydrologischen Flussgebietsmodellen ab. An der Weser kommt ein grundlegend anderer Hochwasservorhersagemodelltyp zur Anwendung. Es handelt sich dort um einen hydrodynamischen Modellansatz. Das Modell wurde speziell für die Weser-spezifischen Anforderungen in Abstimmung mit dem NLWKN vom Ingenieurbüro Hydrotec entwickelt. Zum Zeitpunkt des Hochwasserereignisses befand es sich noch im Testbetrieb. Im Binnenland Niedersachsens sind damit zurzeit knapp 30.000 km² Fläche mit Hochwasservorhersagemodellen abgedeckt.

Tabelle 18: In Niedersachsen eingesetzte Flussgebietsmodelle für den Einsatzzweck der Hochwasservorhersage

	Flussgebietsmodell	Modelltyp	Modell-Gebietsgröße [km ²]
1	Aller, Leine, Oker	hydrologisch	14.556
2	Weser "Schlauch"	hydrodynamisch	4.257
3	Hase	hydrologisch	3.113
4	Hunte	hydrologisch	2.665
5	Ilmenau	hydrologisch	1.699
6	Wümme	hydrologisch	1.495
7	Große Aue	hydrologisch	1.038
8	Vechte	hydrologisch	976

6.1 Veröffentlichung von Wasserstandsvorhersagen

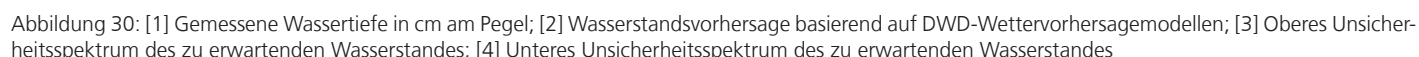
Beim Hochwasserereignis wurden an 61 von 62 möglichen Pegeln Wasserstandsvorhersagen veröffentlicht. Ebenfalls 62 Pegel von 82 Hochwassermeldepegeln des Binnenlandes hatten die Meldestufe 3 überschritten. Manche dieser Pegel liegen in Flussgebieten, für die keine Hochwasservorhersagemodelle vorliegen (z.B. Pegel Holzkamp an der Delme oder Pegel Rockstedt an der Oste), weshalb dort keine Vorhersagen in den Wasserstandsdiagrammen auf dem NLWKN Pegelportal verfügbar waren. Für 40 Binnenpegel, an denen die Meldestufe 3 überschritten wurde, wurden Wasserstandsvorhersagen im Internet veröffentlicht.

Während des Hochwasserereignisses wurden auf dem NLWKN Pegelportal im Zeitraum vom 20.12.2023 bis zum 21.01.2024 insgesamt 3.171 Wasserstandsvorhersagen veröffentlicht. Die Aktualisierungsintervalle der veröffentlichten Vorhersagen erfolgen im NLWKN nicht zu festen Zeitpunkten, sondern Vorhersagen werden von den diensthabenden Hydrologen bei Bedarf aktualisiert, das heißt mindestens mehrmals täglich. Ausschlaggebend für die Aktualisierungsintervalle können z.B. neue Messdaten, Wettervorhersagen oder angepasste Unterwasserabgaben von Speicherbauwerken sein. Faktisch ist es daher möglich, dass eine Vorhersage z.B. bereits nach einer Stunde aktualisiert wird oder, wenn sie über Nacht online gestellt wird, erst nach ca. sechs bis acht Stunden erneuert wird. Wie viele Vorhersagen in den unterschiedlich großen Flussgebieten bei unterschiedlicher Anzahl verfügbarer Vorhersagepegel veröffentlicht wurden, ist Tabelle 19 zu entnehmen.

	Flussgebiet	Anzahl veröffentlichter Vorhersagen im Zeitraum 20.12.2023-21.01.2024	Anzahl Vorhersagepegel im Flussgebiet
1	Aller, Leine, Oker	2.260	36
2	Gr. Aue	67	2
3	Hase	454	11
4	Hunte	201	4
5	Ilmenau	55	3
6	Vechte	90	4
7	Wümme	44	1
Summe		3.171	61

standes über, die Unsicherheiten werden dann zunehmend größer. Die durchschnittlichen Vorhersagereichweiten lagen über alle Pegel hinweg bei ca. 16-48 Stunden. Es wurden nicht kontinuierlich 48-stündige Vorhersagen veröffentlicht, da die Vorhersagen ohnehin mehrmals täglich aktualisiert wurden. Insbesondere zum Ereignisbeginn waren die Reichweiten an vielen Pegeln bewusst lang gesetzt, um angesichts der Weihnachtsfeiertage alle Vorhersagenutzenden frühzeitig auf die bevorstehende Situation vorzubereiten. Auch nach Scheiteleintritt wurden die Vorhersagen lang gehalten, um bei Regenspausen bzw. Regenende nicht frühzeitig falsche Signale einer sich entspannenden Lage zu suggerieren. Denn eine Entschärfung der Lage erfolgte wegen der besonderen hydrologischen Lage nur langsam.

Die nachfolgende Abbildung 36 zeigt, wie eine Wasserstandsvorhersage auf dem NLWKN Pegelportal dargestellt und zu interpretieren ist. Die Unsicherheit im Unsicherheitsbereich der Vorhersage ergibt sich aus der Summe der hydrologischen und meteorologischen Unsicherheiten.



6.2 Interne Bereitstellung von Abfluss- und Wasserstandsvorhersagen

Die HWVZ berechnete mithilfe der Flussgebietsmodelle für weitaus mehr Pegel Abfluss- und Wasserstandsvorhersagen als für die im Internet veröffentlichten Hochwassermeldepegel. Die Gesamtheit der Vorhersagen wurde auf internem Übertragungsweg mehrmals täglich an das gebietszuständige Personal des NLWKN übermittelt. Neben den Hochwassermeldestellen des NLWKN erhielten auch Betreiber von Stauanlagen gesonderte Vorhersageinformationen, die nicht im Internet verfügbar sind. In Kapitel 7 wird auf die Bereitstellungsempfänger und die dortige Verwendung der Vorhersagen genauer eingegangen. Für die Weser wurden mit dem sich noch im Testbetrieb befindlichen hydrodynamischen Modell ebenfalls täglich Vorhersagen für alle dortigen Hochwassermeldepegel berechnet, die mit den angrenzenden Bundesländern und der WSV auf Plausibilität geprüft und besprochen wurden (s. Kapitel 4.2 zum Flussgebiet der Weser).

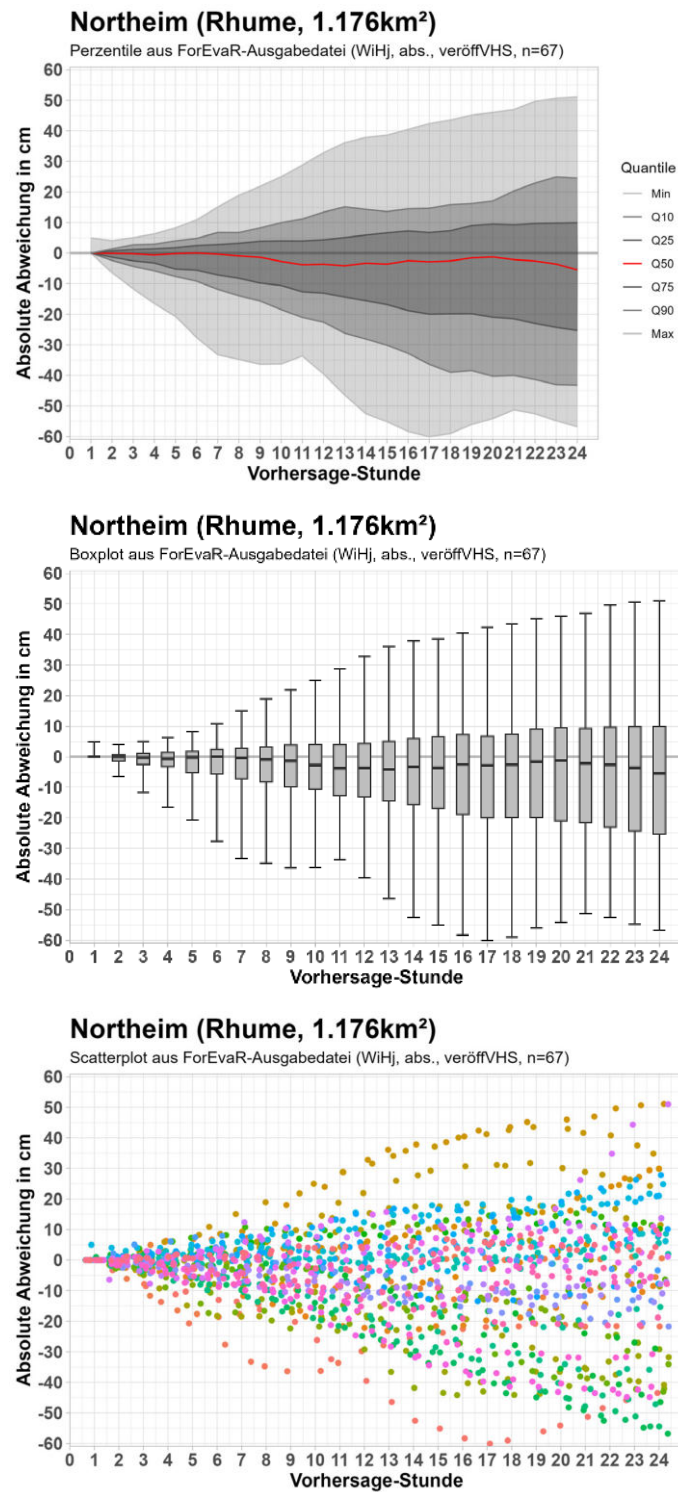
6.3 Qualität der Vorhersagen beim Hochwasserereignis

Die Qualität der berechneten Abfluss- und Wasserstandsvorhersagen wird von der HWVZ im Rahmen einer fortlaufenden Evaluierung jährlich überprüft. Dies erfolgt über statistische Berechnungen, die neben einer vieljährigen Gesamtbetrachtung auch separat für einzelne Ereignisse wie das Winterhochwasser 2023/24 durchgeführt werden. Bei den Analysen werden alle Vorhersagen pegelweise ausgewertet. Für Vorhersagen bei besonders hohen Wasserständen bis in den Extrembereich werden gesonderte Auswertungen durchgeführt, da die Vorhersagequalität sehr hoher Wasserstände besonders sensible Informationen für die Nutzenden darstellt. Die im Ergebnis resultierende Qualitätseinschätzung vergangener hydrologischer Vorhersagen liefert wichtige Indizien für Vorhersagereichweiten und Unsicherheitsbänder bei künftigen Vorhersagen. Bei Hochwasservorhersagen spielen neben den Erfahrungswerten ebenso die Unsicherheiten der Wettervorhersagemodelle eine Rolle, die ebenfalls in die Reichweiten und Unsicherheitsbänder von Hochwasservorhersagen einfließen müssen.

Am Pegel Northeim an der Rhume werden im Folgenden die Evaluierungsergebnisse vereinfacht skizziert. Pegel Northeim zählt zu einem der 12 Binnenpegeln mit neuem historischem Höchstwasserstand durch das Winterhochwasser 2023/24. Die Analyse erfolgte hier über die Berechnung statistischer Perzentile und Quantile aller veröffentlichten Vorhersagen. Diese statistischen Maße können grafisch dargestellt werden und zeigen über eine definierbare Vorhersagelänge im Ergebnis, ob und ab wann die Vorhersagen über- oder unterschätzten, s. Abbildung 31. Die Abbildung zeigt außerdem Evaluierungsergebnisse vergangener Ereignisse der Jahre 2015 bis 2023 zum Vergleich. Am Pegel Northeim kam es in den Winterhalbjahren (November bis April) von Januar 2015 bis Dezember 2023 insgesamt zu sechs mittelschwere Hochwassersituationen, die in den Monaten Januar, Februar und November auftraten. Dabei wurde bei zwei Ereignissen die Meldestufe 2 überschritten und insgesamt wurden 45 Vorhersagen veröffentlicht. Beim Winterhochwasser 2023/24 wurden vom 21.12.2023 bis zum 06.01.2024 (17 Tage) 67 Vorhersagen veröffentlicht, davon lagen 33 Vorhersagen über der höchsten erreichten Meldestufe 2.

Die Abweichungen der Messung gegenüber der Vorhersage zeigen in Northeim, dass die Vorhersagen etwas stärker unter- als überschätzten und dass dies bei dem Winterhochwasser stärker ausgeprägt war als bei den Winterereignissen in den acht Jahren zuvor. Dadurch waren die plausiblen Reichweiten beim Winterhochwasser in Northeim etwas kürzer als in der Vergangenheit. In Northeim wurden Vorhersagen für weniger als 24 Stunden veröffentlicht, was sich als sinnvoll herausstellte. Während die Aussagen von Boxplots und Perzentilen (s. Abbildung 31 mittig bzw. oben) über zusammenfassende Klassengrößen der gesamten Stichprobe relativ ähnlich sind, zeigen die Scatterplots aus der Stichprobe für jede Vorhersage (farbiger Punkt) die punktgenaue Abweichung pro Vorhersagestunde (s. Abbildung 31 unten).

Evaluierung Winterhochwasser 2023/24



Evaluierung 01/2015-12/2023

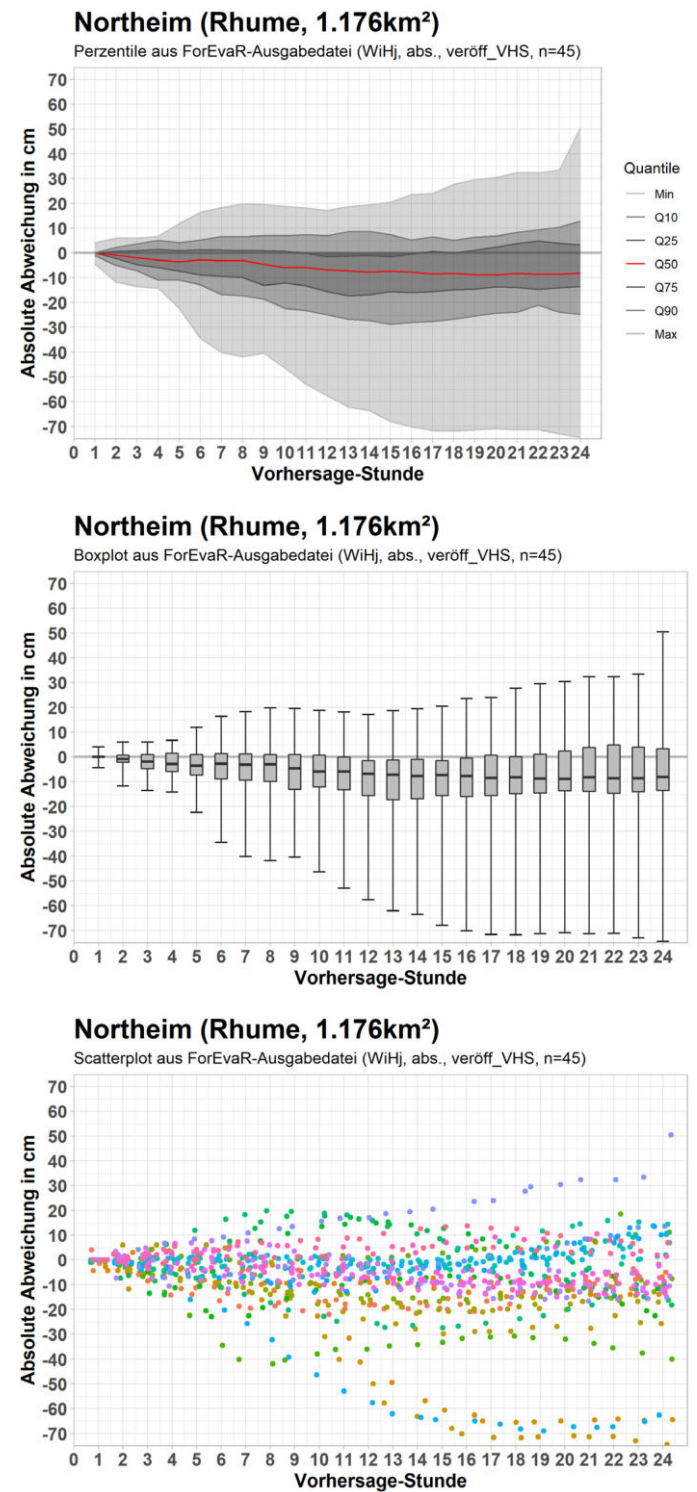


Abbildung 31: Perzentildarstellung (oben), Boxplotdarstellung (mittig) und Scatterplotdarstellung (unten) absoluter Abweichungen in Zentimetern von Wasserstandsmessung gegenüber Vorhersage für die Vorhersagedauer von 24 Stunden

Neben der Gesamtauswertung aller Vorhersagen über den definierten Wellen- bzw. Hochwasserzeitraum können auch unterschiedliche Wellenabschnitte (Vorhersagen über einem Schwellenwert und Vorhersagen im steigenden oder fallenden Wellenabschnitt) ausgewertet werden.

Zusätzlich zu den statistischen Auswertungen kann eine tatsächlich abgelaufene Hochwasserwellenganglinie den zu bestimmten Zeitpunkten berechneten Vorhersageganglinien gegenübergestellt werden. All diese Informationen ergeben ein Gesamtbild, um die Qualität der Vorhersagen einschätzen zu können. Diagramm 49 zeigt die abgelaufene Hochwasserwelle und die veröffentlichten 67 Vorhersagen

beim Winterhochwasser am Pegel Northeim. Ausgewertet und hier abgebildet wurden 24 Vorhersage-Stunden, wobei die tatsächliche Vorhersagereichweite an diesem Pegel beim Winterhochwasser stets kürzer als 24 Stunden war. Im Diagramm 49 ist folglich nicht erkennbar, wie lange eine Vorhersage online gestellt war. Manche Vorhersagen hatten die eingetretenen Wasserstände nicht gut abgebildet. Diese und vergleichbare Vorhersagen an anderen Pegeln wurden beim Ereignis jedoch zeitnah korrigiert und durch neue Berechnungen ersetzt. Dieses Vorgehen erfordert ein hohes Maß an kontinuierlichem Monitoring der Abflusssituation samt aller Einflussfaktoren durch die diensthabenden Hydrologen.

Pegel Northeim (AEo= 1.176km²), Rhume Evaluierung D_{VHS}=24h, Winterhochwasser 2023/24

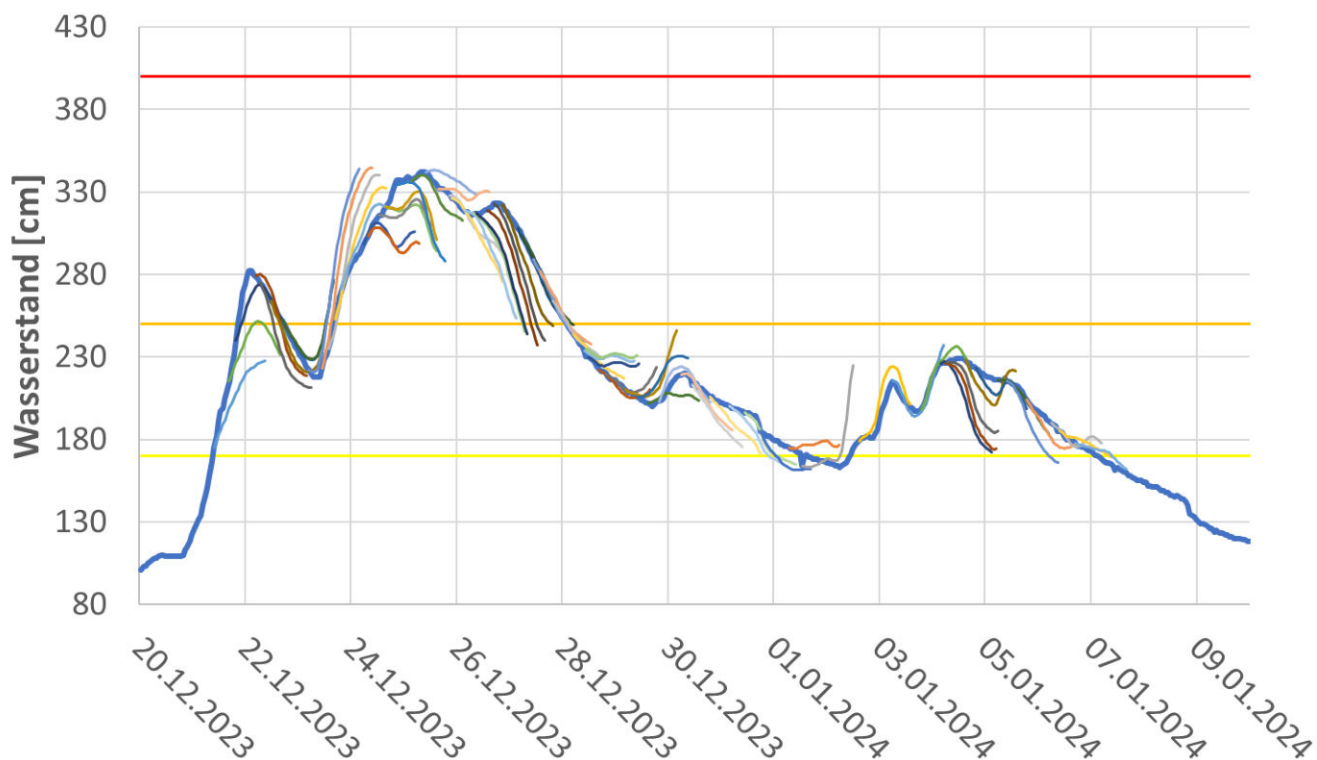


Diagramm 50: Abgelaufene Hochwasserwelle am Pegel Northeim an der Rhume (in Zentimetern am Pegel) mit veröffentlichten Hochwasservorhersagen

Während die veröffentlichten Vorhersagen in Northeim einer guten Qualität entsprechen, zeigen Auswertungen an anderen Pegeln, dass mit zunehmenden Wassertiefen die Vorhersagequalität abnehmen kann. Die Ursachen können vielschichtig sein und sind häufig die Summe aus mehreren Unsicherheitsfaktoren. Dazu zählen unter anderem Deichbrüche, Rückstaueffekte (wie z.B. bei sehr hohen Wasserständen am Pegel Eitze/Aller), Ausuferungen, Messgeräte und Wetterprognosen.

Das Gesamtergebnis der evaluierten Vorhersagen zum Winterhochwasser zeigt, dass in der Mehrheit der Pegel vor allem der Wellenanstieg bis zum Eintritt des Scheitels sehr gut war. Ab Scheiteleintritt kam es an mehreren Pegeln vor, dass der Wellenverlauf nicht mehr sauber vorhergesagt werden konnte, insbesondere bei sehr großen Durchflussmengen über der Meldestufe 3. Vereinzelt sanken die Vorhersagen zu schnell, zum Teil stiegen sie trotz Wellenstagnation noch weiter leicht an. Vor allem in den großen Unterläufen der

Flüsse, wo es zu kilometerweiten Ausuferungen und lange stehenden Seenlandschaften kam, resultieren diese Abweichungen von Messung und Vorhersage aus den Grenzen von hydrologischen Modellen, während in kleinen Einzugsgebieten in den Oberläufen der Flüsse der Unsicherheitsanteil der Wettervorhersage steigt. In den Unterläufen sind anstelle von hydrologischen Vorhersagemodellen deutlich rechenaufwendigere hydraulische Modelle besser geeignet. Die Kopplungen beider Modelle sind möglich und werden angestrebt. Trotz modelltechnischem Verbesserungsbedarf konnten Fehler in den meisten Fällen durch die Setzung von Unsicherheitsbändern und aktualisierte Vorhersageberechnungen behoben werden.

In der nachfolgenden Abbildung 32 werden vier Vorhersagebeispiele an den Flüssen Aller, Leine, Oker und Rhume gezeigt und exemplarisch dazu eine veröffentlichte Vorhersage vom NLWKN Pegelportal.

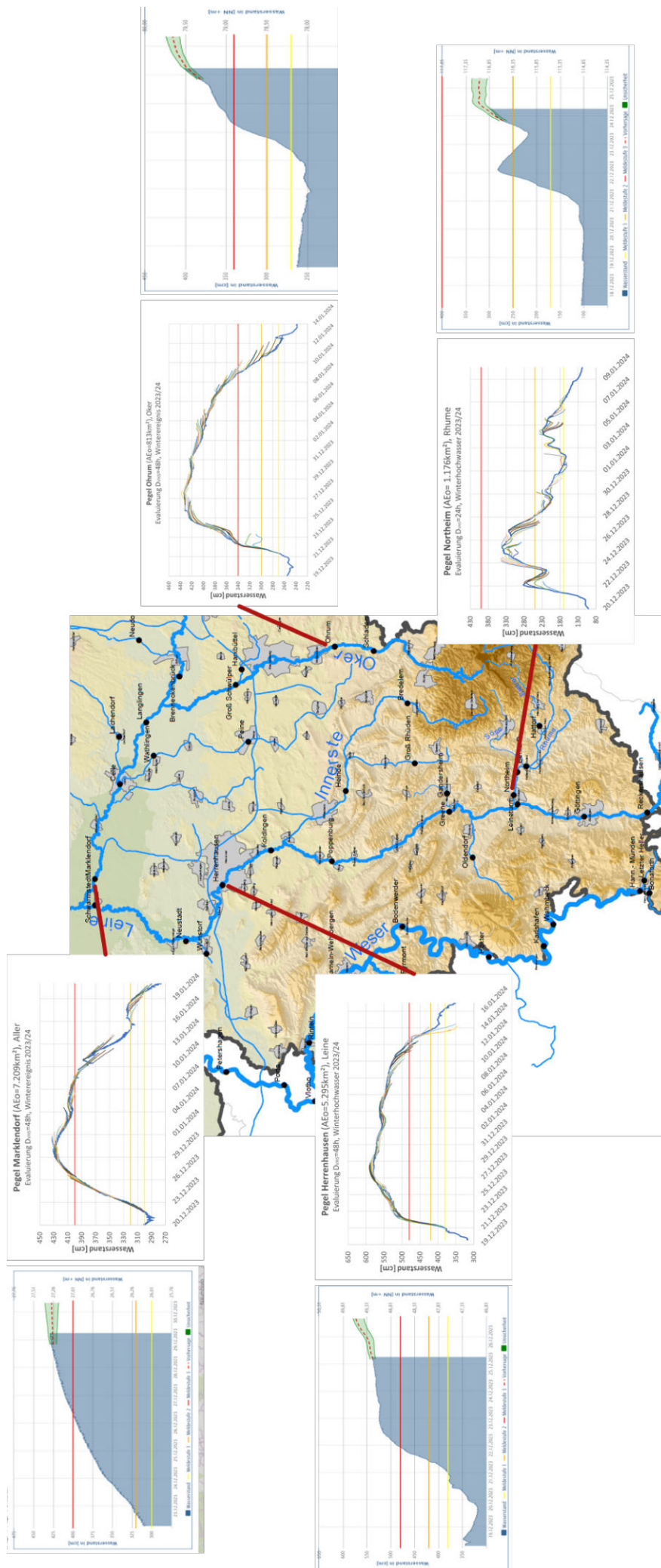


Abbildung 32: Veröffentlichte Wasserstandsvorhersagen an Aller, Leine, Oker und Rhume beim Winterhochwasser 2023/24

An den Pegeln Ohrum an der Oker, Herrenhausen an der Leine und Marklendorf an der Aller wurden beim Ereignis Vorhersagen weit über 24 Stunden hinaus veröffentlicht. In Ohrum ist zum Beispiel festzustellen, dass bei den ersten beiden Vorhersagen mit Vorhersagebeginn kurz unter der Meldestufe 1 die Vorhersagen zwischen den Vorhersagestunden 24-48 keine gute Qualität mehr aufwiesen. Der Einfluss von den zu diesem Zeitpunkt noch unsicheren Wetterbedingungen bei einer relativ kleinen Pegelinzugsgebietsgröße (rund 800 km²) auf die Vorhersagegüte wird hier sehr deutlich. Die Hochwasservorhersagen wurden zu diesem Zeitpunkt daher nur für 24 Stunden veröffentlicht, um die Botschaft eines ausschließlich steigenden Anstiegs zu zeigen. Einen Tag später wurden die Vorhersagen auf bis zu 48 Stunden Vorhersagelänge erweitert. In Ohrum lagen 74 der 85 veröffentlichten Hochwasservorhersagen über der Meldestufe 3. Ein neuer Rekord.

6.4 Frühwarnungen durch das European Flood Awareness System (EFAS)

Das European Flood Awareness System (EFAS) ist ein operationelles, europäisches Hochwasser-Frühwarnsystem zur Überwachung und Vorhersage von Hochwasserereignissen in ganz Europa und ist Teil des Copernicus Emergency Management Service (CEMS). Die Hochwasservorhersagezentrale des NLWKN ist seit 2021 EFAS Partner und hat seitdem vollumfänglichen Zugriff auf die EFAS-Vorhersagen und Frühwarninformationen.

Das Frühwarnsystem erstellt Vorhersagen und Eintrittswahrscheinlichkeiten von Hochwasserereignissen für einen Vorhersagehorizont zwischen 48 Stunden bis 10 Tagen und für die Abfluss-Jährlichkeiten 2, 5 und 20 Jahre. Dabei basieren die von EFAS berechneten Jährlichkeiten auf Reanalysen von Abfluss-Simulationen und nicht auf Pegelraten. Sie sind daher nicht vergleichbar mit den geprüften Jährlichkeiten des Pegelwesens in Niedersachsen, welche auf Statistiken langjähriger Pegelmessungen beruhen. Dies ist jeweils bei der Interpretation der Daten zu beachten.

Das EFAS-Modellsystem wurde insbesondere für große, transnationale Flusseinzugsgebiete in ganz Europa entwickelt und verfügt dementsprechend über eine relativ grobe Modellauflösung. Dadurch ergeben sich bezogen auf Niedersachsen deutliche Einschränkungen bei der Nutzung und Aussagekraft der Daten: Die Stauanlagen HRB Salzderhelden (Leine), HRB Alfhausen-Rieste (Hase) und der Dümmer-See (Hunte) sowie die realen Bauwerkssteuerungen (u.a. der Harztalsperren) sind nicht im EFAS-Modell und somit nicht in den Abflussvorhersagen berücksichtigt. Dies betrifft insbesondere die Flussgebiete Leine, Oker, Aller, Hase und Hunte. Des Weiteren können Frühwarnungen, sog. Formal Flood Notifications, nur für Orte mit einem oberstromigen Einzugsgebiet >2000 km² und EFAS-Jährlichkeiten ab 5 Jahren (s.o.) herausgegeben werden (s. Abbildung 39). Sind die Einzugsgebiete – wie in Niedersachsen häufig der Fall – kleiner als 2000 km², kann EFAS unter bestimmten Bedingungen zwar andere, informelle Frühwarnungen, sog. Informal Notifications und Flash Flood Notifications, herausgeben. Diese sind jedoch mit zusätzlichen Unsicherheiten behaftet. Für Details siehe auch <https://www.efas.eu/en/european-flood-awareness-system-efas>.

Die hier genannten sowie weitere Einschränkungen führen sehr häufig zu fehlerhaften und ausbleibenden Warnungen für die Flussgebiete Niedersachsens. Dies war auch während des landesweiten Hochwasserereignisses 2023/2024 der Fall. Tabelle 20 gibt eine Übersicht über die Frühwarnungen, die während des Ereignisses von EFAS für die Flussgebiete Niedersachsens veröffentlicht wurden. Sie werden den Warnungen der HWVZ gegenübergestellt. Die Übersicht zeigt, dass die etablierten Vorhersagesysteme der HWVZ deutlich längere Vorwarnzeiten geschaffen haben. Daher nutzt die HWVZ die Abflussvorhersagen von EFAS grundsätzlich nur als eine von vielen Informationen zur Einschätzung der hydrologischen Lage.

EFAS Formal Flood Notification*

Country(ies): **Germany**
 River(s): **Weser (Weser)**
 Predicted start of event: **Wednesday, 3rd of January 2024 - 12:00**
 Earliest predicted peak: **Thursday, 4th of January 2024 - 00:00**
 Probability to exceed a 5-year return period threshold: **56 %**
 Probability to exceed a 20-year return period threshold: **3 %**
 Forecast date: **2023-12-30 00 UTC**
 Comment: -

This is the only notification you will receive for this event! Please follow the evolution of the event of [EFAS](https://www.efas.eu).

EFAS FORECASTER ON DUTY

Abbildung 33: Beispiel einer EFAS-Frühwarnung für das Flussgebiet Weser (Auszug)

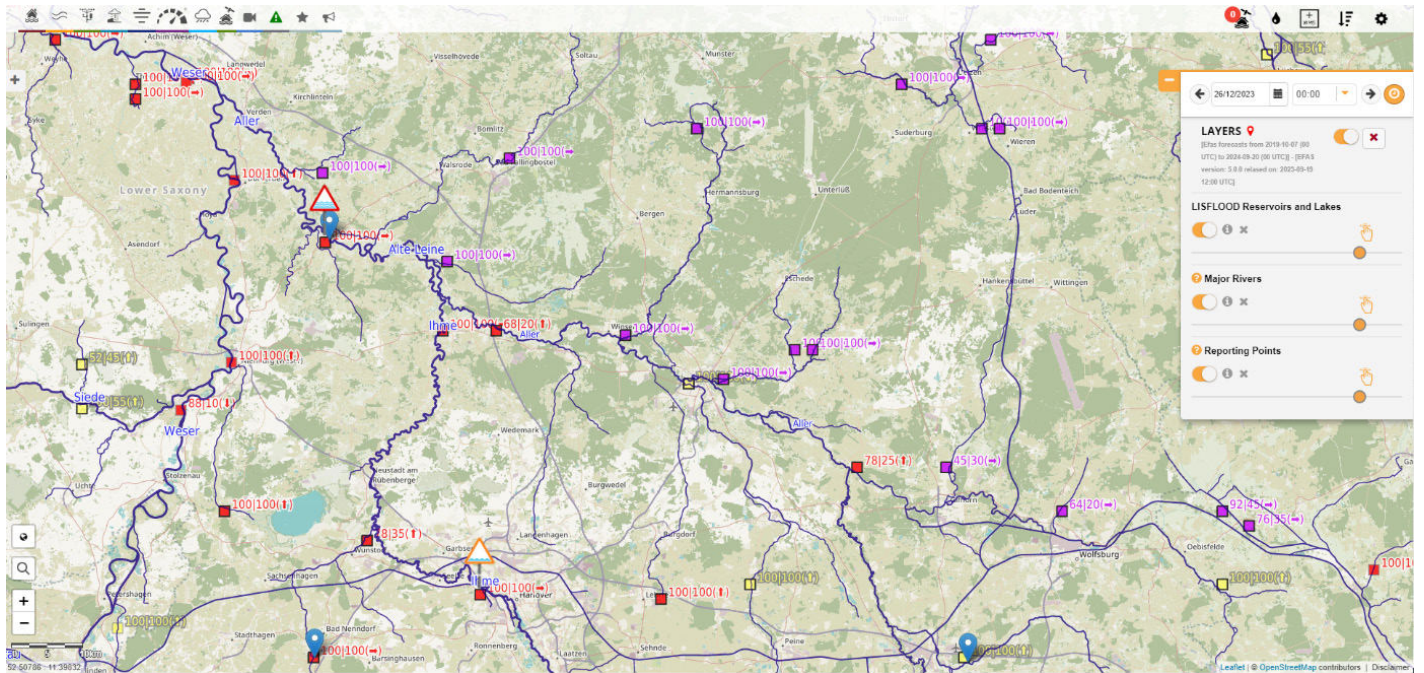


Abbildung 34: Vorhergesagte EFAS-Jährlichkeiten und Eintrittswahrscheinlichkeiten (Zahlenwerte in[%]): > 2-jährliches Hochwasser (gelb), > 5-jährliches Hochwasser (rot) und > 20-jährliches Hochwasser (violett) für das östliche Niedersachsen am 26.12.2023 00:00 Uhr UTC im EFAS Webportal (Auszug)

Tabelle 20: Veröffentlichte Warnungen durch EFAS sowie durch die HWVZ Niedersachsen während des Winterhochwassers; alle Angaben in MEZ; * Aktuell steht noch kein Ems-Vorhersagesystem bei der HWVZ Niedersachsen zur Verfügung.

EFAS Warnungen - Flood Notifications				NLWK
Warntyp	Flussgebiet	Datum Warnung	bewarte EFAS-Jährlichkeit (Überschreitungswahrscheinlichkeit)	1. Warnung oder Vorwarnung durch HWVZ
Formal	Aller/Rethem	22.12.2023 07:20 Uhr	5 (68%)	20.12.2023 11:30 Uhr
	Weser/Porta	30.12.2023 13:30 Uhr	5 (56%)	21.12.2023 16:00 Uhr
	Leine/Greene	31.12.2023 09:00 Uhr	5 (80%)	20.12.2023 11:30 Uhr
	Aller/Marklendorf	31.12.2023 09:00 Uhr	5 (84%)	20.12.2023 11:30 Uhr
	Ems	31.12.2023 09:00 Uhr	5 (78%)	keine*
	Ems	01.01.2024 14:00 Uhr	5 (70%)	keine*
Informal	Ilmenau/Bienenbüttel	19.12.2023 07:25 Uhr	5 (60%)	20.12.2023 13:00 Uhr
	Ems	22.12.2023 07:20 Uhr	5 (65%)	keine*
	Hase/Herzlake	23.12.2023 11:50 Uhr	5 (90%)	20.12.2023 12:00 Uhr
	Leine/Herrenhausen	24.12.2023 12:30 Uhr	5 (90%)	20.12.2023 11:30 Uhr
Flash Flood	Söse/Berka	21.12.2023 07:45 Uhr	5 (34%)	20.12.2023 11:30 Uhr
keine	Vechte	-	-	21.12.2023 12:00 Uhr
	Hunte	-	-	20.12.2023 13:00 Uhr
	Große Aue	-	-	20.12.2023 15:30 Uhr
	Oker	-	-	20.12.2023 11:45 Uhr
	Wümme	-	-	20.12.2023 13:00 Uhr
	Lune	-	-	21.12.2023 11:30 Uhr
	Luhe	-	-	21.12.2023 16:00 Uhr
	Oste	-	-	21.12.2023 11:30 Uhr
	Este	-	-	21.12.2023 12:30 Uhr
	Schwinge	-	-	21.12.2023 12:30 Uhr

7 Hochwasserwarnung und Hochwassermeldung durch das Land Niedersachsen

7.1 Hochwasservorhersagezentrale und Länderübergreifendes Hochwasserportal LHP

Die HWVZ stellt Informationen zur Hochwassersituation sowie Hochwasserwarnungen über mehrere Informationskanäle bereit, um eine möglichst breite Öffentlichkeit rechtzeitig zu erreichen.

Zum einen werden Informationen auf dem landeseigenen, frei zugänglichen Webportal www.pegelonline.nlwkn.niedersachsen.de veröffentlicht. Das Pegelportal stellt eine Übersicht über die aktuelle hydrologische Situation in Niedersachsen mit aktuellen Pegeldaten (Wasserstände) zur Verfügung sowie bestehende Wetterwarnungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Im Hochwasserfall (bzw. ab Meldestufe 1) sind auf dem Portal aktuelle Wasserstandsvorhersagen und aktuelle Meldestufenüberschreitungen für zahlreiche Pegel verfügbar. Die Wasserstandsvorhersagen werden mehrmals täglich (bis zu alle drei Stunden) aktualisiert. Zudem stellt die HWVZ dort Hochwasserwarnlageberichte bereit, die in Textform die aktuelle Lage und die voraussichtliche Entwicklung in den betroffenen Flussgebieten erläutern.

Die Vorwarnungen und Warnungen der HWVZ werden außerdem direkt auf das bundesweite Hochwasserwarnportal www.hochwasserzentralen.de (LHP – Länderübergreifendes Hochwasser Portal) und die zugehörige App „Meine Pegel“ weitergeleitet. Dort sind die betroffenen Flussgebiete und -abschnitte je nach Warnstufe anschaulich eingefärbt und die Warnberichte der Bundesländer abrufbar. Dabei handelt es sich um regionale Hochwasserwarnungen. Seit April 2024 werden zu den regionalen Warnungen auch Handlungsempfehlungen bereitgestellt. Diese regionalen Warnungen werden über das Länderübergreifende Hochwasserportal an die Warn-Apps NINA (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe – BBK) und KATWARN weitergeleitet.

Die Warn-Apps ermöglichen die direkte Warnung der Bevölkerung per Push-Nachricht auf dem Handy vor Hochwasser. Beim Hochwasserereignis 2023/24 erfolgte eine aktive Warnbenachrichtigung der HWVZ vor großem Hochwasser über diese Warn-Apps. Ebenfalls erhält die WarnWetter-App des DWD einen Hinweis vor Hochwasser in den jeweiligen Bundesländern, jedoch finden sich dort nicht die regionalen Hochwasserwarnungen. Informationen zu den Apps Meine Pegel, NINA und DWD-WarnWetter sind verfügbar auf www.pegelonline.nlwkn.niedersachsen.de/App.

Bereits in der Woche vor dem eigentlichen Ereignis, bis zum 18.12.2023, waren noch Warnlageberichte und Hochwasservorhersagen für einige Flussgebiete auf den Webportalen online, da der sehr niederschlagsreiche Herbst immer wieder zu kleinen bis mittleren Hochwasserlagen geführt hatte. Hiervon betroffen waren die Flussgebiete Ilmenau, Hase, Hunte, Wümme, Aller und Leine.

Während des Winterhochwassers zeigte sich die Notwendigkeit von frühzeitigen, regionsspezifischen Hochwasserinformationen für die Gefahrenabwehr und die Bevölkerung sehr deutlich. Bereits am 18.12.2023 wurden die Hochwassermeldedienste, die Talsperrenaufsicht und Stauanlagenbetreiber aufgrund der bevorstehenden Feiertage intern von der HWVZ gewarnt. Die ersten regionsspezifischen Vorwarnungen vor Hochwasser veröffentlichte die HWVZ am 20.12.2023 für die Flussgebiete Große Aue, Wümme, Hunte, Hase, Ilmenau, Aller, Leine und Oker über das NLWKN Pegelportal und die Apps NINA und KATWARN. Am 21.12.2023 folgten Vorwarnungen für die Flussgebiete Vechte und die Weser. Als es bei bordvollen Abflüssen und ersten Ausuferungen zur Überschreitung der Meldestufe 1 kam, wurden Warnlageberichte veröffentlicht, am Pegel Colnrade an der Hunte südlich von Oldenburg trat dies am 21.12.2023 ein (s. Abbildung 41). Zeitgleich wurde die erste Presseinformation vom NLWKN veröffentlicht. Ab dem 22.12.2023 warnte die HWVZ des NLWKN vor einem großen Hochwasser (hier: Colnrade/Hunte) und veröffentlichte eine zweite Presseinformation, um den Empfängerkreis der Warnungen bestmöglich auszuweiten und um verstärkt auf die Gefahrenlage über die Weihnachtsfeiertage hinzuweisen.

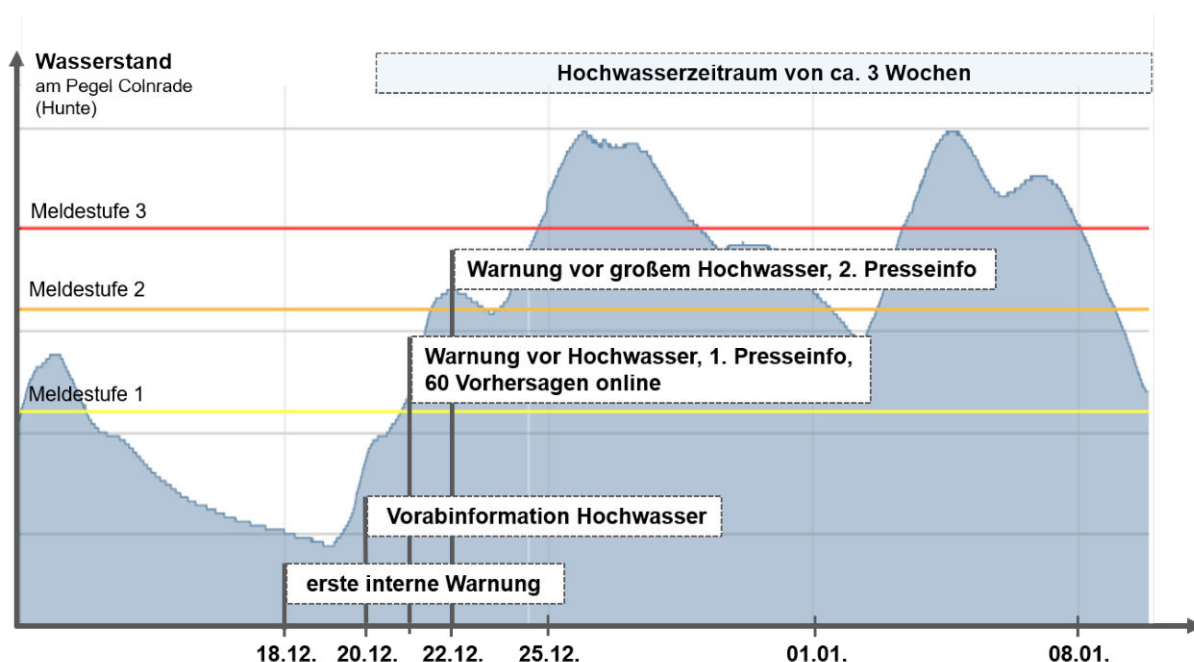


Abbildung 35: Hochwasserganglinie am Pegel Colnrade an der Hunte mit zeitlicher Abfolge der Warnungen der HWVZ und veröffentlichten Presseinformationen

Ab dem 23.12.2023 veröffentlichte die HWVZ zusätzlich zu den regionsspezifischen Berichten einen täglichen Überblicksbericht, der die landesweite Hochwasserlage übersichtlich zusammenfasste. Im Zeitraum vom 20.12.2023 bis 12.01.2024 wurden insgesamt 154 Hochwasserwarnlageberichte über das NLWKN Pegelportal veröffentlicht und bis zu 60 Wasserstandsvorhersagen gleichzeitig online gestellt. Das Pegelportal wies während des Winterhochwassers zeitweise Zugriffszahlen von 120.000 Zugriffen pro 30 min auf. Die folgenden Abbildungen zeigen die Warnsituationen am

27.12.2023 auf dem NLWKN Pegelportal (Abbildung 42 und Abbildung 43) sowie auf dem LHP (Abbildung 44) und in NINA (Abbildung 45). Der Einsatz von mehreren Warnkanälen ergänzt durch die Presseinformationen des NLWKN, dessen Informationen von privaten und öffentlich-rechtlichen Medienanbietern auf weiteren Informationskanälen verbreitet wurden (Zeitungen, TV, Rundfunk), konnte die Bewältigung der landesweiten Hochwassersituation maßgeblich unterstützen.

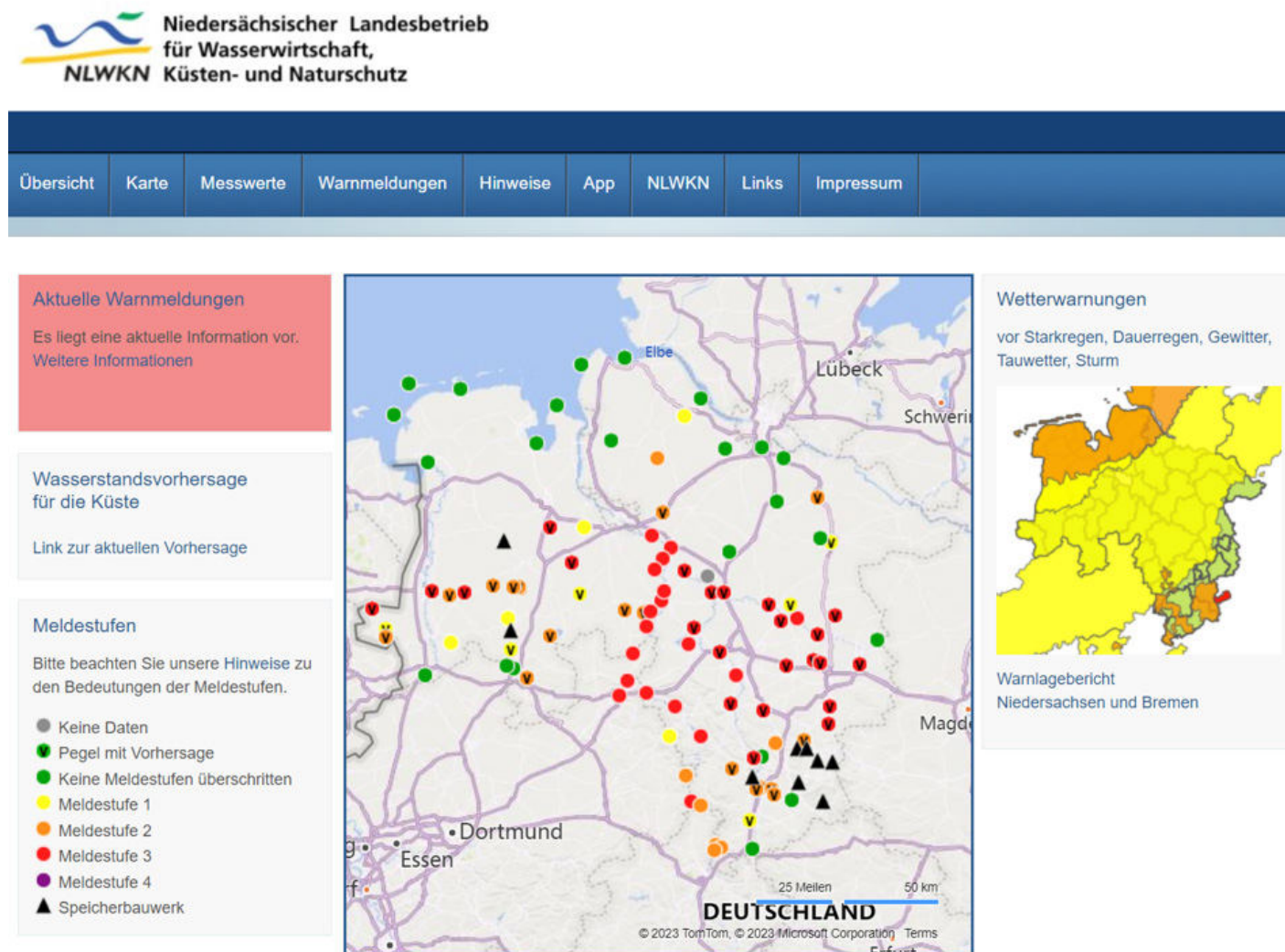


Abbildung 36: Aktuelle Hochwassersituation auf dem NLWKN Pegelportal www.pegelonline.nlwkn.niedersachsen.de am 27.12.2023

Aktuelle Warnmeldungen

Hier finden Sie aktuelle Informationen des NLWKN für das Binnenland und die Küste.
Die detaillierten Warnmeldungen öffnen Sie durch einen Klick auf die jeweilige Tabellenzeile.

Betroffenes Gebiet	Herausgegeben am	Einschätzung der Warnung	Herausgeber
Flussgebiet Grosse Aue	22.12.2023 10:36	kleines bis mittleres Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Flussgebiet Ilmenau	23.12.2023 13:45	kleines bis mittleres Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Flussgebiet Hunte	27.12.2023 11:23	großes Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Flussgebiet Wümme	22.12.2023 08:43	kleines bis mittleres Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Flussgebiet Hase	27.12.2023 14:22	großes Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Flussgebiet Vechte	27.12.2023 10:38	kleines bis mittleres Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Flussgebiet Aller	27.12.2023 14:15	großes Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Flussgebiet Oker	27.12.2023 14:06	großes Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Flussgebiete Lune und Hamme	21.12.2023 11:31	kleines bis mittleres Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Flussgebiet Leine	27.12.2023 13:05	großes Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Flussgebiete Oste, Schwinge, Este und Seeve	22.12.2023 16:44	großes Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Elbe	25.12.2023 19:26	kleines bis mittleres Hochwasser	NLWKN Betriebsstelle Lüneburg
Leine von Herrenhausen bis zur Allermündung	27.12.2023 13:11	großes Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Mittelweser	27.12.2023 12:00	großes Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Oberweser	27.12.2023 11:59	großes Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Aller von Brenneckenbrück bis zur Wesermündung	27.12.2023 14:16	großes Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen
Weser, untere Leine und untere Aller	27.12.2023 12:10	großes Hochwasser	Überregionaler Hochwasserdienst
Niedersächsisches Binnenland - Übersicht	27.12.2023 10:16	großes Hochwasser	Hochwasservorhersagezentrale Niedersachsen

Abbildung 37: Verfügbare Warnlageberichte der HWVZ auf dem NLWKN Pegelportal unter www.pegelonline.nlwkn.niedersachsen.de/Warnung am 27.12.2023



Länderübergreifendes
Hochwasser
Portal

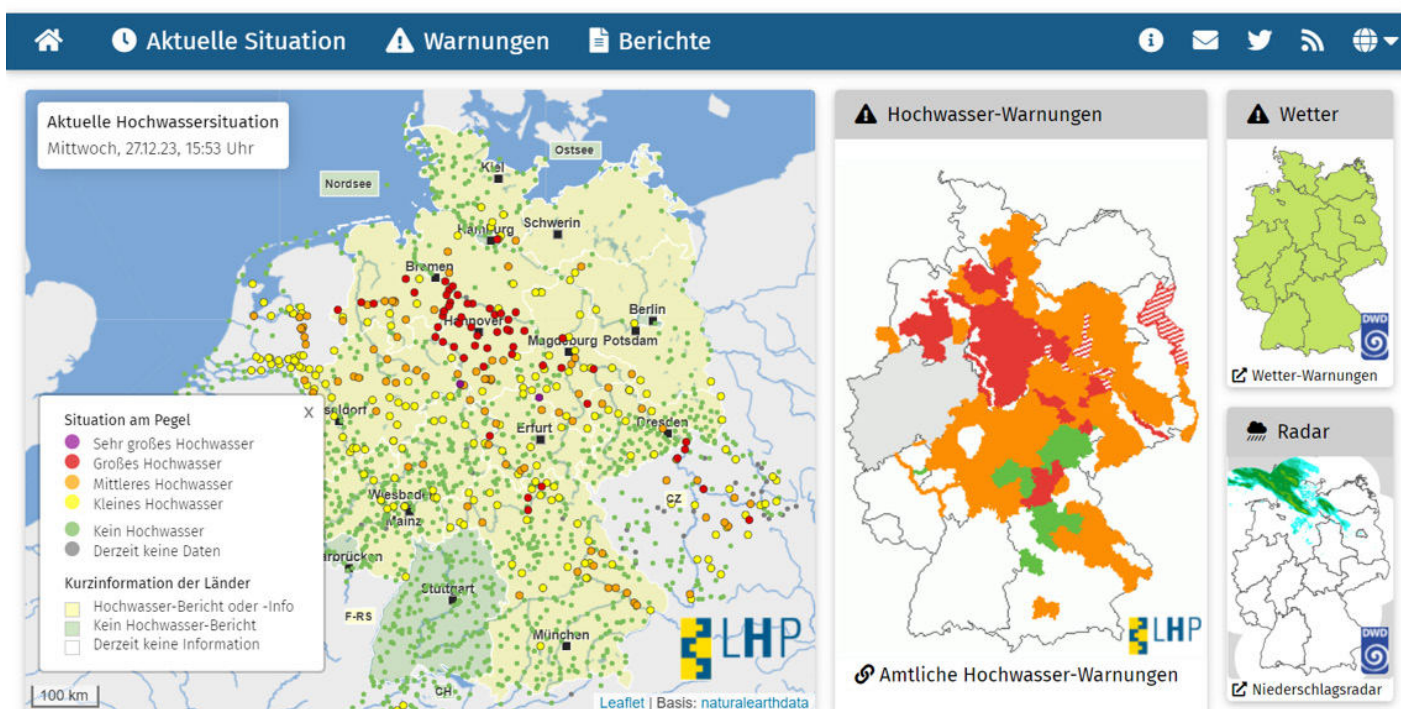


Abbildung 38: Aktuelle Hochwassersituation auf dem Länderübergreifenden Hochwasser Portal LHP (www.hochwasserzentralen.de) am 27.12.2023

Warnmeldungen in der Übersicht

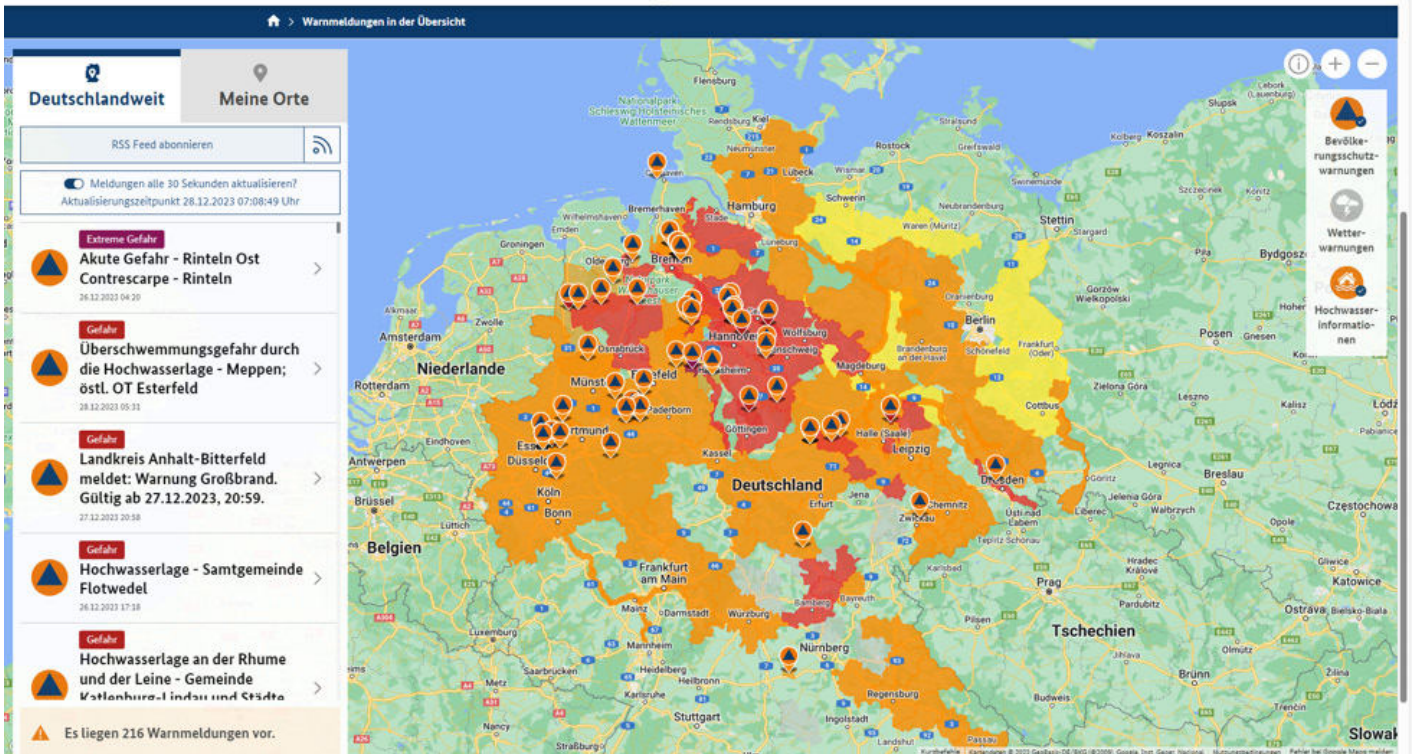


Abbildung 39: Warnmeldungen auf dem Webportal NINA des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK, <https://warnung.bund.de/meldungen>) am 28.12.2023

7.2 Hochwassermeldedienste

Die Hochwassermeldedienste sind Teil des hydrologischen Landesdienstes in Niedersachsen und waren während des Hochwasserereignisses über Weihnachten und Silvester ebenfalls stark gefordert. Die Meldedienste haben regionale und überregionale Zuständigkeiten für die binnenländischen Flussgebiete Niedersachsens und bilden sich aus den NLWKN Betriebsstellen, in denen es Hochwassermeldepegel im Binnenland gibt, für die Hochwassermeldefaxe erstellt und versendet werden. Die Meldefaxe wurden an die Kommunen und zuständigen Personenkreise des Katastrophenschutzes (z.B. Feuerwehren) mehrmals täglich per E-Mail versendet. Zum Teil waren die Meldedienste aktive Teilnehmende bei Videokonferenzen mit den Stauanlagenbetreibern, der Tal-sperrenaufsicht und der HWVZ. Dies erwies sich als sinnvoll, da die Meldedienste großes regionales sowie lokales Wissen besitzen und die aktuellen Lagen und Hochwasserauswirkungen vor Ort kannten. Die Meldedienste sind für viele Kommunen bekannte Personen und Ansprechpartner. Über Telefonate oder zum Teil auch Videokonferenzen waren alle Beteiligten des NLWKN während des Hochwassers stets auf demselben Wissensstand, sodass auf jeder Beratungsebene einheitliche Warn- und Informationsweitergaben zur Gefahrenlage und der Prognose gewährleistet waren. Die in den Faxen der Hochwassermeldedienste sind häufig die Wasserstandsprognosen der HWVZ integriert. Daneben wird von den Meldediensten im Meldefax zusätzlich eine regionale Einschätzung zur Abflusslage integriert. Insbesondere in Gebieten, in denen keine Hochwasservorhersagemodelle betrieben werden, stellt dies einen Mehrwert dar.

8 Zusammenfassung und Fazit

Das Winterhochwasser über Weihnachten 2023 und den Jahreswechsel 2023/24, welches seinen Schwerpunkt über einen langen Zeitraum von rund drei bis vier Wochen hatte, forderte die Bevölkerung und das gesamte Land Niedersachsen auf allen administrativen sowie operativen Ebenen in besonderem Maße heraus.

Auslöser für den Schweregrad des Hochwasserereignisses waren letztlich stark überdurchschnittlich hohe und flächendeckende Niederschlagsmengen über mehrere Tage und Wochen, beginnend ab dem 19.12.2023, die v.a. im Vergleich zu bisherigen Winterniederschlägen in vielen Flussgebieten neue meteorologische Rekordwerte aufstellten. Diese waren gekoppelt an zuvor eingetretene überdurchschnittlich hohe Regenmengen im Oktober und November und schließlich Dezember 2023. Dementsprechend stark gesättigt waren die Böden, die kaum noch Wasser aufnehmen konnten. In der Folge kam es durch das einsetzende Regenereignis vom 20. auf den 21.12.2023 in weiten Teilen Niedersachsens zu schnell eintretenden Hochwassersituationen mit verbreiteten Überschreitungen der Meldestufen 1 und 2 und nachfolgend 3. Über den langen Hochwasserzeitraum entstanden große Hochwasserwellenvolumen, die sich mit zunehmender Flussgebietsgröße zu auftürmenden, lang gezogenen Hochwasserwellen entwickelten. Dadurch wurden insbesondere die großen Unterlaufgebiete, d.h. die Bereiche eines Flusseinzugsgebietes, in denen das meiste Wasser aus dem Gebiet ankommt, stark belastet. Durch die lange Dauer der hohen Wasserstände waren die Standsicherheiten von Deichen, Dämmen und Verwallungen an mehreren Stellen in Niedersachsen gefährdet, in manchen Gebieten verschärft durch das stürmische Wetter. Aber auch an kleinen bis mittelgroßen Flüssen unterlagen weitläufige Bereiche den großen Krafteinwirkungen der Wassermassen, was zu Schäden an Dämmen und Straßen führte, wie z.B. in den Landkreisen Northeim und Emsland.

Es gab verteilt über Niedersachsen an einem Dutzend Binnenpegeln neue Rekordwasserstände. Einige weitere Pegel lagen nur wenige Zentimeter unter ihren bisherigen Höchstwasserständen. Die Unterläufe der größeren Flusseinzugsgebiete in Niedersachsen wiesen an vielen Stellen Abflussjährlichkeiten mit Wiederkehrintervallen von rund 20 bis 25 Jahren auf. Die meisten Ober- und Mittelläufe der niedersächsischen Flüsse hatten im Mittel nur 5- bis 10-jährliche Hochwasserwiederkehrzeiten, vereinzelt darüberliegend wie an der Mittelweser.

Die Vorwarnzeiten, die Vorhersagen und demzufolge die Vorbereitungszeiten auf das Bevorstehende waren verhältnismäßig lang und von guter Qualität. Das gilt auch für die Wettervorhersagen, die vor dem Ereignis sehr stabil waren. Regelmäßige Beratungen durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) gewährleisteten über die gesamte Ereignisdauer eine verlässliche Einschätzung der hydrometeorologischen Lage.

Hochwasserwarnungen wurden bereits mehrere Tage vor der ersten Hochwasserwelle um Weihnachten vom NLWKN über Pressemitteilungen bekannt gegeben. Zahlreiche Flussgebiets-bezogene Hochwasserwarnlageberichte der HWVZ wurden auf dem NLWKN Pegelportal und auf dem Länderübergreifenden Hochwasserportal sowie über Katastrophen-Apps veröffentlicht. Die Hochwasserdienste des NLWKN (Geschäftsbereich 3) versendeten zusätzlich Hochwassermeldungen an Landkreise und Gefahrenabwehrbehörden. Diese Bandbreite an Informations- und Warnquellen konnte die Bewältigung der landesweiten Hochwassersituation maßgeblich unterstützen.

Die operationelle Hochwasservorhersage für die Weser befindet sich in der HWVZ aktuell noch im Testbetrieb. Aufgrund des Gefährdungspotenzials des Hochwasserereignisses hatte sich die HWVZ jedoch frühzeitig entschieden, die Öffentlichkeit zu warnen. Für die Veröffentlichung der Hochwasserwarnungen an der Weser wurden während des Ereignisses tägliche Videokonferenzen mit den Bundesländern Hessen, Nordrhein-Westfalen, Bremen und Niedersachsen sowie der WSV durchgeführt, in denen die Abflusslage gemeinsam beurteilt wurde und Warntexte abgesprochen wurden.

Medial besondere Aufmerksamkeit hatten die Talsperren im Westharz und das Hochwasserrückhaltebecken Salzderhelden an der Leine, da zwei Talsperren wegen Vollstaus in die geplante, kontrollierte Hochwasserentlastung gingen und im Hochwasserrückhaltebecken Salzderhelden erstmals ein Vollstau erreicht wurde. Die hydrologischen Auswirkungen im Vorland des Harzes und weiter flussabwärts waren in Bezug auf die verhältnismäßig geringe Abgabemengenerhöhung der Talsperren gegenüber den großen Abflussmengen aus dem jeweils gesamten Flusseinzugsgebiet jedoch verhältnismäßig gering. Es kam dadurch nicht zu einer Verschärfung der Abflusslage unterhalb der Talsperren. In diesem Kontext muss die außerordentlich effektive und enge Zusammenarbeit aller Beteiligten (mehrere Geschäftsbereiche des NLWKN, Harzwasserwerke GmbH) beim Stauanlagenmanagement hervorgehoben werden. Durch die hydrologischen und meteorologischen Vorhersageinformationen der HWVZ (Geschäftsbereich 3) für die verschiedenen Bauwerke gelang es den Bauwerksbetreibern (Geschäftsbereich 1 und Harzwasserwerke) gemeinsam mit der Talsperrenaufsicht (Geschäftsbereich 6), die Stauanlagen optimal zu steuern. In mindestens einmal täglichen Lagebesprechungen konnten durch die Modellrechnungen der HWVZ verschiedene Szenarien der Steuerung berechnet und diskutiert sowie die Steuerungen entsprechend angepasst werden. Nur durch diese Verkettung von frühzeitigem, intensivem Informationsfluss konnten die Stauanlagen während des Ereignisses, aber auch im Voraus durch Vorentlastungen, optimal gesteuert werden. Ein frühzeitiges Erreichen des Vollstaus an den Stauanlagen, was anschließende höhere Abgaben notwendig gemacht hätte, konnte damit verhindert werden. Aus Sicht des Landes und des Managements der Stauanlagen kann bei diesem Hochwasserereignis daher von einem Erfolg gesprochen werden. In Nachbesprechungen wurde die Effektivität dieser Zusammenarbeit bekräftigt. Schäden des Hochwassers konnten dadurch reduziert werden, auch wenn die Auswirkungen des Hochwassers vielerorts trotzdem zu kritischen Lagen führten.

Das Winterhochwasser hat einmal mehr auch die hohe Bedeutung des technischen Hochwasserschutzes für Niedersachsen aufgezeigt. Dies betrifft Dämme und Deiche ebenso wie Stauanlagen (z.B. Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken). Betrieb, Unterhaltung und Überwachung dieser Hochwasserschutzeinrichtungen sind essenziell. Neben dem natürlichen Hochwasserrückhalt in der Fläche werden auch die Ertüchtigung und der Neubau von Anlagen des technischen Hochwasserschutzes weiterhin eine wesentliche Rolle spielen müssen, insbesondere durch die Veränderung klimatischer Kenngrößen. Stauanlagen mit multifunktionaler Zweckbestimmung und deren Vernetzung (Speicherverbund) können helfen, zukünftige Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt und auf die Wasserwirtschaft zu kompensieren.

Um für zukünftige Hochwasserlagen weiterhin gerüstet zu sein, werden neben dem technischen Hochwasserschutz auch vorhandene Warnmedien und Informationswege weiter optimiert. Außerdem werden die Vorhersagesysteme von der Hochwasservorhersagezentrale kontinuierlich angepasst und weiterentwickelt, damit auch für die Zukunft eine bestmögliche Bewarnung der Öffentlichkeit gewährleistet ist. Hier sind sowohl die geplante Operationalisierung des Vorhersagesystems für die Weser als auch der Aufbau eines Vorhersagesystems für die Ems zu nennen.

Quellenverzeichnis

Literatur

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2023): Serie von schweren Nordsee-Sturmfluten am 21.12.2023 und 25.12.2023, abrufbar unter: [https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Wasserstand_und_Gezeiten/Sturmfluten/_Anlagen/Downloads/Nordsee_Sturmflut_20231221.pdf?blob=publicationFile&v=2#:~:text=und%2025.12.2023,-Zusammenfassung%20der%20Lage&text=Ab%20Donnerstag%2C%20den%2021.12.2023,19%3A54%20Uhr%20MEZ\).](https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Wasserstand_und_Gezeiten/Sturmfluten/_Anlagen/Downloads/Nordsee_Sturmflut_20231221.pdf?blob=publicationFile&v=2#:~:text=und%2025.12.2023,-Zusammenfassung%20der%20Lage&text=Ab%20Donnerstag%2C%20den%2021.12.2023,19%3A54%20Uhr%20MEZ).)

Deutscher Wetterdienst (2023): Deutschlandwetter im Jahr 2023, Pressemitteilung, abrufbar unter: https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2023/20231229-deutschlandwetter_jahr2023.pdf

Deutscher Wetterdienst (2023a): Monatlicher Klimastatus Deutschland – Dezember 2023, abrufbar unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_monat_klimastatus/monat_klimastatus.html

Grieger, J, Kunz T., Buschow S. et al. (2024): Dauerniederschläge und Weihnachtshochwasser im Winter 2023/24, abrufbar unter: https://www.researchgate.net/publication/380742994_Dauerniederschlaege_und_Weihnachtshochwasser_im_Winter_202324

Kaspar F., Rauthe M., Brendel C., et al. (2024): Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands vom 19. Dezember 2023 bis 5. Januar 2024, Deutscher Wetterdienst, abrufbar unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20240116_dauerniederschlaege_2023-2024.pdf

NLWKN 2023: KliBiW: Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland, abrufbar unter: <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/klibiw/das-projekt-klibiw-104191.html>.

NLWKN Betriebsvorschrift HRB Salzderhelden. Internes Dokument

Tivig M., Schröter J., Lorenz P., et al. (2024): Attributionsstudie zu den Niederschlagsereignissen in Niedersachsen Dezember 2023 - Januar 2024, Deutscher Wetterdienst, abrufbar unter: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/spez_themen/attributionen/links/2023_studie.pdf

Bildnachweise aus dem Internet

DWD: Analyse- und Prognosekarten Europa
https://www.dwd.de/DE/leistungen/hobbymet_wk_europa/hobbyeuropakarten.html?nn=16102. Abgerufen am 22.12.2023

Wetterbote Großwetterlage:
<https://www.wetterbote.de/grosswetterlage/>. Abgerufen am 24.12.2023

Datenbezug

DWD: CDC-Server (Climate Data Center) für meteorologische Daten des DWD

DWD: Bereitstellung von Flussgebietsniederschlägen für unterschiedliche Dauerstufen an NLWKN

Wasserstandsdaten der Bundeswasserstraßenpegel von der BfG (2023 und 2024): Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Abkürzungsverzeichnis

a.P.	am Pegel
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
CEMS	Copernicus Emergency Management Service
DWD	Deutscher Wetterdienst
EFAS	European Flood Awareness System
HQx	Hochwasserabfluss (HQ) mit Angabe der statistischen Wiederkehrzeit in Jahren (x)
HRB	Hochwasserrückhaltebecken
HWVZ	Hochwasservorhersagezentrale
HWW	Harzwasserwerke GmbH
KOSTRA-DWD	Koordinierte Starkniederschlags-regionalisierung und -auswertung des DWD $\hat{=}$ Rasterdaten zu Niederschlags-höhen und -spenden in Abhängigkeit von der Niederschlagsdauer D und der Jährlichkeit T (Wiederkehrintervall).
mm	Millimeter in Bezug auf die Niederschlagsmenge. Entspricht der Angabe Litern pro Quadratmeter
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

Impressum



Herausgeber

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NLWKN Direktion
Am Sportplatz 23
26506 Norden
Telefon: (04931) 947 – 24
E-Mail: pressestelle@nlwkn.niedersachsen.de
www.nlwkn.niedersachsen.de



Titelbild:

Hochwassersituation Ende Dezember 2023 in Verden/Aller, ©NLWKN,
Foto: H. Harting

Fotos:

©NLWKN

Redaktion:

NLWKN Geschäftsbereich 3 – Hochwasservorhersagezentrale

Unter Mitwirkung von:

NLWKN Geschäftsbereich 6 – Talsperrenaufsicht
NLWKN Geschäftsbereich 3 – Oberirdische Gewässer
NLWKN Geschäftsbereich 1 – Betrieb und Unterhaltung
Harzwasserwerke GmbH

Gestaltung:

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz,
Svea Glamann

Veröffentlichungsdatum:

März 2025