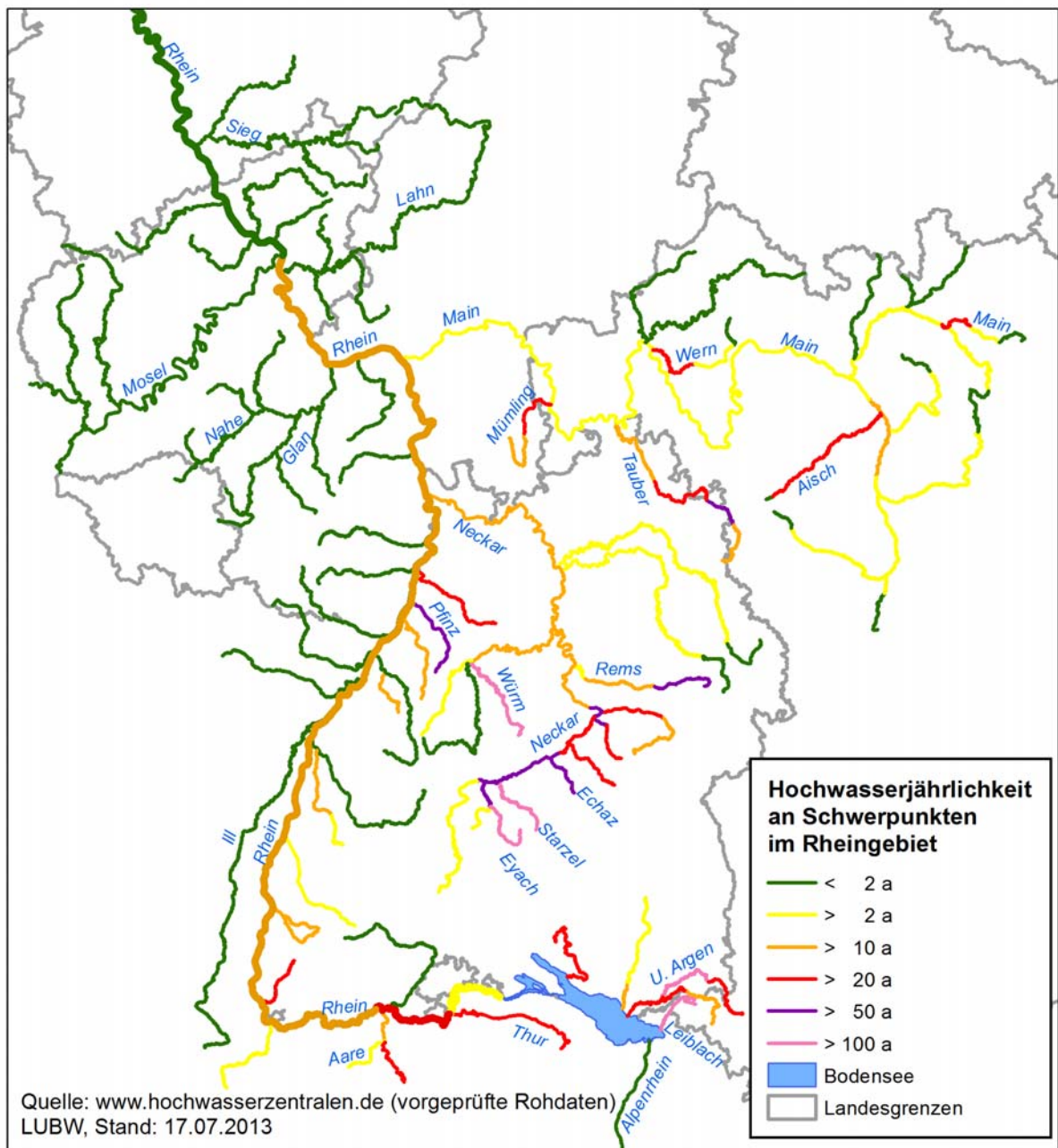


# DAS RHEINHOCHWASSER JUNI 2013

## Bericht der Hochwasserzentralen am Rhein

Stand: 05.11.2013



**Redaktion:**

Philippe Gyarmati, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Laurent Philippoteaux, Marc Klipfel, Service de Prévision des Crues (SPC)

Angela Sieber, Manfred Bremicker, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

Andreas Meuser, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG)

Bianca Dohm-Müller, Generaldirektion Wasser- und Schifffahrt, Außenstelle Südwest (GDWS SW)

**mit Beiträgen von:**

Amt der Vorarlberger Landesregierung (AVLR)

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW)

Rijkswaterstaat Verkeer- en Watermanagement, Watermanagementcentrum Nederland

Deutscher Wetterdienst (DWD)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Ausgangslage</b> .....	<b>8</b>
1.1 Hydrometeorologie.....	8
1.2 Bodenfeuchte.....	9
1.3 Schneesituation .....	11
<b>2 Hochwasserverlauf</b> .....	<b>13</b>
2.1 Gesamtübersicht zum Rheingebiet.....	13
2.2 Aare, Hochrhein, Bodensee und baden-württembergische Bodenseezuflüsse .....	15
2.3 Oberrhein .....	16
2.4 Mittelrhein .....	17
2.5 Niederrhein .....	18
<b>3 Maßnahmen während des Hochwassers</b> .....	<b>19</b>
3.1 Allgemeine Maßnahmen und Auswirkungen auf die Schifffahrt .....	19
3.2 Retentionsmaßnahmen im Einzugsgebiet des Hochrheins .....	19
3.3 Retentionsmaßnahmen am Oberrhein.....	20
3.3.1 Retentionsmaßnahmen in Baden-Württemberg und Frankreich .....	21
3.3.2 Retentionsmaßnahmen in Rheinland-Pfalz .....	23
3.4 Schlussfolgerungen für die Hochwasservorhersagezentralen.....	26
<b>4 Hochwasservorhersage und Hochwassermeldewege</b> .....	<b>27</b>
4.1 Hochwasservorhersage .....	27
4.2 Hochwassermeldewege.....	29
<b>5 Quellenangaben</b> .....	<b>30</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>32</b>
A.1 Grafiken der interpolierten Niederschlagssummen.....	32
A.2 Grafiken zur Wirkung der Retentionsmaßnahmen am Oberrhein.....	40

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Maximale Hochwasserjährlichkeiten im deutschen Rheineinzugsgebiet während des Juni-Hochwassers. Die Jährlichkeiten beinhalten die Scheitelabminderung durch Retentionsmaßnahmen. (Ohne Abminderung lägen die Maximalwerte höher. Details zur Auswirkung der Rückhaltemaßnahmen siehe Kapitel 4.3: Retentionsmaßnahmen am Oberrhein .....	7
Abb. 2: Niederschlagssumme vom 27.05. 07 Uhr (UTC) bis 03.06.13 06 Uhr (UTC) (Grafik: DWD, [2]) .....	8
Abb. 3: Bodenfeuchte Ende Mai 2013 als Mittelwert über ganz Deutschland (Grafik: DWD [2]) .....	9
Abb. 4: Extremwerte der Bodenfeuchte am 26.05.13. Mai 2013 im Vergleich zu den Maximalwerten der Jahre 1962 bis 2012 (Grafik: DWD) .....	10
Abb. 5: Schneewasseräquivalent im Schweizerischen Rheineinzugsgebiet am 29.05. (oben) und 05.06.13 (unten) .....	12
Abb. 6: Veränderung des Schneewasseräquivalents im Schweizerischen Rheineinzugsgebiet zwischen dem 30.05. und dem 02.06.13 (blau = Zunahme, rot=Abnahme).....	13
Abb. 7: Ablauf der Rhein-Hochwasserwelle unter Berücksichtigung der Aufhöhung aus Nebenflüssen (Grafik: BfG [1]) .....	14
Abb. 8: Hochwassersituation der Fließgewässer vom 01. bis 03.06.13: Vergleich der maximalen Abflüsse mit der Hochwasserstatistik. (Grafik: BAFU [5]) .....	16
Abb. 9: Überschwemmtes Segelfluggelände in Oppenheim nach Überströmen des Sommerdeichs. (Foto: Ehler Fell).....	17
Abb. 10: Teilweise überspültes Rheinufer am Pegel Mainz am 4. Juni (Foto: Dieter Prellberg).....	18
Abb. 11: Übersicht der Retentionsmaßnahmen am Oberrhein (grün: fertiggestellt, orange: im Bau/geplant. In Klammern die Rückehaltvolumina in Mio. m3) (Grafik: IKSR [9], Stand Juni 2012. Fertiggestellt sind mittlerweile auch Wörth/Jöckgrim und Mechtersheim).....	20
Abb. 12: Scheitelabmindernde Wirkung der gesteuerten Rückhaltemaßnahmen für den Pegel Maxau.....	22
Abb. 13: Eingestaute Hochwasserrückhaltung Daxlander Au (Foto: Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz) .....	23
Abb. 14: Eingestaute Hochwasserrückhaltungen Worms Mittlerer Busch und Worms Bürgerweide (Foto: Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz).....	24
Abb. 15: Abflussverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Mainz mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen. ....	26
Abb. 16: Vorhersagezentralen im Rheingebiet sowie in angrenzenden Flussgebieten und Nachbarländern .....	28

Abb. 17: Interpolierte Niederschlagssumme (96 Stunden) vom 30.05. 0 Uhr bis 02.06. 23 Uhr für das Schweizer Hochrhein-Einzugsgebiet (Datenquelle: BAFU).....	32
Abb. 18: 72-stündige Niederschlagssummen vom 30.05 08 Uhr bis 02.06 08 Uhr. Messstationen der MeteoSchweiz (SwissMetNet, NIME, OBS) und verfügbare Partnermessnetze (NABEL, kantonale Messnetze AG/BE/GR/LU/SO/TG/TI/VS/ZH sowie Fürstentum Liechtenstein, Meteomedia). Hinweis: das Hauptereignis dauerte rund 48 Stunden, deckte sich jedoch vielerorts nicht mit den Standard-Niederschlagsmessterminen für Tagessummen um 06 Uhr UTC. ....	33
Abb. 19: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 15 Uhr bis 02.06. 15 Uhr für das Vorarlberger Hochrhein-Einzugsgebiet (Grafik: AVLr) .....	34
Abb. 20: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 05 Uhr bis 02.06. 05 Uhr für das Hochrhein-, Bodensee- und Oberrhein-Einzugsgebiet (Grafik: LUBW).35	
Abb. 21: Interpolierte Niederschlagssumme (240 Stunden) vom 25.05. 00 Uhr bis 03.06. 00 Uhr für bayerische Main-Einzugsgebiet (Grafik: LfU).....	36
Abb. 22: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 05 Uhr bis 02.06. 05 Uhr für das hessische Main-Einzugsgebiet (Grafik: HLUG) .....	36
Abb. 23: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 05 Uhr bis 02.06. 05 Uhr für Lahn-Einzugsgebiet (Grafik: HLUG).....	37
Abb. 24: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 05 Uhr bis 02.06. 05 Uhr Rheinland-Pfalz (Nahe-EZG, Teil-EZG Mosel) (Grafik: LUWG) .....	38
Abb. 25: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 05 Uhr bis 02.06. 05 Uhr Mosel-Einzugsgebiet (Grafik: LUWG).....	39
Abb. 26: scheidelabmindernde Wirkung der gesteuerten Rückhaltmaßnahmen den Pegel Maxau (blau: gemessener Abflussverlauf bei Maxau mit Einsatz der gesteuerten Rückhaltmaßnahmen, rot: berechneter Abflussverlauf ohne Einsatz) .....	40
Abb. 27: scheidelmindernde Wirkung der gesteuerten Rückhaltmaßnahmen den Pegel Speyer (blau: gemessener Abflussverlauf bei Maxau mit Einsatz der gesteuerten Rückhaltmaßnahmen, rot: berechneter Abflussverlauf ohne Einsatz) .....	40
Abb. 28: scheidelmindernde Wirkung der gesteuerten Rückhaltmaßnahmen den Pegel Worms (blau: gemessener Abflussverlauf bei Maxau mit Einsatz der gesteuerten Rückhaltmaßnahmen, rot: berechneter Abflussverlauf ohne Einsatz) .....	41
Abb. 29: Abflussverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Kaub mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen. ....	41
Abb. 30: Abflussverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Andernach mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen. ....	42
Abb. 31: Abflussverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Köln mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen. ....	42

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Scheitelwerte an ausgewählten Pegeln im Rheineinzugsgebiet .....	14
Tabelle 2: Scheitelabminderung durch Retentionsmaßnahmen an ausgewählten Rheinpegeln .....	20
Tabelle 3: In Baden-württembergischen und französischen Maßnahmen zurück gehaltene Volumina (vorläufige Angaben): .....	21

## Zusammenfassung

Anfang Juni 2013 bildete sich aufgrund großflächiger, lang anhaltender extremer Niederschläge in Teilen des Rheineinzugsgebiets Hochwasser aus. Die Hochwasserentstehung wurde dabei durch eine bereichsweise außergewöhnlich hohe Bodenfeuchte verstärkt. Die Schneeschmelze hatte für das Ereignis nur eine geringe Bedeutung.

Entsprechend der großräumigen Niederschlagsverteilung wurden die größten Hochwasserjährllichkeiten (z.T. über 100-jährliche Hochwasser) in den baden-württembergischen, bayerischen und schweizerischen Anteilen des Rheingebietes erreicht, insbesondere in den baden-württembergischen Bodenseezuflüssen, in Aare und Thur, im oberen Neckargebiet sowie im oberen Mainingebiet.

Im Rhein selbst lag die höchste Abflussjährlichkeit bei rund 30 Jahren, und zwar im Bereich des Hochrheins flussabwärts der Thurmündung bis in den Oberrhein auf Höhe der Rückhaltemaßnahmen bei Kehl-Straßburg. Flussabwärts der Moselmündung lag das Rheinhochwasser nur noch im Bereich des mittleren jährlichen Hochwassers (MHQ für den Zeitraum 2000 bis 2010). Einen grafischen Überblick über die maximal aufgetretenen Scheitelwerte gibt Abb. 1

Das Hochwasser hatte von der Scheitelbildung am Schweizer Pegel Basel-Rheinhalle bis zur niederländischen Grenze eine Laufzeit von etwa einer Woche.

In Baden-Württemberg wurden zwei, in Frankreich ebenfalls zwei und in Rheinland-Pfalz eine gesteuerte Retentionsmaßnahme eingesetzt. Insgesamt wurden am südlichen Oberrhein etwa 45 Mio. m<sup>3</sup> Rückhalteraum eingesetzt; zusätzlich wurden in Rheinland-Pfalz rund 9 Mio. m<sup>3</sup> Wasser zurückgehalten (Deichrückverlegungen, Sommerdeiche), und somit in der Summe ca. 54 Mio. m<sup>3</sup> Wasser der Welle temporär entzogen. Dies führte zu einer Abminderung der Rheinwasserstände in einer Größenordnung von 20 - 30 cm im mittleren Oberrhein und rund 10 cm im Niederrhein.

Die Schifffahrt auf dem Rhein musste im Bereich von Basel bis Rheinfelden sowie von Iffezheim bis Kaub eingestellt werden. Auch auf dem Neckar war der Schiffsverkehr eingestellt.

Generell verlief das Juni-Hochwasser am Rhein im Vergleich zu den etwa zeitgleich stattfindenden extremen Ereignissen, z.B. an der Elbe und der Donau, sehr „glimpflich“. Sofern das Tiefdruckgebiet sich noch etwas weiter nach Nordwesten verlagert hätte, wären auch am Rhein mit extremen Hochwasserlagen zu rechnen gewesen, deren Bewältigung einige der Vorhersagezentralen an den Rand der personellen Ressourcen gebracht hätte.

Die Zusammenarbeit und Abstimmung zwischen den Rheinzentralen klappte während des Hochwassers reibungslos.

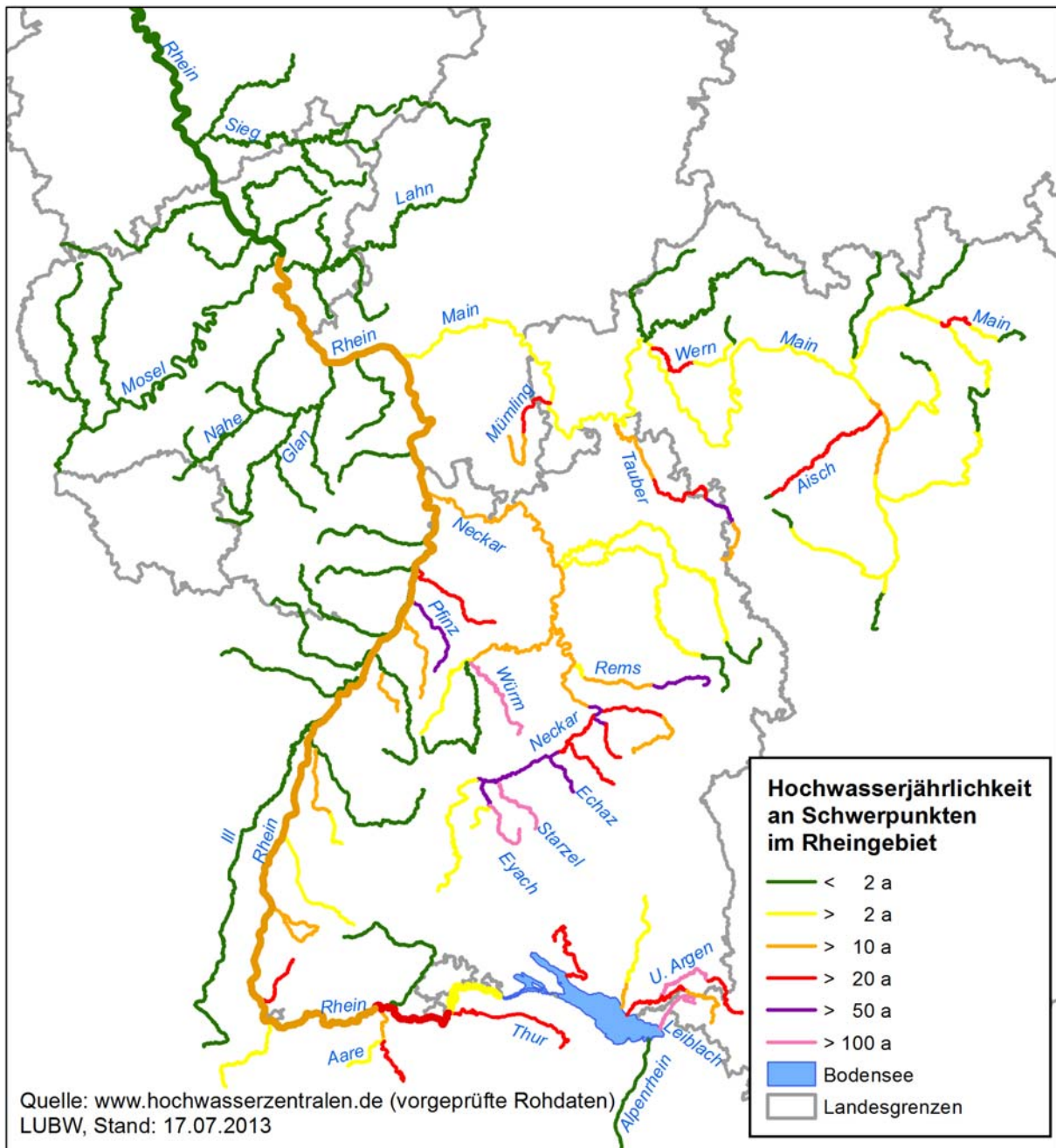


Abb. 1: Maximale Hochwasserjährlichkeiten im deutschen Rheineinzugsgebiet während des Juni-Hochwassers. Die Jährlichkeiten beinhalten die Scheitelabminderung durch Retentionsmaßnahmen. (Ohne Abminderung lägen die Maximalwerte höher. Details zur Auswirkung der Rückhaltmaßnahmen siehe Kapitel 3.3: Retentionsmaßnahmen am Oberrhein



# 1 Ausgangslage

## 1.1 Hydrometeorologie

Im Mai 2013 fiel in weiten Teilen Deutschlands – mit Ausnahme des Nordwestens, des Nordostens und Teilen des Südens – verglichen mit dem langjährigen Mittel (Bezugsperiode 1961-1990) das Doppelte der monatlichen Niederschlagsmenge. In einem breiten Streifen vom südlichen Schleswig-Holstein bis zum nördlichen Bayern wurden 250 %, gebietsweise sogar mehr als 300 % des monatlichen Niederschlagsolls erreicht [1]. Auslöser der z.T. extrem ergiebigen Dauerniederschläge von Ende Mai/Anfang Juni war ein Höhentief über Südosteuropa, das vom östlichen Mittelmeer feuchtwarme Luft nach Osteuropa verfrachtete. Diese Luftmassen verlagerten sich dann innerhalb Deutschlands von Nordosten südwärts an die Alpen und stauten sich dort längerfristig an. Das Tief blieb vom 30.05. bis 02.06.13 über drei Tage nahezu stationär in dieser Lage und löste in Teilen des Rheineinzugsgebietes intensive Dauerniederschläge aus.

Bei der geschilderten Wetterlage handelte es sich nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes (DWD) - anders als bei den Hochwassersituationen 1997 und 2002 - nicht um eine klassische Vb-Großwetterlage, sondern um den dieser Wetterlage ähnlichen Typ „Tief Mitteleuropa (Tm)“, der ebenfalls beträchtliche Niederschläge mit sich bringen kann [2].

Die vom DWD ermittelte Wochen-Niederschlagssumme für Süd- und Mitteldeutschland ist in Abb. 2 dargestellt.

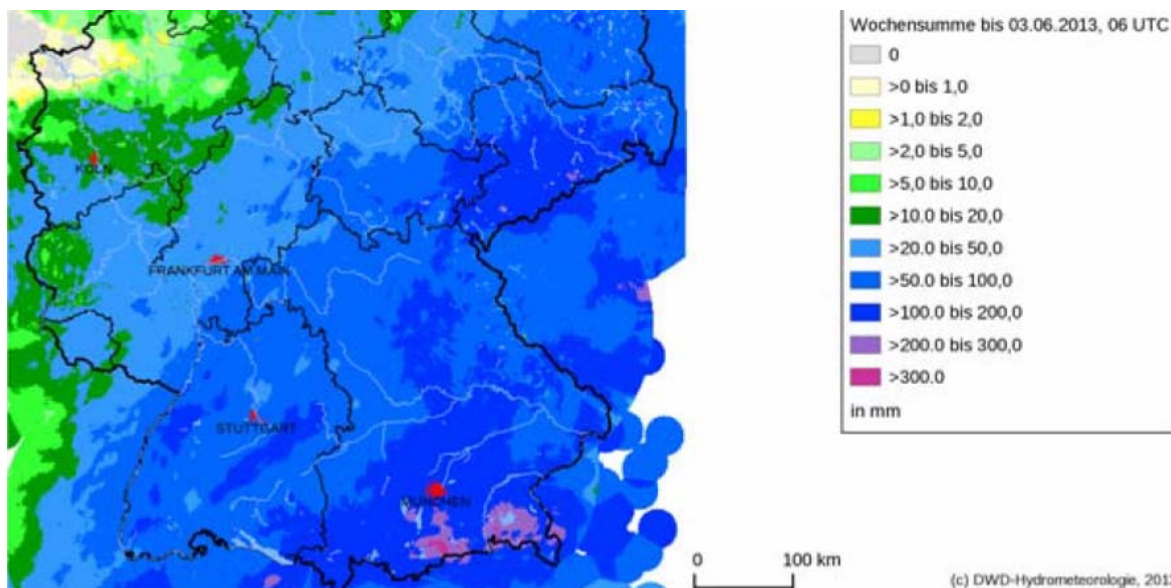


Abb. 2: Niederschlagssumme vom 27.05. 07 Uhr (UTC) bis 03.06.13 06 Uhr (UTC) (Grafik: DWD, [2])

Vergleicht man die im hochwasserrelevanten Zeitraum gefallenen Niederschläge mit der mittleren Niederschlagssumme für den Mai (Periode 1961 -1990) so zeigt sich, dass in manchen Regionen des Rheineinzugsgebietes in zwei Tagen ungefähr so viel Niederschlag fiel, wie durchschnittlich im gesamten Monat zu erwarten ist.

Die für den Rhein relevanten Niederschläge fielen insbesondere im Schwarzwald, im Allgäu, Teilen des Neckareinzugsgebietes sowie am zentralen und östlichen Alpennordhang in der Schweiz und Vorarlberg. Nach Angaben von MeteoSchweiz betrug die höchsten Niederschlagssummen 100 bis 180 mm in 48 Stunden. An der Station Schwägalp wurde

sogar eine Summe von 245,2 mm in 48 Stunden verzeichnet. Wegen der relativ tiefen Temperaturen fielen die Niederschläge in höheren Lagen teilweise als Schnee [3]. In Vorarlberg wurden bereichsweise extreme Niederschläge von bis zu 270 mm in 63 Stunden registriert [4].

Die von den einzelnen Vorhersagezentralen für die verschiedenen Teilgebiete interpolierten, flächigen Niederschlagshöhen sind im Anhang abgebildet.

## 1.2 Bodenfeuchte

Aufgrund wiederholter Starkniederschläge und Dauerregen im Mai lag die Bodenfeuchte in weiten Bereichen Deutschlands Ende Mai 2013 auf einem deutlich überdurchschnittlichen Niveau [2]. Abb. 3 zeigt die Bodenfeuchte Ende Mai 2013 als Mittelwert über ganz Deutschland und verdeutlicht den im Vergleich zu den vergangenen 50 Jahren extremen Zustand. Eine Karte der Extremwerte der Bodenfeuchte am 26.05.13 im Vergleich zu den Maximalwerten der Jahre 1962 bis 2012 ist in Abb. 4 dargestellt.

Auch in Teilen des Hoch- und Oberrhein-Einzugsgebietes war durch den niederschlagsreichen Mai bereits vor Beginn der Starkniederschläge eine hohe Bodenfeuchte gegeben, was eine hohe Abflussbereitschaft der Böden zur Folge hatte.

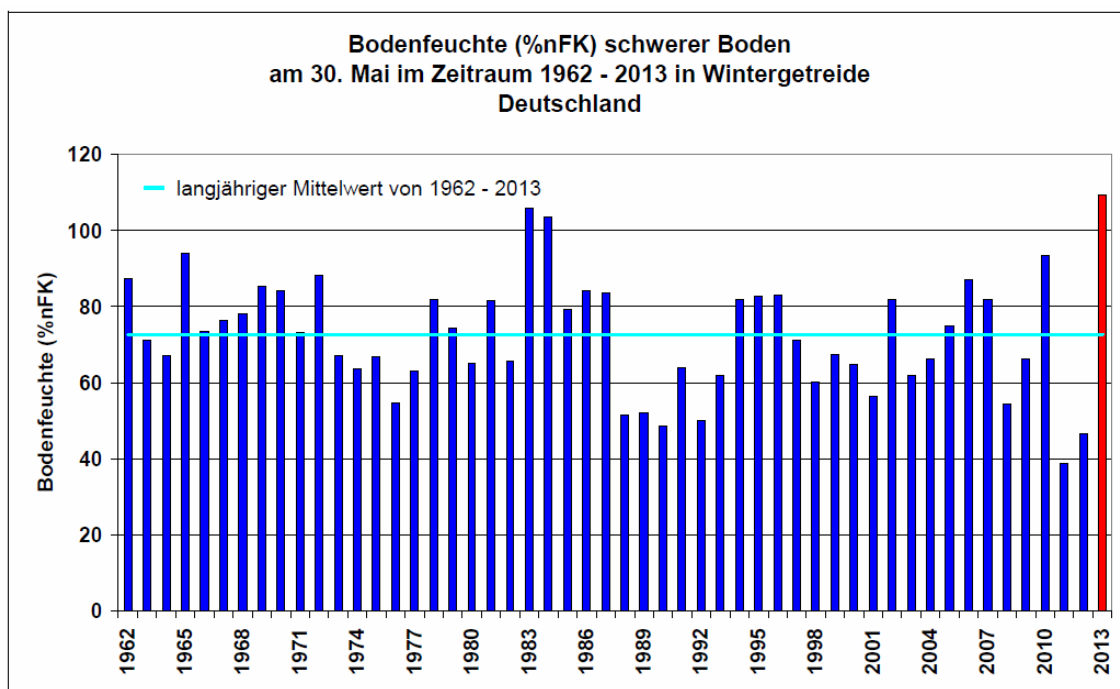
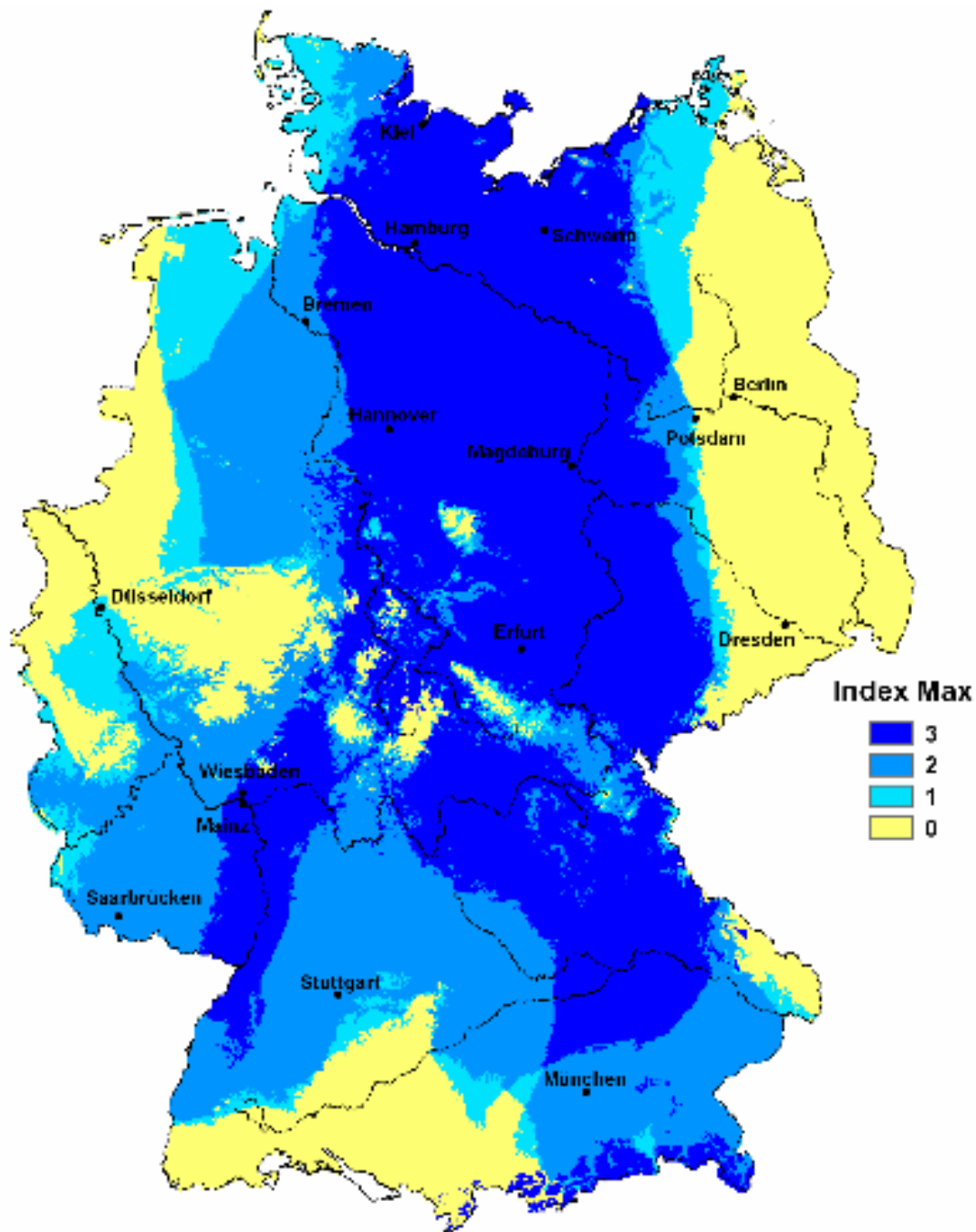


Abb. 3: Bodenfeuchte Ende Mai 2013 als Mittelwert über ganz Deutschland (Grafik: DWD [2])



0 – kein Maximum überschritten  
 1 – der dritthöchste Bodenfeuchtwert wird überschritten  
 2 – der zweithöchste Bodenfeuchtwert wird überschritten  
 3 – der höchste Bodenfeuchtwert wird überschritten – neues absolutes Maximum

Für jeden Rasterpunkt werden für den betrachteten Tag aus dem Zeitraum 1961 bis zum letzten Jahr die drei höchsten Bodenfeuchten bestimmt. Für denselben Tag im aktuellen Jahr werden diejenigen Gebiete gekennzeichnet, in denen einer der drei Maxima überschritten wird.

Abb. 4: Extremwerte der Bodenfeuchte am 26.05.13. Mai 2013 im Vergleich zu den Maximalwerten der Jahre 1962 bis 2012 (Grafik: DWD)

### **1.3 Schneesituation**

Im betrachteten Hochwasserzeitraum lag in den Alpen bereichsweise noch eine relevante Schneedecke. Wie die Karten des im Schweizerischen Rheineinzugsgebiet am 29.05. und 05.06. vorhandenen Schneewasseräquivalents (Abb. 5) sowie die Differenzenkarte (Abb. 6) zeigen, spielte die Schneeschmelze allerdings nur eine geringe Rolle für die Entstehung des Rheinhochwassers. Im Schweizerischen Rheineinzugsgebiet mobilisierte nach Angaben des Schweizerischen Schnee- und Lawinensinstituts (SLF) der Regen in einem Höhenbereich von 1700 bis 2100 Meter zusätzlich Schmelzwasser aus der Schneedecke.

Aufgrund der relativ tiefen Temperaturen fielen die Niederschläge im hochwasserrelevanten Zeitraum in höheren Lagen teilweise als Schnee. Die Schneefallgrenze lag während des ganzen Niederschlagsereignisses zwischen 1800 und 2300 Metern [3].

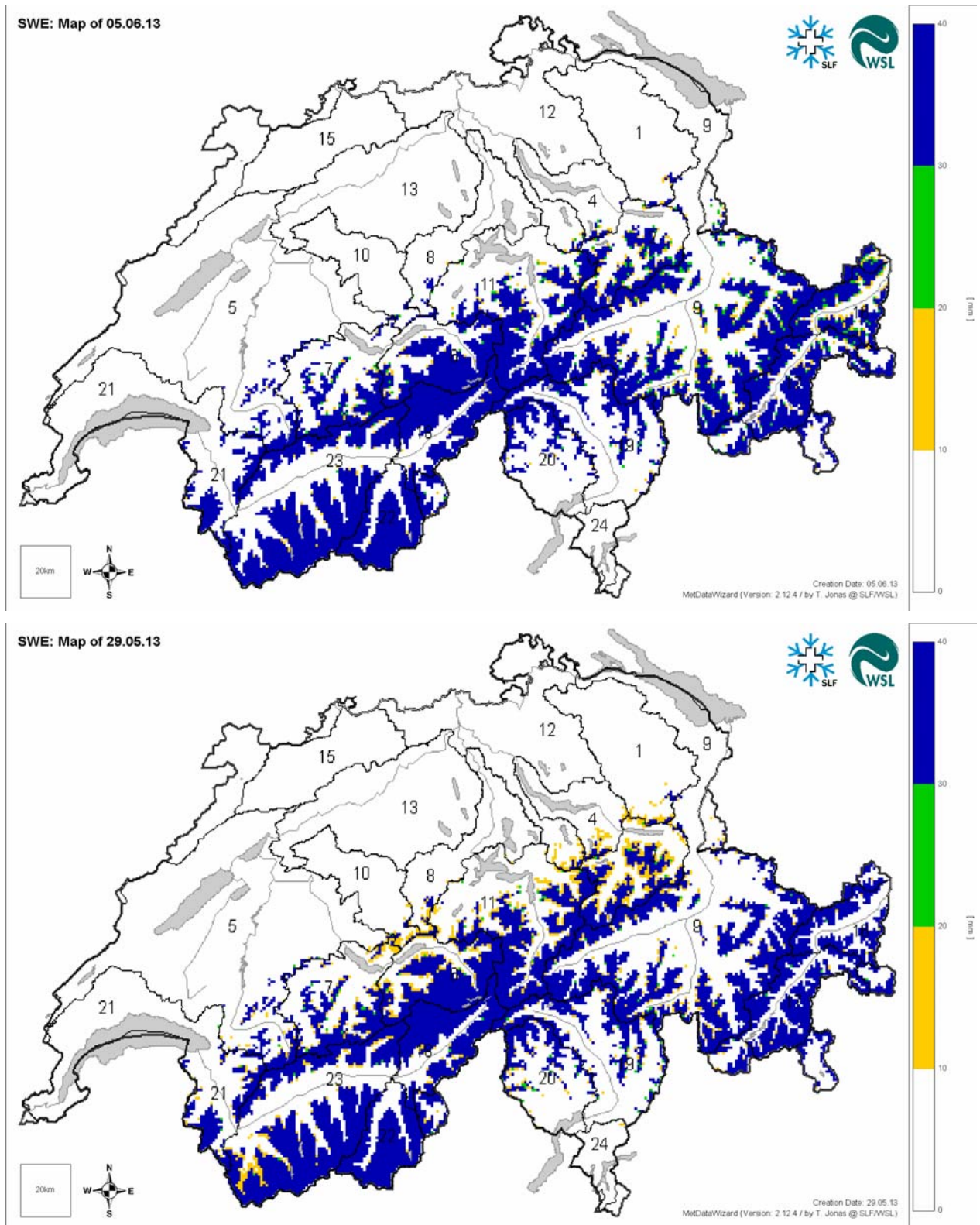


Abb. 5: Schneewasseräquivalent im Schweizerischen Rheineinzugsgebiet am 29.05. (oben) und 05.06.13 (unten)



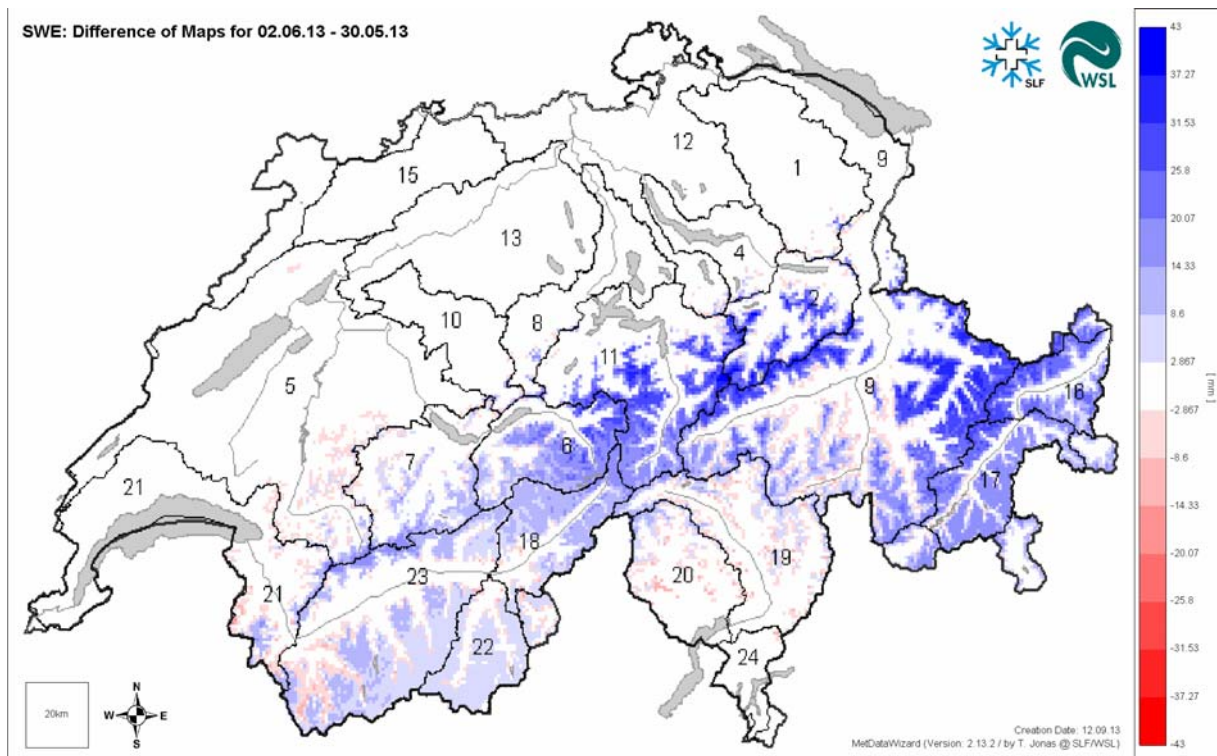


Abb. 6: Veränderung des Schneewasseräquivalents im Schweizerischen Rheineinzugsgebiet zwischen dem 30.05. und dem 02.06.13 (blau = Zunahme, rot=Abnahme)

## 2 Hochwasserverlauf

### 2.1 Gesamtübersicht zum Rheingebiet

Entsprechend der großräumigen Niederschlagsverteilung wurden die größten Hochwasserjährllichkeiten im Rheingebiet in den baden-württembergischen und bayerischen Bereichen des Einzugsgebietes erreicht, insbesondere in den baden-württembergischen Bodenseezuflüssen, im oberen Neckargebiet (z.T. über 100-jährliche Hochwasser) sowie im oberen Maingebiet (siehe Abb. 1).

Im Rhein selbst wurde die höchste Abflussjährlichkeit mit einem rund 30-jährlichen Hochwasser im Bereich des Hochrheins flussabwärts der Thurmündung bis in den Oberrhein auf Höhe der Rückhaltemaßnahmen bei Kehl-Straßburg erreicht.

Der Einsatz von Retentionsmaßnahmen in Frankreich, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz führte zu einer Abminderung der Rheinwasserstände in einer Größenordnung von 20 - 30 cm am mittleren Oberrhein und rund 10 cm im Niederrhein. Flussabwärts der Moselmündung lag das Rheinhochwasser nur im Bereich eines mittleren jährlichen Hochwassers (Details siehe Tabelle 1).

Den Ablauf der Hochwasserwelle des Rheins unter Berücksichtigung der Aufhöhung aus Nebenflüssen zeigt die Abb. 7

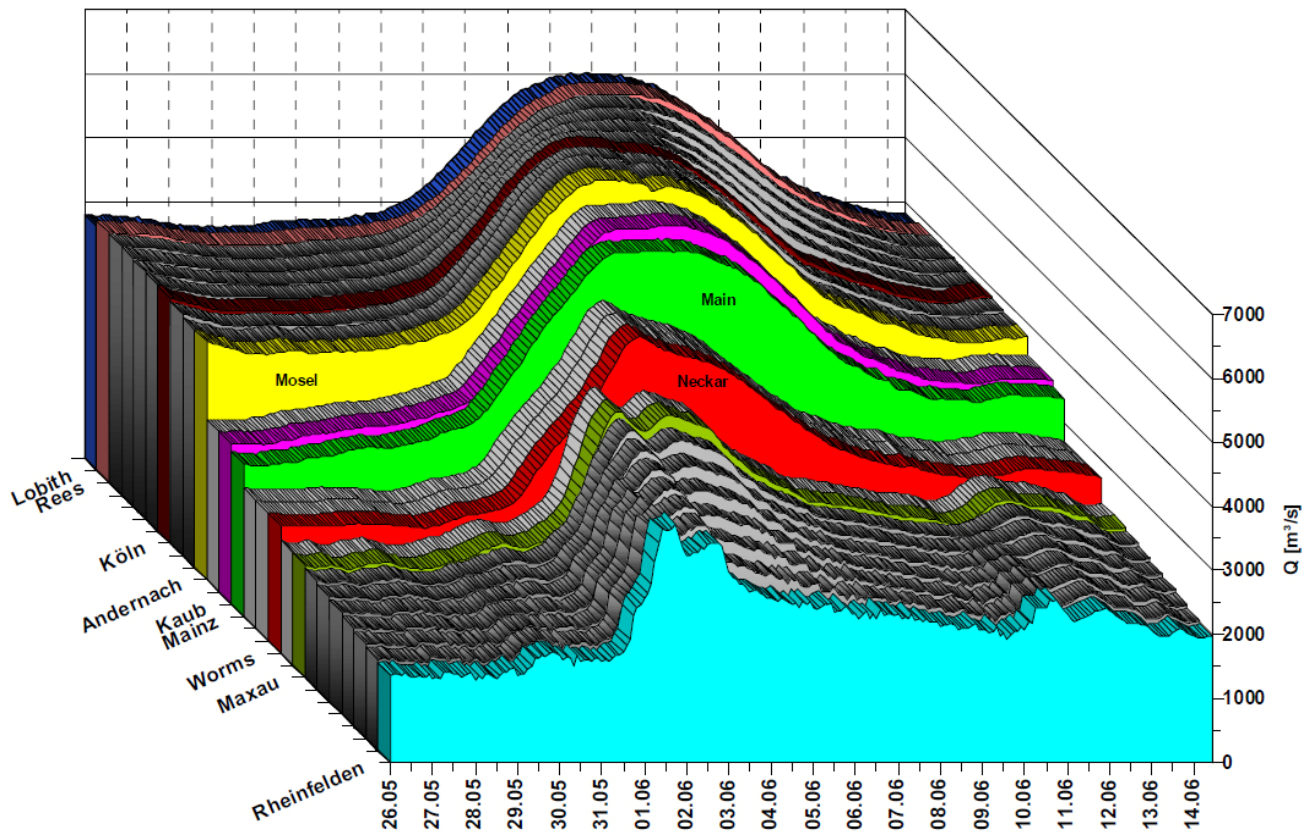


Abb. 7: Ablauf der Rhein-Hochwasserwelle unter Berücksichtigung der Aufhöhung aus Nebenflüssen (Grafik: BfG [1])

Tabelle 1: Scheitelwerte an ausgewählten Pegeln im Rheineinzugsgebiet

Pegel	Scheitelwert Juni 2013		Jährlichkeit <sup>1)</sup> (mit u. ohne Retention)
	Wasserstand / Datum	Abfluss	
Neuhausen/Rhein		817 m <sup>3</sup> /s / 4.6.	5 - 10 a
Andelfingen/Thur		992 m <sup>3</sup> /s / 2.6.	30 - 50 a
Rekingen/Rhein	542 cm / 2.6.		~ 30 a
Untersiggenthal/ Aare		2.008 m <sup>3</sup> /s / 1.6.	5 - 10 a
Basel/Rhein		3.879 m <sup>3</sup> /s/ 1.6.	10-30 a
Maxau/Rhein	869 cm / 2.6.	4.160 m <sup>3</sup> /s	10 - 20 a
Heidelberg/Neckar	529 cm / 2.6.	1.940 m <sup>3</sup> /s	10 - 20 a
Raunheim/Main	415 cm / 3.6.	1.260 m <sup>3</sup> /s	5 a
Mainz/Rhein	682 cm / 5.6.	5.720 m <sup>3</sup> /s	10 - 15 a
Kaub/Rhein	719 cm / 5.6.	5.910 m <sup>3</sup> /s	10 - 15 a
Koblenz/Rhein <sup>2)</sup>	635 cm / 4.6.	keine Angabe	keine Angabe
Andernach/Rhein	722 cm / 4.6.	6.250 m <sup>3</sup> /s	~ MHQ
Köln/Rhein	765 cm / 4.6.	6.160 m <sup>3</sup> /s	< MHQ
Duisburg Ruhrort/Rhein	854 cm / 5.6.	6.220 m <sup>3</sup> /s	~ MHQ
Emmerich/Rhein	690 cm / 6.6.	6.040 m <sup>3</sup> /s	< MHQ

<sup>1)</sup> = gerundete Werte  
<sup>2)</sup> = keine eindeutige Wasserstands – Abfluss – Beziehung vorhanden

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Juni-Hochwasser am Rhein im Vergleich zu den etwa zeitgleich stattfindenden extremen Ereignissen z.B. an der Elbe und der Donau, sehr „glimpflich“ ablief. Sofern das Tiefdruckgebiet sich noch etwas weiter nach Nordwesten verlagert hätte, wäre auch am Rhein mit extremen Hochwasserlagen zu rechnen gewesen.

## **2.2 Aare, Hochrhein, Bodensee und baden-württembergische Bodenseezuflüsse**

Die Abflussspitzen wurden in den Fließgewässern des Schweizer Mittellandes und im Jura größtenteils am Samstag, 01.06. erreicht. In der Ostschweiz erreichte eine zweite Hochwasserwelle am Sonntag, 02.06 teilweise noch höhere Abflusswerte. Ab Sonntagnachmittag sanken die Wasserführungen der Fließgewässer. Sie normalisierten sich im Verlaufe der folgenden Woche, abgesehen von einigen Seeausflüssen, mehrheitlich. Die Seen reagierten verzögert auf die Zuflüsse. So erreichten der Thuner- und Bielersee ihre maximalen Wasserstände am 02.06. Die Pegel des Zürich- und Vierwaldstättersees sowie des Bodensee- und Walensees erreichten ihre Höchststände im Verlaufe des 03.06 an.

An zahlreichen Bodensee- und Hochrheinzufüssen in der Schweiz wurden Abflüsse mit Wiederkehrperioden von 2 bis 10 Jahren beobachtet. An der Reuss, der Thur und am Hochrhein zwischen der Thurmündung und Basel traten Abflüsse auf, wie sie statistisch gesehen alle 10 bis 30 Jahre vorkommen. Im Rheintaler Binnenkanal bei St. Margrethen wurde ein 50-jährliches Hochwasser verzeichnet (Abb. 8).

In den Bodenseezuflüssen aus dem baden-württembergischen Allgäu wurden verbreitet über 20-jährliche Hochwasserscheitel erreicht, lokal bis über 100-jährliche Scheitelwerte (Pegel Beutelsau/Untere Argen).

Am Bodensee wurde ein erster Scheitelwert am 04.06.13 mit 468 cm (Pegel Konstanz/ Bodensee) erreicht, was etwa einem 2-jährlichen Wasserstand entspricht. Ein zweiter, etwas höherer Scheitelwert (ca. HW5) wurde am Pegel Konstanz/ Bodensee am 12.06. mit 484 cm registriert.



## HW-Ereignis 1.-3.6.2013

Wiederkehrperiode:

- > HQ100
- HQ30 - HQ100
- HQ10 - HQ30
- HQ2 - HQ10
- < HQ2
- nicht verfügbar

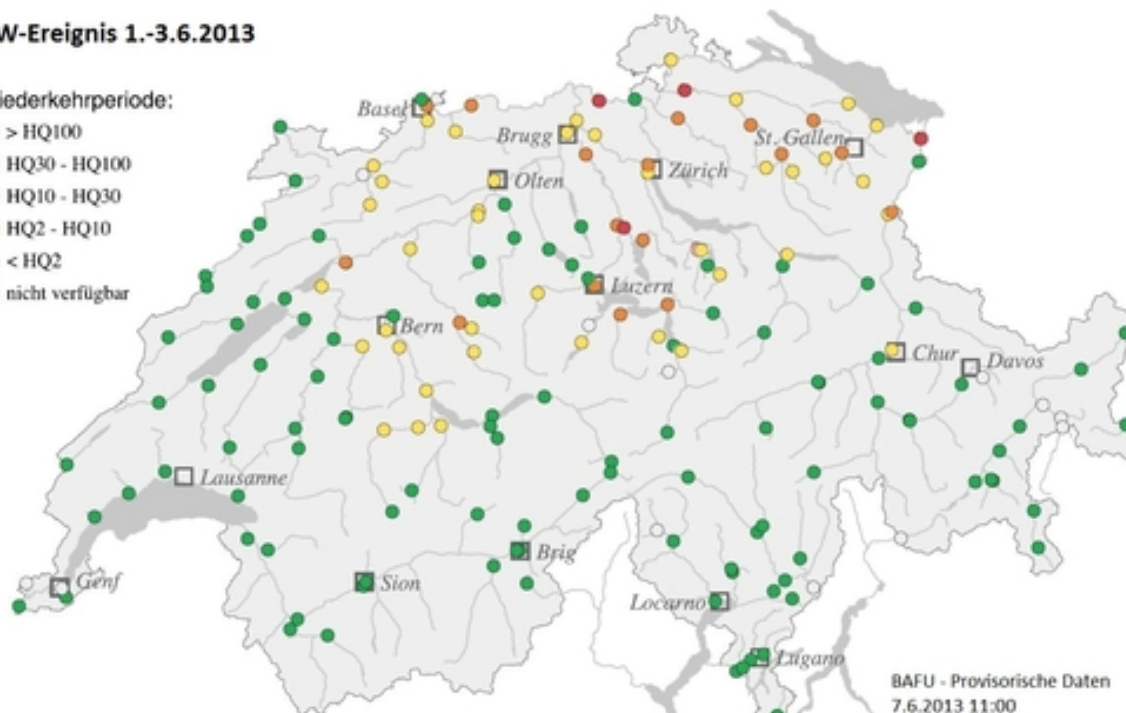


Abb. 8: Hochwassersituation der Fließgewässer vom 01. bis 03.06.13: Vergleich der maximalen Abflüsse mit der Hochwasserstatistik. (Grafik: BAFU [5])

## 2.3 Oberrhein

### Oberrhein und Zuflüsse bis zum Pegel Maxau

In den Schwarzwaldzuflüssen des Oberrheins und im Neckargebiet entwickelten sich am 01.06. in zahlreichen kleineren und mittleren Flüssen 10- bis 20-jährliche Hochwasser, in den südlichen Zuflüssen des oberen Neckars teilweise auch bis über 100-jährliche Hochwasser (z.B. Eyach und Starzel). In weiterer Folge bildete sich im oberen Neckar am 02.06. ein 50-jährliches Hochwasser (Pegel Kirchentellinsfurt und Plochingen) aus, das sich flussabwärts zu einem etwa 15-jährlichen Hochwasser am Neckarpegel Heidelberg reduzierte.

Der Hochwassermeldewert von 6,5 m wurde im Oberrhein am Pegel Maxau am Vormittag des 30.05.13 überschritten. Die Schifffahrt zwischen Iffezheim und Germersheim musste am 01.06. nachmittags eingestellt werden (Überschreitung von 7,5 m am Pegel Maxau). Der Scheitelwert in Maxau wurde am 02.06. um 12:15 Uhr mit 869 cm erreicht, was ungefähr einer Jährlichkeit von 10 bis 20 Jahren entspricht.

Trotz der vergleichsweise moderaten Jährlichkeit der Scheitelabflüsse im Hochrhein sowie der deutlichen Wasserstandsminderung durch die Maßnahmeneinsätze, erreichte das Hochwasser im Juni 2013 mit 8,69 m den zweithöchsten Wasserstand am Pegel Maxau seit Beginn der Auswertung ab 1880 (Höchstwert: Mai 1999 mit 8,84 m).

### Oberrhein ab Pegel Mainz

Aufgrund des großen Zuflusses aus dem Main wurde die Meldehöhe am Pegel Mainz (550 cm) am Abend des 01.06. überschritten. Da zwischen Worms und Mainz mit den steigenden Wasserständen auch einige Sommerpolder durch Überströmen der Sommer-

deiche geflutet wurden, und beeinflusst durch den lang anhaltenden Mainscheitel, bildete sich der Scheitel im Rhein in Mainz erst am 05.06. mit 682 cm (entsprechend 5720 m<sup>3</sup>/s, HQ<sub>10</sub> - HQ<sub>15</sub>) aus, der ähnlich wie beim letzten nennenswerten Rheinhochwasser im Jahr 2011 für etwa zwei Tage konstant blieb.



Abb. 9: Überschwemmtes Segelfluggelände in Oppenheim nach Überströmen des Sommerdeichs.  
(Foto: Ehler Fell)

### Zufluss des Mains

Die ergiebigen Niederschläge Ende Mai/Anfang Juni tangierten auch das mittlere und obere Main Einzugsgebiet, so dass sich flächendeckend mittlere bis große Hochwasserereignisse im Main und seinen Zuflüssen ausbildeten. Im Main erreichte der Abfluss bereits unterhalb der Regnitzmündung am Pegel Trunstadt ca. 800 m<sup>3</sup>/s und lag damit knapp unterhalb eines fünfjährigen Ereignisses (<HQ<sub>5</sub>).

Da die meisten Zuflüsse der Mainwelle zeitlich voraus liefen, bildete der Main unterhalb Wertheim einen zweiten Scheitel aus. Die Tauber hatte dabei mit einem Scheitelabfluss von ca. 200 m<sup>3</sup>/s (HQ<sub>10</sub>) einen großen Anteil.

Der erste Scheitel der so entstandenen langgezogenen Mainwelle erreichte bereits am 3. Juni den Rhein. Der Spitzenabfluss betrug 1.260 m<sup>3</sup>/s (<HQ<sub>5</sub>), der zweite Scheitel blieb am 6. Juni nur knapp darunter.

Die zeitliche Differenz der beiden Mainscheitel von drei Tagen führte zu einer Überlagerung mit dem Scheitel des Rheins und bedingte somit einen lang andauernden Hochwasserscheitelbereich am Pegel Mainz.

## **2.4 Mittelrhein**

Da von den rheinland-pfälzischen Einzugsgebieten nur die südliche Pfalz teilweise von den Niederschlagsgebieten tangiert wurde, steuerten die großen Rheinzufüsse der Mittelrhein-strecke Nahe, Lahn, Mosel und Sieg keine Hochwasser verschärfenden Abflüsse in den Rhein bei.

Der zum Zeitpunkt der Rheinwelle nur geringe Zufluss der Nahe ( $< 50 \text{ m}^3/\text{s}$ ) führte in der Mittelrhein-Strecke nur zu einem leichten Abflussanstieg bis Kaub. Am Pegel Kaub wurde das Kriterium zur Steuerung des Polders Ingelheim erreicht. Der Polder wurde dann am 4. Juni um 4:30 Uhr geflutet. Der Scheitel wurde am Pegel Kaub am 5. Juni mit einem Wasserstand von 719 cm bei einem Abfluss von  $5.910 \text{ m}^3/\text{s}$  erreicht, was einer Jährlichkeit von  $\text{HQ}_{10}$  -  $\text{HQ}_{15}$  entspricht.

Auch die Lahn lieferte mit ca.  $70 \text{ m}^3/\text{s}$  nur geringen Abflusszuwachs für den Rhein. An der Moselmündung in Koblenz wurde die Meldehöhe von 500 cm in der Nacht vom 1. auf den 2. Juni überschritten. Der Scheitelwasserstand von 635 cm wurde am 4. Juni gemessen und lag damit noch deutlich unter der kritischen Höhe von 700 cm. Der Abflussbeitrag der Mosel betrug an diesem Tag ca.  $730 \text{ m}^3/\text{s}$ . Am Pegel Andernach wurde am 4. Juni ein Höchststand von 722 cm mit einem Abfluss von rd.  $6.250 \text{ m}^3/\text{s}$  und einer Jährlichkeit von nur noch MHQ erreicht.



Abb. 10: Teilweise überspültes Rheinufer am Pegel Mainz am 4. Juni (Foto: Dieter Prellberg)

## 2.5 Niederrhein

Unterhalb der Moselmündung nahm die Jährlichkeit weiter ab. Am Niederrheinpegel Köln wurde am 4. Juni ein Scheitelwasserstand von 765 cm mit einem Abfluss von  $6.160 \text{ m}^3/\text{s}$  registriert. Dieser Wert ist etwas unterhalb des MHQ bzw. etwa als 2-jährlicher Hochwasserabfluss einzustufen. Bemerkenswert ist das saisonale Auftreten des Scheitels: Für das hydrologische Sommerhalbjahr ist der Abfluss deutlich seltener als 5-jährlich zu bewerten. Auf der weiteren Niederrhein-Strecke erhöhte sich der Abfluss des Rheins durch die Zuflüsse kaum noch.

Am 3. Juni wurde am Pegel Duisburg Ruhrort die Meldehöhe von 800 cm überschritten. Der Höchststand betrug hier am 5. Juni 854 cm entsprechend  $6.220 \text{ m}^3/\text{s}$  (MHQ). Am Grenzpegel Emmerich bildete sich der Scheitel erst am 6. Juni mit einem Höchststand von 690 cm und

einem durch Retention im Flussschlauch der nördlichen Niederrhein-Strecke beeinflussten Abfluss von rd. 6.040 m<sup>3</sup>/s (< MHQ) aus.

Den Pegel Lobith erreichte die Front der Hochwasserwelle am 1. Juni, der Scheitel trat mit 13,62 m +NAP am Vormittag des 7. Juni auf. Der entsprechende Abfluss betrug rd. 6.000 m<sup>3</sup>/s, was in etwa einem 1-jährlichen Hochwasserabfluss entspricht. Betrachtet man lediglich die Hochwasserabflüsse der Sommermonate, liegt die Jährlichkeit jedoch bedeutend höher. Seit dem Jahr 1900 wies der Rhein am Pegel Lobith in den Monaten Mai bis Juli nur in den Jahren 1970 und 1983 einen höheren Scheitelabfluss auf als beim Hochwasser im Juni 2013.

### **3 Maßnahmen während des Hochwassers**

#### **3.1 Allgemeine Maßnahmen und Auswirkungen auf die Schifffahrt**

In Baden-Württemberg wurden zahlreiche Rückhaltebecken, vor allem im Neckar-, Tauber- und Oberrheingebiet sowie im Allgäu eingesetzt. Der rechtzeitige Aufbau mobiler Hochwasserschutzwände verhinderte z.B. in den baden-württembergischen Städten Kochendorf, Offenau und Heidelberg die Überflutung von Ortsteilen.

Die Schifffahrt auf dem Rhein musste von Basel bis Rheinfelden sowie von Iffezheim bis Kaub eingestellt werden. Unterhalb der Moselmündung waren Rhein keine Sperrungen erforderlich.

Auf dem Neckar musste die Schifffahrt ebenfalls eingestellt werden.

#### **3.2 Retentionsmaßnahmen im Einzugsgebiet des Hochrheins**

Aufgrund der prognostizierten intensiven Niederschläge erhöhte die See-Regulierzentrale des Schweizer Kantons Bern ab dem 28.05. schrittweise den Ausfluss des Bielersees. Ziel der Vorabsenkung war, das Retentionsvolumen der Jurarandseen zu vergrößern [8]. Die Seepiegel sollten trotz der zu erwartenden hohen Zuflüsse unterhalb der Hochwassergrenze bleiben. In der Nacht vom 31.05 auf den 01.06 wurde der Ausfluss aus dem Bielersee bis auf einen Wert von 200 m<sup>3</sup>/s gedrosselt. Grund war die markante Zuflusststeigerung der Emme (von 30 m<sup>3</sup>/s auf 380 m<sup>3</sup>/s) unterhalb des Bielersees. Die Aare unterhalb der Emmemündung verzeichnete durch die Retentionsmassnahmen einen gedämpften Anstieg. Insgesamt wurden in den Jurarandseen (Bieler-, Neuenburger- und Murtensee) über 75 Mio. m<sup>3</sup> zwischengespeichert. Die Auswirkung der Drosselung des Ausflusses am Bielersee war im Rhein bei Basel allerdings erst nach dem Durchgang der Scheitelwelle vom 01.06. festzustellen.

### 3.3 Retentionsmaßnahmen am Oberrhein

Eine Übersicht der Retentionsmaßnahmen am Oberrhein gibt Abb. 11.

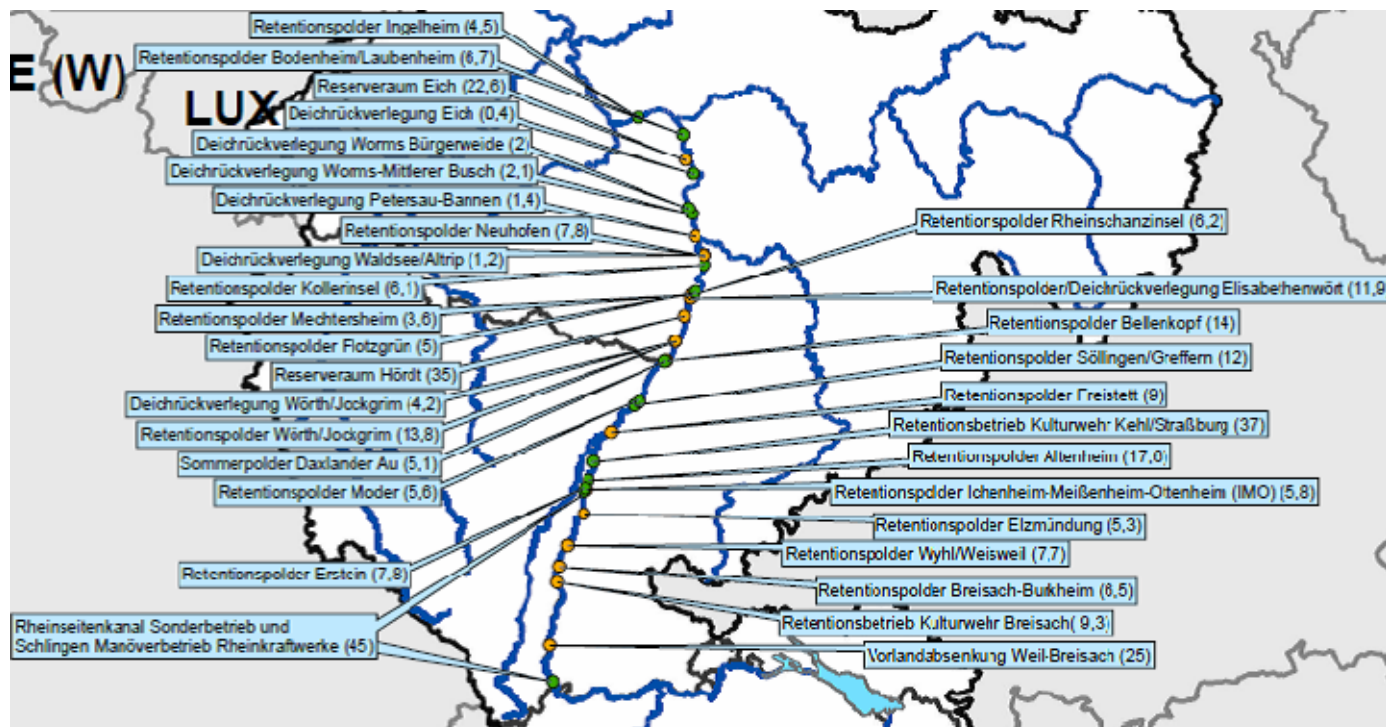


Abb. 11: Übersicht der Retentionsmaßnahmen am Oberrhein (grün: fertiggestellt, orange: im Bau/geplant. In Klammern die Rückehaltvolumina in Mio. m<sup>3</sup>) (Grafik: IKSR [9], Stand Juni 2012. Fertiggestellt sind mittlerweile auch Wörth/Jockgrim und Mechtersheim)

In Tabelle 2 sind für ausgewählte Pegel des Ober-, Mittel- und Niederrheins die Scheitelwasserstände, sowie deren Jährlichkeit mit und ohne Einsatz der Hochwasserrückhaltungen angegeben.

Tabelle 2: Scheitelabminderung durch Retentionsmaßnahmen an ausgewählten Rheinpegeln

Pegel	Scheitelabfluss [m <sup>3</sup> /s]			Wasserstand [cm]			HQ-Jährlichkeit	
	gemessen (mit Maßnahmen)	berechnet (ohne Maßnahmen)	Abminderung	gemessen (mit Maßnahmen)	berechnet (ohne Maßnahmen)	Abminderung	Hochwasser	Abminderung auf
Maxau	4.160	4.537	377 m <sup>3</sup> /s	869	893	24 cm	~HQ <sub>20</sub>	~HQ <sub>10</sub>
Speyer	4.130	4.433	303 m <sup>3</sup> /s	834	863	29 cm	~HQ <sub>15</sub>	~HQ <sub>10</sub>
Worms	4.950	5.140	190 m <sup>3</sup> /s	708	723	15 cm	~HQ <sub>20</sub>	~HQ <sub>15</sub>
Mainz	5.720	5.876	156 m <sup>3</sup> /s	682	693	11 cm	~HQ <sub>15</sub>	~HQ <sub>10</sub>
Kaub	5.910	6.070	160 m <sup>3</sup> /s	719	732	13 cm	~HQ <sub>15</sub>	~HQ <sub>10</sub>

Pegel	Scheitelabfluss [m <sup>3</sup> /s]			Wasserstand [cm]			HQ-Jährlichkeit	
	gemessen (mit Maßnahmen)	berechnet (ohne Maßnahmen)	Abminderung	gemessen (mit Maßnahmen)	berechnet (ohne Maßnahmen)	Abminderung	Hochwasser	Abminderung auf
Koblenz	-	-	-	635	645	10 cm	-	
Andernach	6.250	6.360	110 m <sup>3</sup> /s	722	731	9 cm	~ MHQ	~ MHQ
Köln <sup>1)</sup>	6.160	6.290	130 m <sup>3</sup> /s	765	776	11 cm	< MHQ	< MHQ

*1) = Berechnungen für den Kontrollpegel Köln (NRW) durch das LUWG*

### 3.3.1 Retentionsmaßnahmen in Baden-Württemberg und Frankreich

Im Vorfeld des Hochwassers wurden zunächst die baden-württembergischen Kulturwehre bei Breisach und Kehl vorabgesenkt. In der Nacht von Samstag, 1.6. auf Sonntag, 2.6. wurden dann die Kriterien für den Einsatz von Retentionsmaßnahmen am Oberrhein überschritten. Nach jeweils vorbereitenden Maßnahmen am Samstag wurden am Sonntag früh die folgenden baden-württembergischen und französischen Retentionsmaßnahmen eingesetzt:

- Polder Erstein (Frankreich)
- Kulturwehr Kehl/Straßburg (Baden-Württemberg)
- Polder Altenheim 1 und 2 (Baden-Württemberg)
- Stauhaltung Straßburg (Frankreich)

Die dadurch zurück gehaltenen Volumina sind in Tabelle 3 aufgeführt. Die scheidelmindernde Wirkung der gesteuerten Rückhaltemaßnahmen für den Pegel Maxau zeigt die Abb. 12. In Anhang A.2 sind die entsprechenden Ganglinien für die Pegel Speyer und Worms dargestellt.

Tabelle 3: In Baden-württembergischen und französischen Maßnahmen zurück gehaltene Volumina (vorläufige Angaben):

gesteuerte Retentionsmaßnahmen	Betreiber	eingesetztes Volumen
Polder Erstein	F	7,8 Mio. m <sup>3</sup>
Stauhaltung Straßburg	F	5,0 Mio. m <sup>3</sup>
Kulturwehr Kehl	BW	23,0 Mio. m <sup>3</sup>
Polder Altenheim	BW	9,0 Mio. m <sup>3</sup>
Summe gesteuert:		rund 45 Mio. m <sup>3</sup>



Die scheidelabmindernde Wirkung der Maßnahmeneinsätze in der freien Rheinstrecke zwischen Iffezheim und Mannheim (90 Fluss-Kilometer sowie geschätzte 200 Deich-kilometer) lag in einer Größenordnung von 20 bis 30 Zentimeter sowie rund 15 Zentimeter flussabwärts der Neckarmündung (bis Worms).

Der Maßnahmeneinsatz führte somit zu einer deutlichen Wasserstandsminderung sowohl oberhalb wie auch unterhalb der Neckarmündung, und damit zu einer entsprechend geringeren Dammbelastung auf weiten Strecken entlang des Oberrheins.

Die Jährlichkeit des Hochwassers im Oberrhein lag bei den Pegeln Maxau und Worms bei einem rund 20-jährlichen Ereignis, das durch die Retentionsmaßnahmen auf die Scheitelwerte eines rund 10-jährlichen Hochwassers bei Maxau bzw. eines rund 15-jährlichen Hochwassers bei Worms abgemindert wurde.

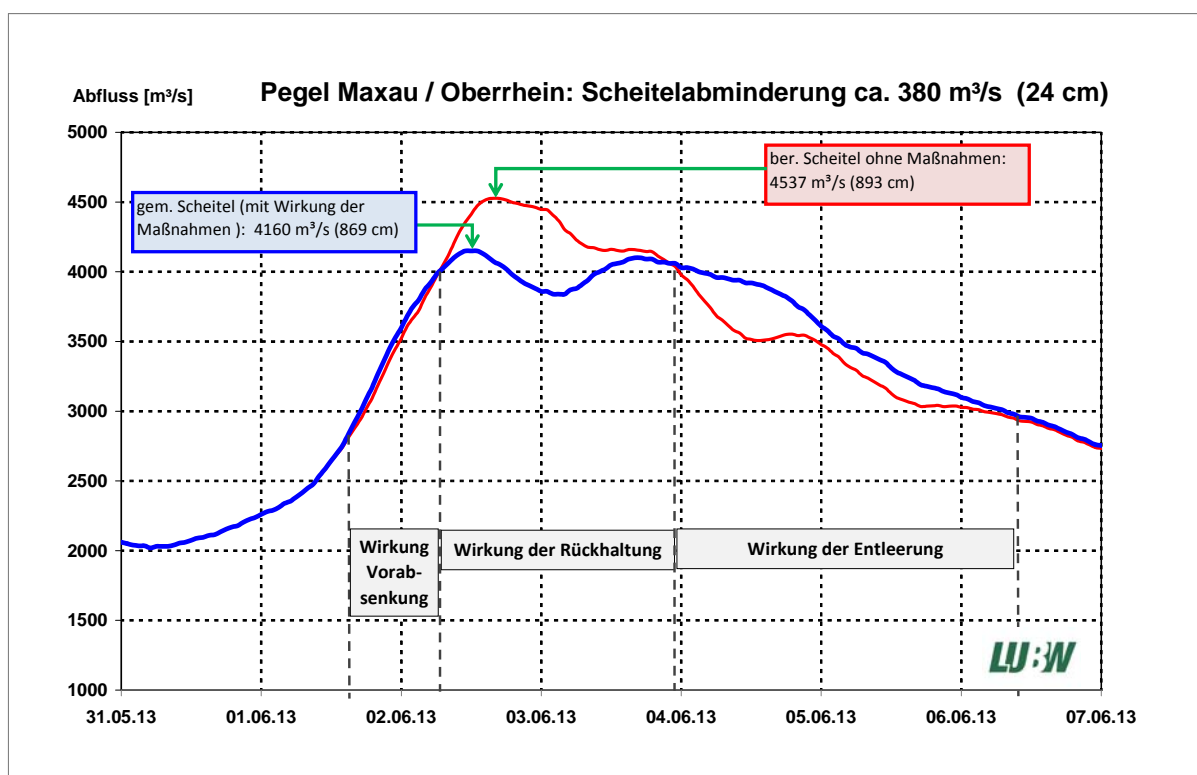


Abb. 12: Scheitelabmindernde Wirkung der gesteuerten Rückhaltemaßnahmen für den Pegel Maxau

Im Falle eines erneuten Anstieges der Abflüsse am Pegel Basel (zweite Hochwasserwelle) bzw. der Ausbildung eines noch größeren Hochwassers im Neckar und einer damit gegebenen Gefährdung des Raumes Mannheim-Ludwigshafen hätten weitere Retentionsräume zur gezielten Abminderung des Hochwassers eingesetzt werden können.

Trotz der vergleichsweise moderaten Jährlichkeit der Scheitelabflüsse im Hochrhein sowie der deutlichen Wasserstandsminderung durch die Maßnahmeneinsätze, erreichte das Hochwasser Juni 2013 mit 8,69 m den zweithöchsten Wasserstand am Pegel Maxau seit Beginn der Auswertung ab 1880 (Höchstwert: Mai 1999 mit 8,84 m).

### 3.3.2 Retentionsmaßnahmen in Rheinland-Pfalz

Der im südlichen Rheinland-Pfalz gelegene Polder Daxlander Au (Rhein-km 357) wurde am 2.6. 2013 gegen 8 Uhr geflutet. Bei dem Polder Daxlander Au handelt es sich um einen Rückhalteraum mit einem Fassungsvermögen von rund 5 Mio. m<sup>3</sup>, der über eine feste Schwelle (ehemaliger Sommerdeich) geflutet wird. Die Rückhaltung wurde zu rund 80 % gefüllt.

Für die nördlich folgenden vier Polder oberhalb der Neckarmündung [Wörth/Jockgrim (Rhein-km 367), Mechtersheim ((Rhein-km 390) offiziell seiner Bestimmung übergeben am 27.6.), Flotzgrün (Rhein-km 393) und Kollerinsel (Rhein-km 410)] wurden die Einsatzkriterien nicht erreicht.



Abb. 13: Eingestaute Hochwasserrückhaltung Daxlander Au (Foto: Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz)

Im anlaufenden Ast der Hochwasserwelle wurden die Dammrückverlegungen Worms Mittlerer Busch (Rhein-km 441) wie auch Worms-Bürgerweide (Rhein-km 442) geflutet. Diese Deichrückverlegungen sind direkt an das Hochwasserregime des Rheins angebunden. Der hintere Teil der Rückhaltung Worms Mittlerer Busch ist mit einem Sommerdeich vom übrigen Rückhalteraum abgetrennt. Dieser Teil wurde aufgrund der aufgetretenen Wasserstandshöhen nicht geflutet. Insgesamt wurde in beiden Rückhaltungen mehr als zwei Mio. m<sup>3</sup> zurückgehalten.





Abb. 14: Eingestaute Hochwasserrückhaltungen Worms Mittlerer Busch und Worms Bürgerweide (Foto: Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz)

Der Polder Bodenheim/Laubenheim (Rhein-km 490) wurde ebenfalls nicht eingesetzt, da die Einsatzkriterien – entgegen ersten Prognosen - nicht erreicht wurden.

Der Polder Ingelheim (Rhein-km 517) wird in der Regel ab einem Wasserstand von 690 cm am Pegel Kaub geflutet. Mit gewissem Spielraum ist aber auch eine Flutung bei anderen Wasserständen möglich, zum Beispiel, wenn eine Spitzenkappung sinnvoll ist, der Scheitelwasserstand am Pegel Kaub aber deutlich höher als 690 cm erwartet wird. Dies war bei dem Hochwasser im Juni 2013 der Fall. Der Polder wurde dementsprechend am 4. Juni um 4:30 Uhr geflutet. Von dem möglichen Rückhaltevolumen von rund 4,5 Mio. m<sup>3</sup> wurden aufgrund des aufgetretenen maximalen Wasserstandes im Rhein knapp 2,5 Mio. m<sup>3</sup> zurückgehalten.

Beim Ausbau und der Instandsetzung der Deiche wurde darauf geachtet, möglichst weitere Deichrückverlegungen vorzunehmen. Im Bereich Speyer und im Raum Eich wurden so mehrere hunderttausend m<sup>3</sup> Rückhalteraum bei Bemessungshochwasser geschaffen. Ein Teil dieses Raumes wurde bei diesem Hochwasser eingestaut und hielt Wasser zurück.

Insgesamt wurden am südlichen Oberrhein etwa 45 Mio. m<sup>3</sup> Rückhalteraum eingesetzt; zusätzlich wurden in Rheinland-Pfalz rund 9 Mio. m<sup>3</sup> zurückgehalten. In der Summe wurden so ca. 54 Mio. m<sup>3</sup> Wasser der Welle temporär entzogen.

### **Einfluss der Sommerpolder zwischen Neckarmündung und Bingen auf die Hochwasserscheitel am Mittelrhein**

Das Sommerdeichsystem zwischen der Neckarmündung und Bingen umfasst einen geschätzten Rückhalteraum von 70 Mio. m<sup>3</sup>. Beim Hochwasser im Juni 2013 wurde ein Teil der Sommerpolder geflutet, insbesondere im Bereich oberhalb von Mainz, was der höheren

Jährlichkeit des Hochwassers im Bereich Neckar/Rhein zugesprochen werden kann. Gemäß der Untersuchungen der Hochwasserstudiengruppe für die Rheinstrecke Kaub-Rolandswerth reduzieren die Sommerpolder mittlere Hochwasser deutlich. So würde der am Pegel Kaub etwa 15-jährliche bzw. am Pegel Andernach ca. 20-jährliche Hochwasserscheitel vom Mai-Juni 1983 um etwa 150 m<sup>3</sup>/s höher auflaufen, wenn die Sommerdeiche zwischen Worms und Bingen aufgegeben würden.

Die Änderung der Scheitelabflüsse am Pegel Kaub infolge Aufgabe sämtlicher Sommerdeiche zugunsten natürlicher Ausuferungsflächen wurde anhand von insgesamt 120 Modellhochwassern quantifiziert, die durch Vergrößerung bzw. Verkleinerung von 15 abgelaufenen Hochwassern erzeugt wurden. Die Abflussreduzierende Wirkung der zwischen Worms und Bingen liegenden Sommerpolder wirkt sich auf einen weiten Bereich der Hochwasserscheitel aus. Sie beginnt im Mittel bereits bei Hochwasserscheiteln mit einem Wiederkehrintervall am Pegel Kaub von etwa 10 Jahren, und das Optimum kann bei Wiederkehrintervallen des Scheitelabflusses von rd. 20 bis 25 Jahren mit im Mittel rd. 100 m<sup>3</sup>/s angegeben werden.

### **Wirkung der Retentionsmaßnahmen in Rheinland-Pfalz**

Die Wirkungen der Retentionsmaßnahmen sind je nach betrachtetem Standort unterschiedlich. Einerseits ist die Wirkung am direkt unterhalb der Maßnahme gelegenen Pegel am stärksten, andererseits ist die Breite des durchflossenen Querschnitts auch maßgebend für die Wasserstandsreduktion. Soweit Maßnahmen gesteuert eingesetzt werden, erfolgt dieser gezielte Einsatz stets auf ein definiertes Schutzziel und eine definierte Rheinstrecke unterhalb. Darüber hinaus gehend nach unterhalb sind die erzielten Scheitelminderungen als Mitnahmeeffekte zu bewerten, wirken dort aber nicht mehr Ziel gerichtet.

Insgesamt ist die Wirkung der Rückhaltungen somit immer summarisch zu betrachten, da die Wasserrückhaltungen hochgradig nichtlinear zusammenwirken.

In Tabelle 3 sind die berechneten Hochwasserscheitelabminderungen durch die Rückhaltemaßnahmen zusammengestellt. Es zeigt sich, dass die Scheitelminderung im vor allem von Schäden betroffenen Bereich südlicher Mittelrhein immer noch etwa bis zu 15 cm betragen. Die Hochwasserscheitelreduzierung für den Pegel Köln passt gut mit dem berechneten Wert der Bundesanstalt für Gewässerkunde [1] zusammen. In der genannten Studie werden für die Pegel Koblenz, Köln und Düsseldorf rund 10 cm angegeben.

In der folgenden Abb. 15 ist der zeitliche Verlauf der Beeinflussung der Hochwasserwelle durch die Hochwasserrückhaltungen für den Pegel Mainz visualisiert. Abbildungen für weitere Pegel sind im Anhang A.2 enthalten.

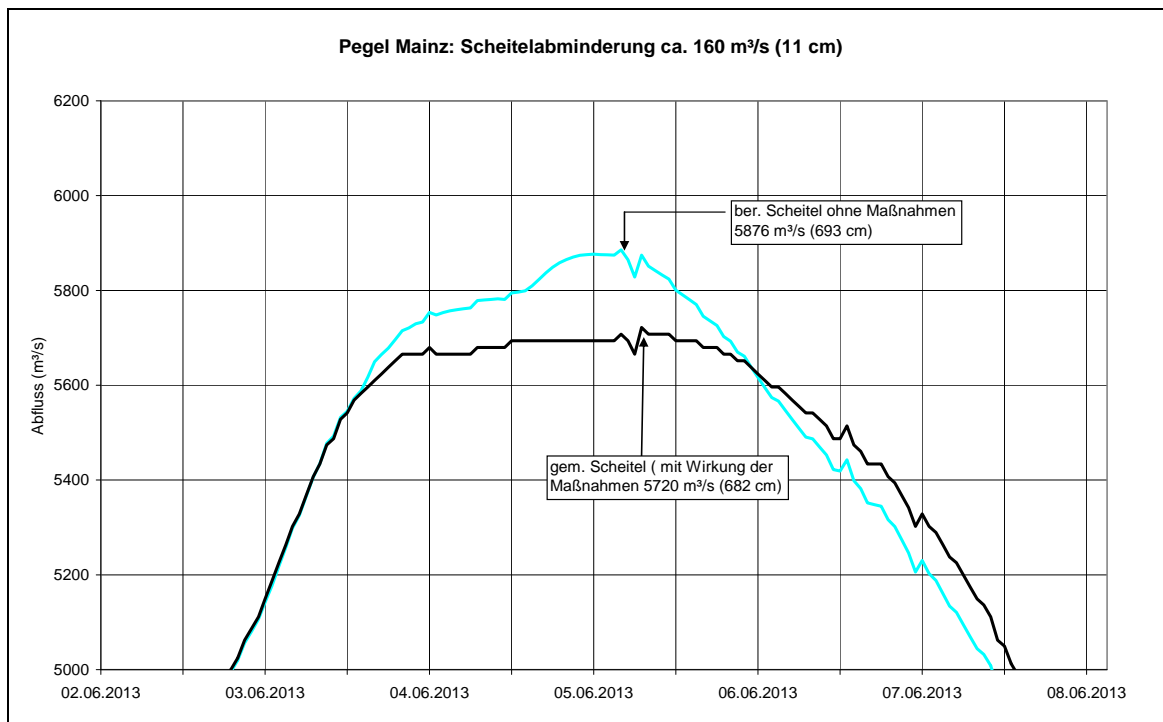


Abb. 15: Abflussverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Mainz mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen.

In allen Abbildungen (siehe Anhang) ist zu erkennen, dass die Maßnahmen zeitlich gut sitzen. Weiterhin ist deutlich zu erkennen, dass die Entleerung der Rückhaltungen die Wellen im ablaufenden Ast etwas erhöhen.

Für den Pegel Kaub wurde die Wirkung des Polders Ingelheim visualisiert (als letzte Rückhaltung in der Wirkungskette ist eine isolierte Visualisierung möglich). Das in Relation zu den anderen Rückhaltungen geringe Rückhaltevolumen wirkt zeitlich und absolut relativ gut. Außerdem wird hier deutlich, dass nicht die einzelne Rückhaltung maßgebend ist, sondern immer das Zusammenwirken aller Rückhaltungen.

Interessant ist weiterhin die Tatsache, dass die Maßnahmen am Oberrhein bis in den Mittel- und Niederrhein im Scheitelbereich wirkten (siehe auch Tabelle 3). Dies ist vor allem dadurch bedingt, dass dies im Wesentlichen ein (Hochrhein- und) Oberrheinhochwasser war und der Scheitel nicht durch ein großes Moselhochwasser vorverlegt wurde. So wirkten die am Oberrhein zur Scheitelkappung eingesetzten Maßnahmen auch am Mittel- und Niederrhein im gleichen Abflussegment.

### 3.4 Schlussfolgerungen für die Hochwasservorhersagezentralen

Generell verlief das Juni-Hochwasser am Rhein im Vergleich zu den etwa zeitgleich stattfindenden extremen Ereignissen z.B. an der Elbe und der Donau, sehr „glimpflich“. Sofern das Tiefdruckgebiet sich noch etwas weiter nach Nordwesten verlagert hätte, wäre auch am Rhein mit extremen Hochwasserlagen zu rechnen gewesen, deren Bewältigung einige der Vorhersagezentralen an den Rand der personellen Ressourcen gebracht hätte

## **4 Hochwasservorhersage und Hochwassermeldewege**

### **4.1 Hochwasservorhersage**

Die internationale Zusammenarbeit beim Hochwassermelde- und -vorhersagesystem für den Rhein ist durch nationale und internationale Verwaltungsvereinbarungen geregelt. Entlang des Rheinstroms sind hierfür die Hochwasserzentralen der Schweiz und der Länder Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz (gemeinsam mit der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Südwest) und der Niederlande zuständig.

Eine Übersicht der Vorhersagezentralen im Rheingebiet (sowie in angrenzenden Flussgebieten und Nachbarländern) zeigt Abb. 16.



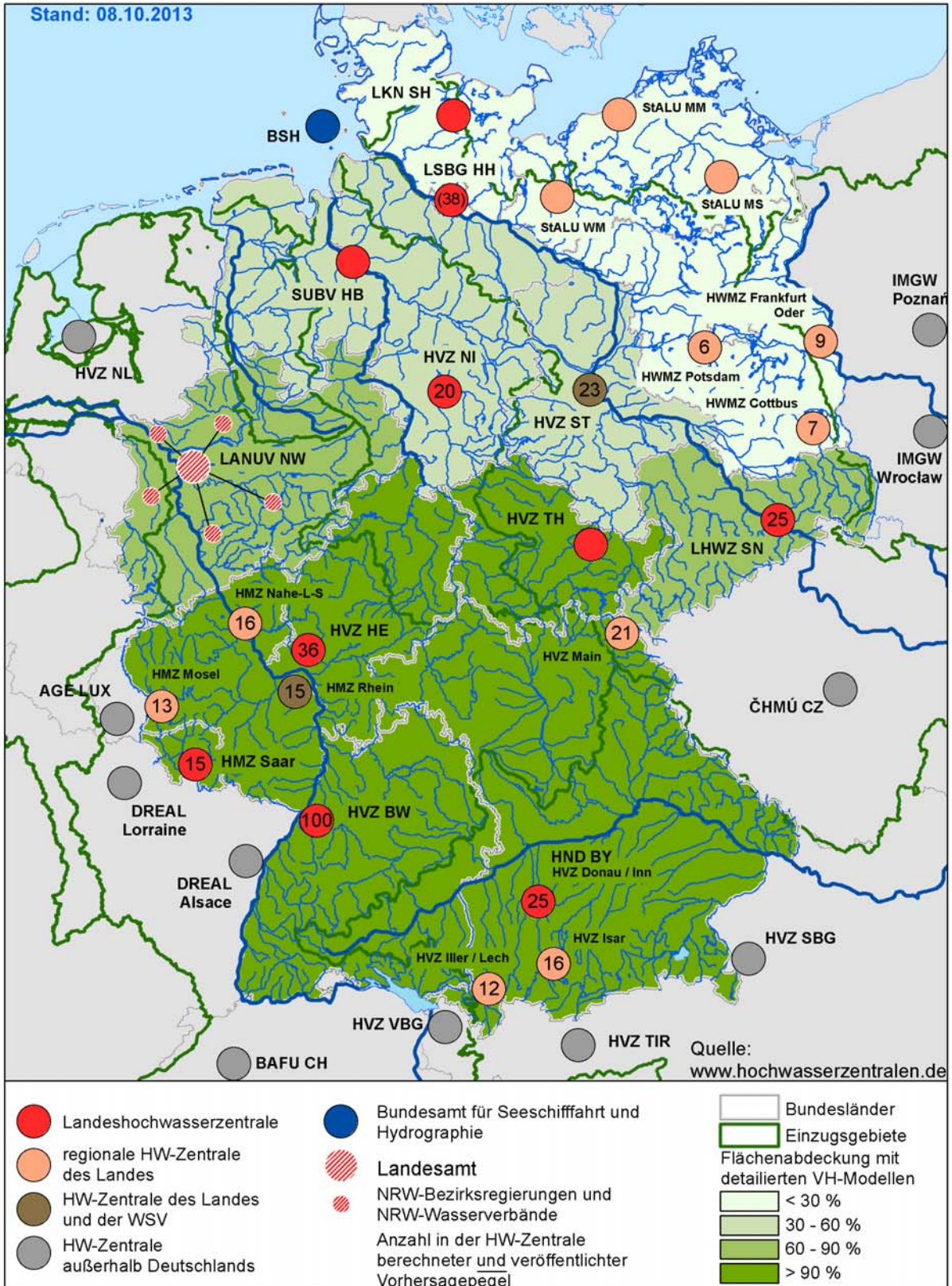


Abb. 16: Vorhersagezentralen im Rheingebiet sowie in angrenzenden Flussgebieten und Nachbarländern

Um eine bestmögliche Vorhersage für den Rheinstrom zu gewährleisten, erstellt jede der Hochwasserzentralen auf Basis ihrer guten örtlichen Kenntnisse und Modelle die Vorhersagen für die Einzugsgebiete im jeweiligen Zuständigkeitsbereich und gibt diese automatisiert und zeitnah an die flussabwärts gelegene Zentrale weiter. Ein jährlich stattfindender Erfahrungsaustausch dient der weiteren Verbesserung der gemeinsamen Vorhersagekette sowie zur Information und Abstimmung weiterer Entwicklungen [7].

## 4.2 Hochwassermeldewege

### Schweiz

Vorhersage- und Warnprodukte (Modellberechnungen, Naturgefahrenbulletins und Warnkarten) wurden vom 31.05 bis 02.06 mehrmals täglich auf der Behörden-Plattform GIN (Gemeinsame Informationsplattform Naturgefahren) und auf der BAFU-Webseite aktualisiert. Während des Ereignisses informierte zudem die Medien über die aktuelle hydrologische und meteorologische Situation und deren Weiterentwicklung. Ab dem 03.06 bis Anfang Juli wurde das Naturgefahrenbulletin noch alle zwei bis drei Tage aktualisiert. Insbesondere der Bodensee verblieb noch mehrere Wochen im Bereich der Gefahrenstufe 3 (von 5).

### Baden-Württemberg

Die Lageberichte im Internet und Videotext wurden ab dem 30.05. laufend an die aktuelle Situation angepasst. Aufgrund des sehr hohen Bedarfes an Informationen entstanden zeitweise Engpässe bei den Internetzugriffen.

### Rheinland-Pfalz

In Rheinland-Pfalz wurde auf Grund der unterschiedlichen Wetter- bzw. Abflussentwicklungen in den einzelnen Flussgebieten nur das Hochwassermeldezentrum Rhein in Mainz aktiv:

- Hochwassermeldezentrum Mainz:

Hochwassermeldedienst vom 31. Mai bis 7. Juni und 10. bis 12. Juni

Stündliche Aktualisierung der Wasserstände und 3-stündliche Aktualisierung der Vorhersagen

- Hochwassermeldezentrum Mosel:

Kein Hochwassermeldedienst; am 29. und 31. Mai Hochwasserinformation

- Hochwassermeldezentrum Nahe/Lahn/Sieg;

Kein Hochwassermeldedienst; am 31. Mai Hochwasserinformation für die Nahe und am 30. Mai Hochwasserinformation für die Lahn und die Sieg.

Engpässe beim Internetzugriff gab es auf Grund des neuen Cloud-Systems keine. Insgesamt wurden die Seiten des Hochwassermeldedienstes von Rheinland-Pfalz 35 Mio, mal aufgerufen.

## Niederlande

Am 3. Juni wurde am Pegel Lobith ein Wasserstand von 12 m +NAP überschritten. Dies ist der Wasserstand, ab dem in der Hochwasserzentrale des Rijkswaterstaat in den Sommermonaten der Hochwassermeldedienst anläuft. Oberhalb dieses Grenzwerts beginnt das Einströmen der Überflutungsflächen entlang der niederländischen Rheinbranche. Da diese Flächen in den Sommermonaten für Freizeitaktivitäten und landwirtschaftlich genutzt werden, liegen die Warnhöhen im Sommer einige Meter niedriger als im Winter. In der Zeitspanne vom 1. bis 18. Juni 2013 wurden 18 tägliche Hochwasserstatusberichte publiziert.

## Länderübergreifende Informationsplattform [www.hochwasserzentralen.de](http://www.hochwasserzentralen.de)

Die Internetseite [www.hochwasserzentralen.de](http://www.hochwasserzentralen.de) war während des Hochwassers im Juni 2013 von zentraler Bedeutung für die Gesamtübersicht des Geschehens. Sie bietet eine laufend aktualisierte Übersicht zur aktuellen Hochwasserlage an über 1000 Pegeln in Deutschland und der Schweiz, sowie zur Warnlage in den Bundesländern. Darüber hinaus enthält sie die aktuellen Lageberichte der verschiedenen Hochwasserzentralen und ermöglicht einen schnellen Zugang auf die detaillierten Informationen der Landeshochwasserportale. Die Seite [www.hochwasserzentralen.de](http://www.hochwasserzentralen.de) wird von den Hochwasserzentralen der Länder technisch betrieben und von einer Expertengruppe der LAWA fachlich betreut und inhaltlich fortgeschrieben.

## **5 Quellenangaben**

- [1] Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG): Das Juni-Hochwasser des Jahres 2013 in Deutschland.
- [2] Deutscher Wetterdienst, Offenbach: Pressemitteilung vom 06.06.13. Juni-Hochwasser im Süden und Osten Deutschlands.
- [3] MeteoSchweiz.  
<http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter/wetterereignisse/starkniederschlaege4.html>
- [4] Amt der Vorarlberger Landesregierung (AVLR): Hochwasser in Vorarlberg am 01./02.06.2013
- [5] Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern: Hochwasser auf der Alpennordseite vom 1. bis 3. Juni 2013. Hydrologischer Spezialbericht.  
<http://www.bafu.admin.ch/hydrologie/01834/02041/12848/index.html?lang=de>
- [6] LUWG. Hochwasser im Rhein – Juni 2013. Bericht.
- [7] Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR): Aktionsplan Hochwasser 1995-2010: Handlungsziele, Umsetzung und Ergebnisse - Kurzbilanz. (Bericht Nr. 200). . [http://www.iksr.org/uploads/media/200\\_d.pdf](http://www.iksr.org/uploads/media/200_d.pdf)

- [8] AWA Amt für Wasser und Abfall, Abteilung Gewässerregulierung, Bern: Regulierung der Jurarandseen: Grundlagen und Vorgehen  
[http://www.bve.be.ch/bve/de/index/direktion/organisation/awa/downloads\\_publicationen/awafakten.assetref/content/dam/documents/BVE/AWA/de/GWR\\_Reg/12\\_awa%20fakten\\_Regulierung\\_LowRes\\_de.pdf](http://www.bve.be.ch/bve/de/index/direktion/organisation/awa/downloads_publicationen/awafakten.assetref/content/dam/documents/BVE/AWA/de/GWR_Reg/12_awa%20fakten_Regulierung_LowRes_de.pdf)
- [9] Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR): Nachweis der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Minderung der Hochwasserstände im Rhein. (Bericht Nr. 199). [http://www.iksr.org/uploads/media/199\\_d.pdf](http://www.iksr.org/uploads/media/199_d.pdf)



## Anhang

### A.1 Grafiken der interpolierten Niederschlagssummen

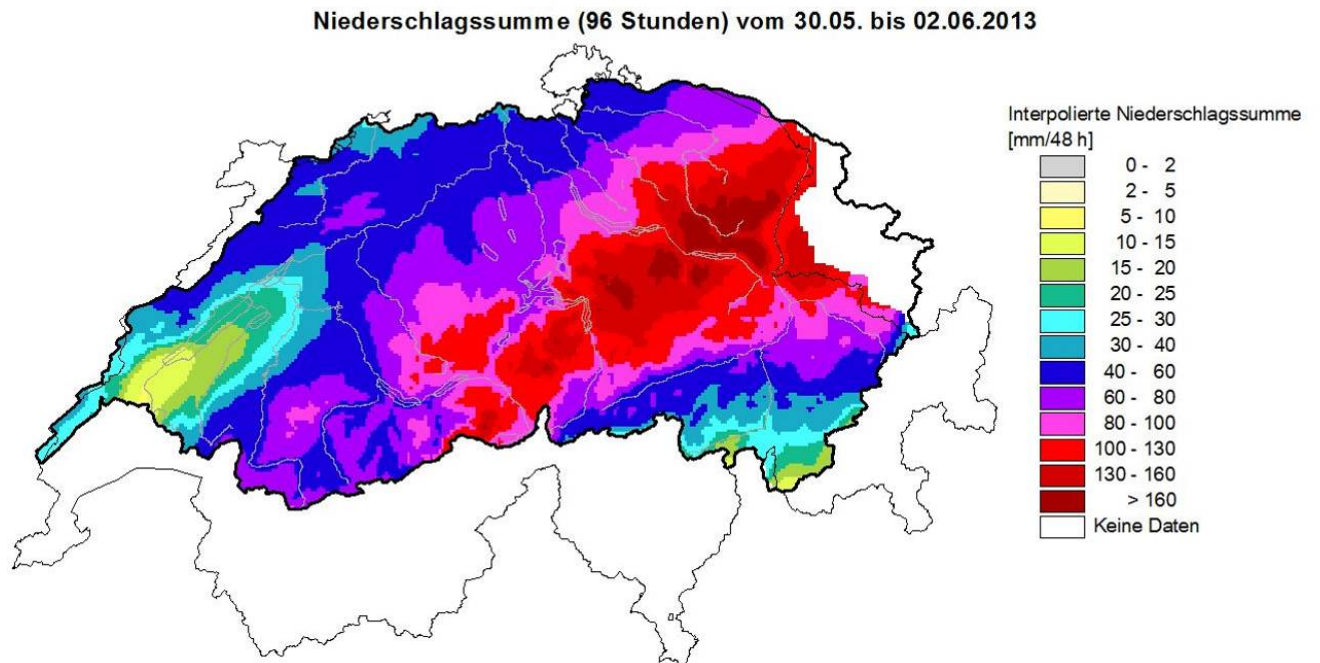


Abb. 17: Interpolierte Niederschlagssumme (96 Stunden) vom 30.05. 0 Uhr bis 02.06. 23 Uhr für das Schweizer Hochrhein-Einzugsgebiet (Datenquelle: BAFU)



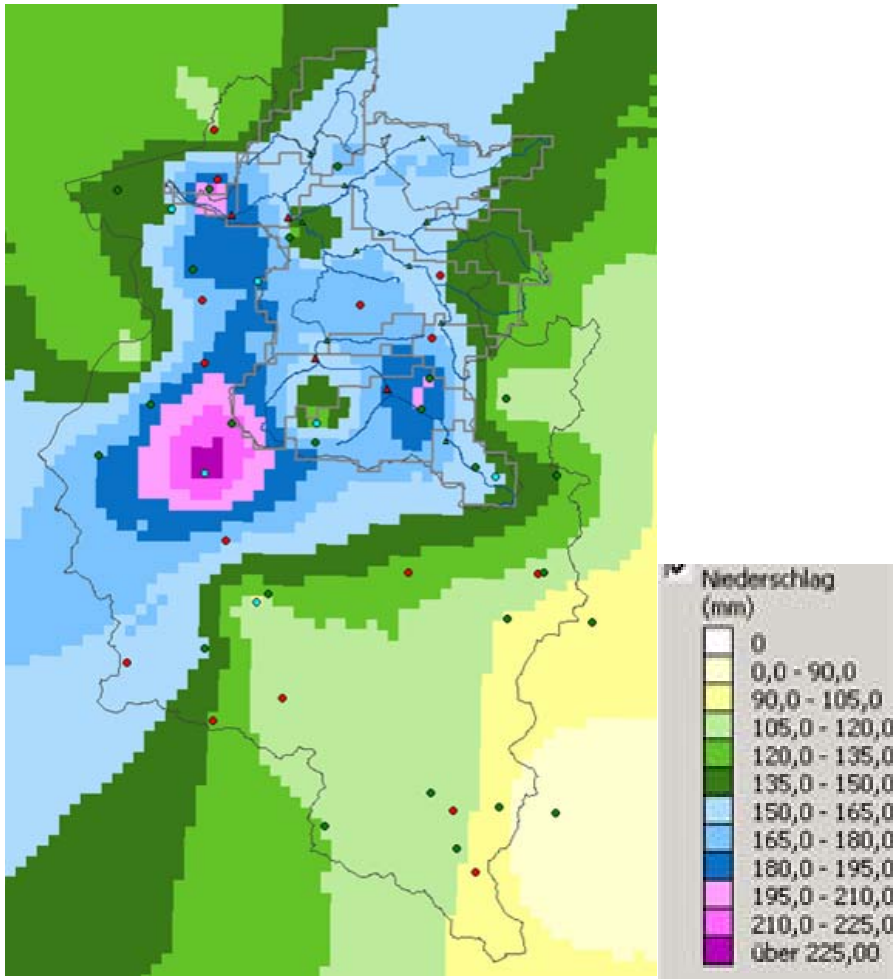


Abb. 19: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 15 Uhr bis 02.06. 15 Uhr für das Vorarlberger Hochrhein-Einzugsgebiet (Grafik: AVL R)

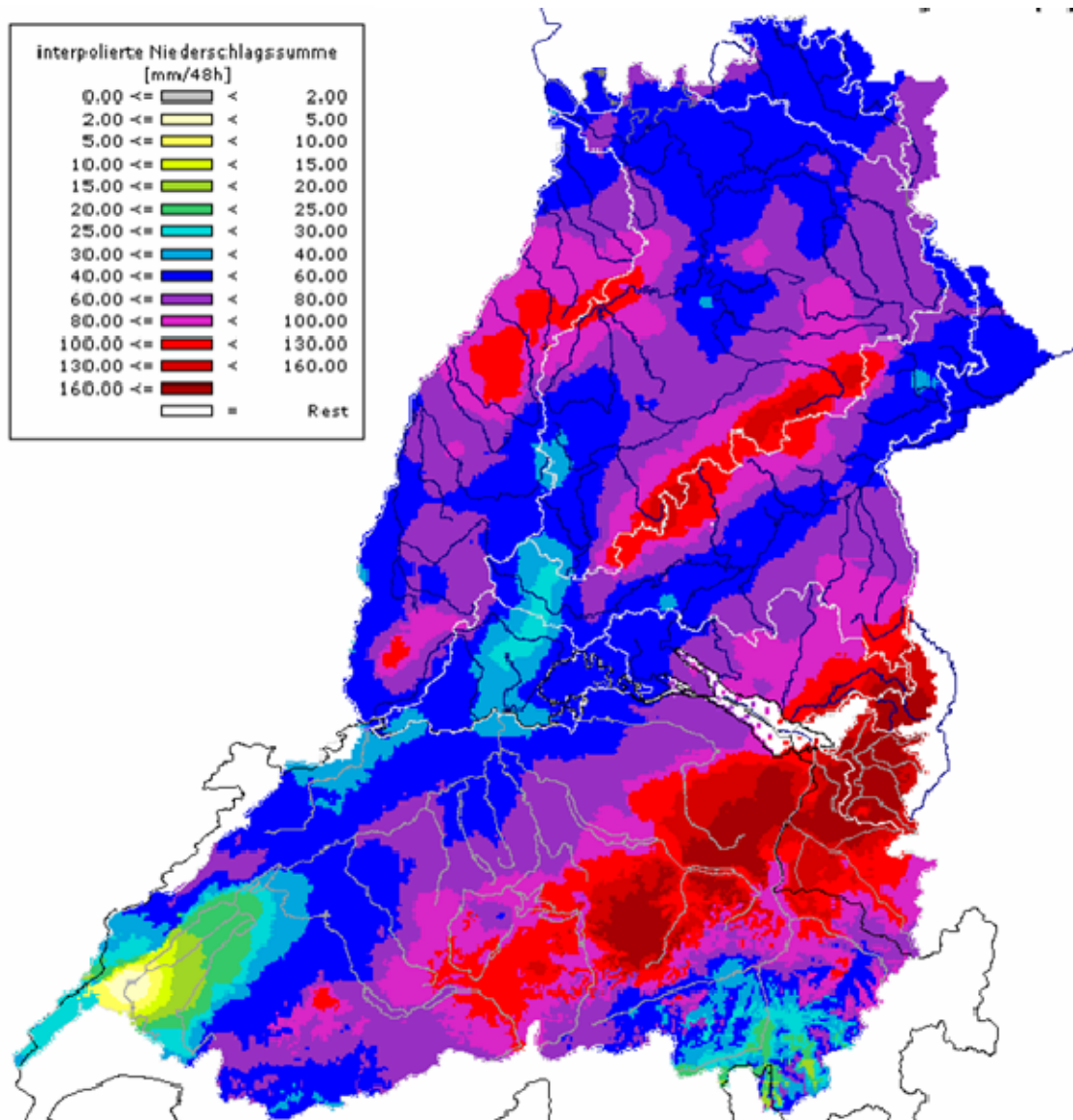


Abb. 20: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 05 Uhr bis 02.06. 05 Uhr für das Hochrhein-, Bodensee- und Oberrhein-Einzugsgebiet (Grafik: LUBW)

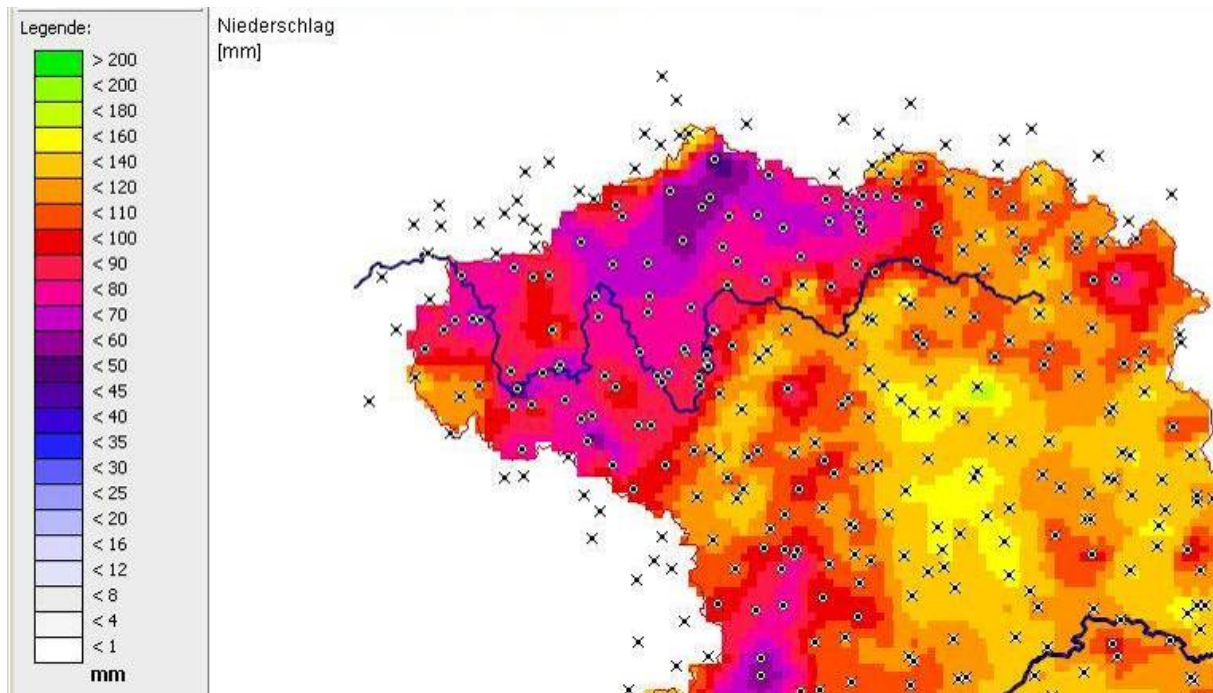


Abb. 21: Interpolierte Niederschlagssumme (240 Stunden) vom 25.05. 00 Uhr bis 03.06. 00 Uhr für bayerische Main-Einzugsgebiet (Grafik: LfU)

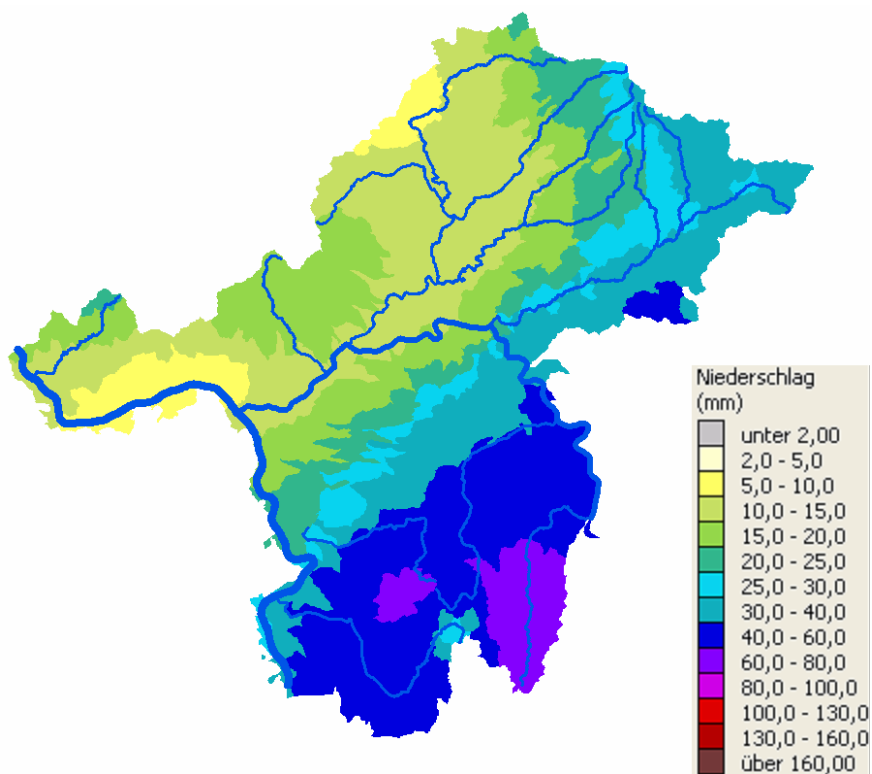


Abb. 22: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 05 Uhr bis 02.06. 05 Uhr für das hessische Main-Einzugsgebiet (Grafik: HLUG)

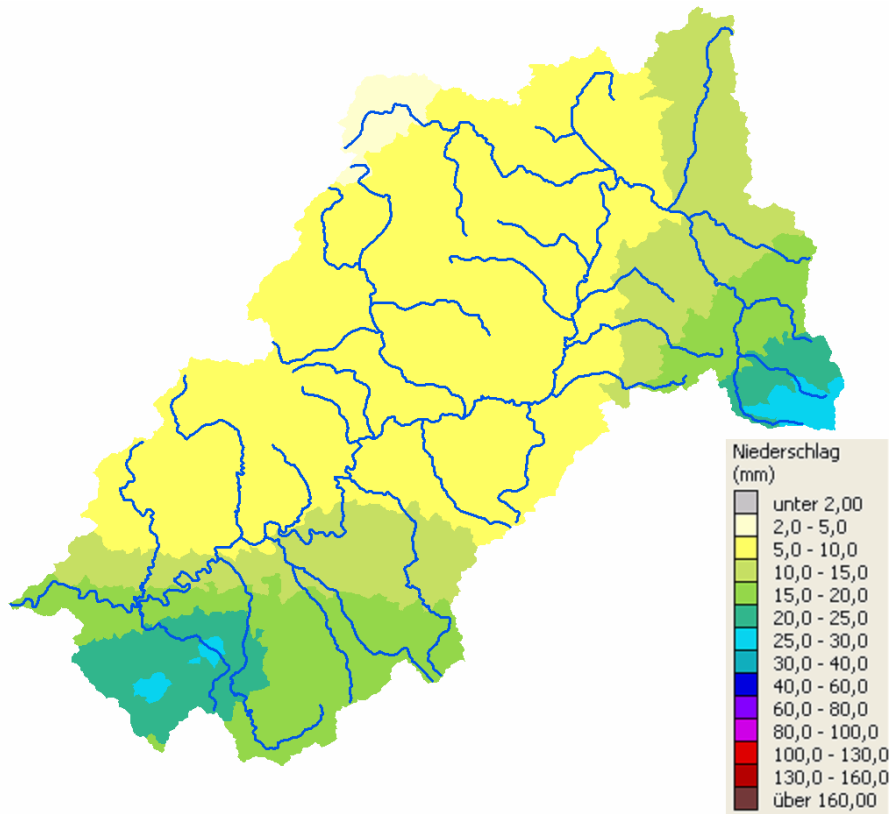


Abb. 23: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 05 Uhr bis 02.06. 05 Uhr für Lahn-Einzugsgebiet (Grafik: HLUG)



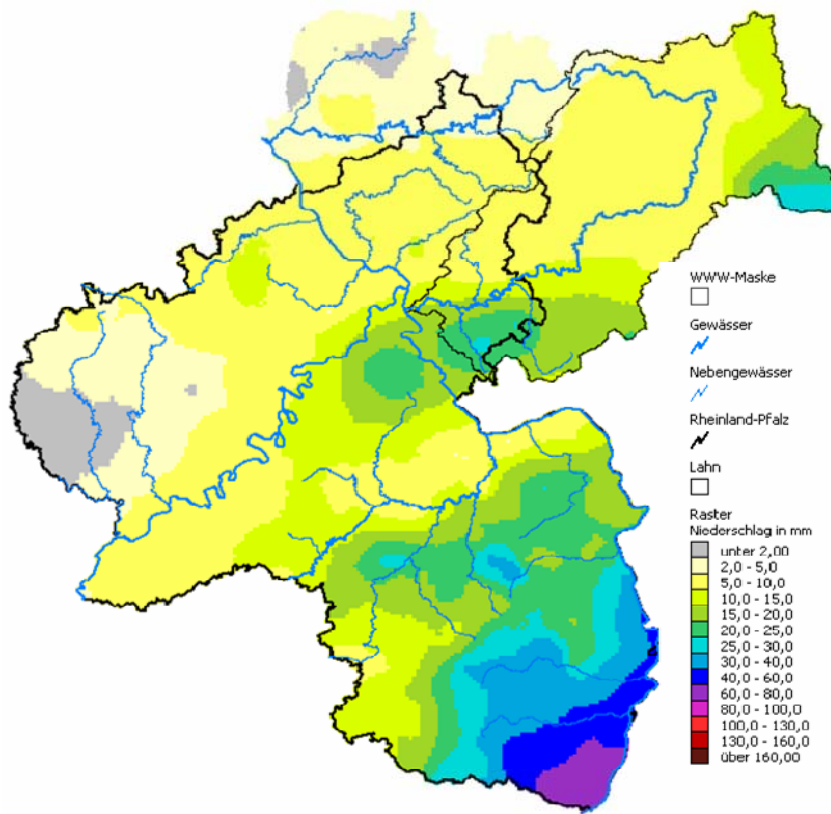


Abb. 24: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 05 Uhr bis 02.06. 05 Uhr Rheinland-Pfalz (Nahe-EZG, Teil-EZG Mosel) (Grafik: LUWG)

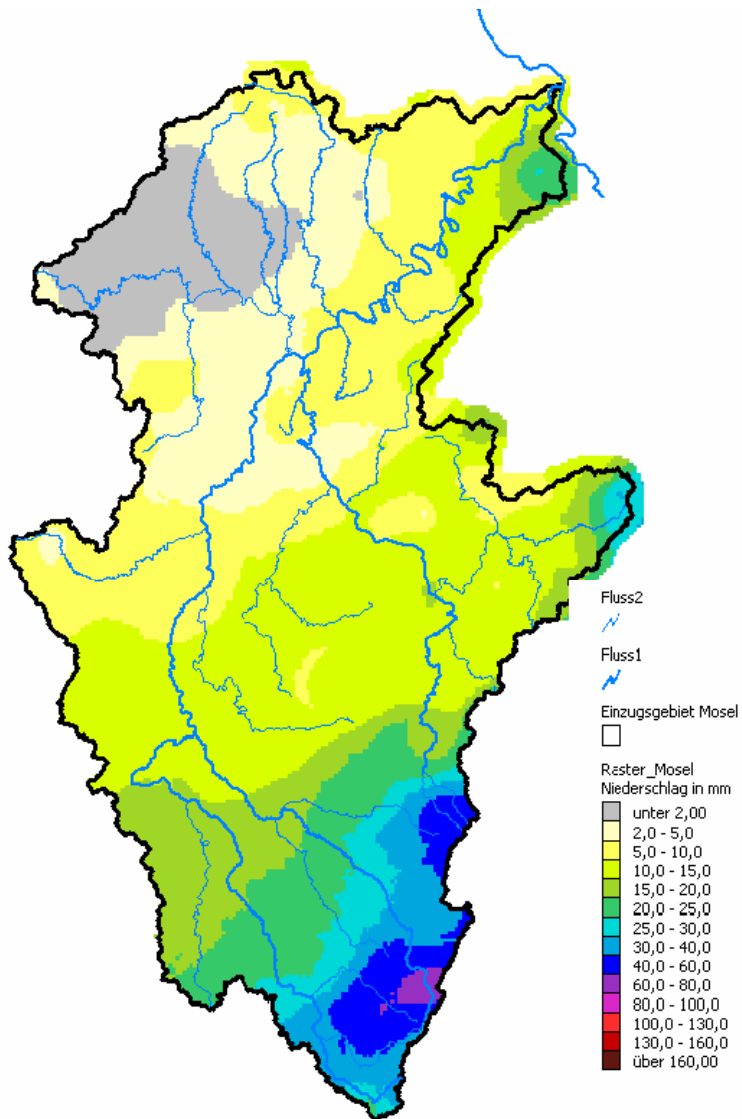


Abb. 25: Interpolierte Niederschlagssumme (72 Stunden) vom 30.05. 05 Uhr bis 02.06. 05 Uhr Mosel-Einzugsgebiet (Grafik: LUWG)



## A.2 Grafiken zur Wirkung der Retentionsmaßnahmen am Oberrhein

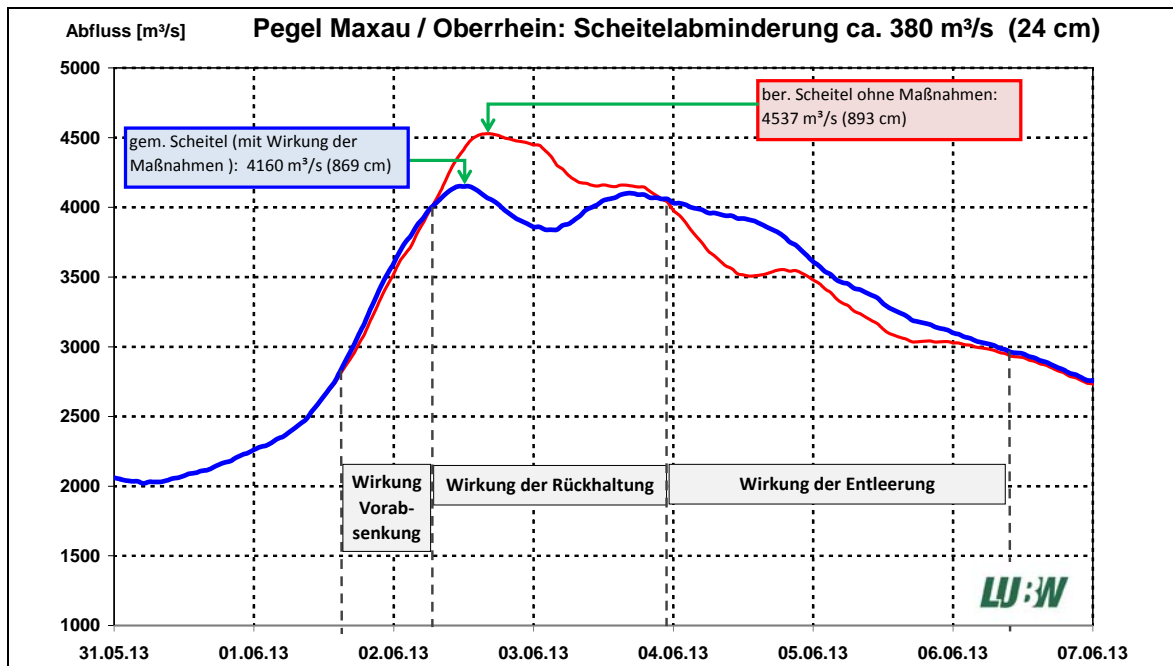


Abb. 26: scheidelabmindernde Wirkung der gesteuerten Rückhaltemaßnahmen den Pegel Maxau (blau: gemessener Abflussverlauf bei Maxau mit Einsatz der gesteuerten Rückhaltemaßnahmen, rot: berechneter Abflussverlauf ohne Einsatz)

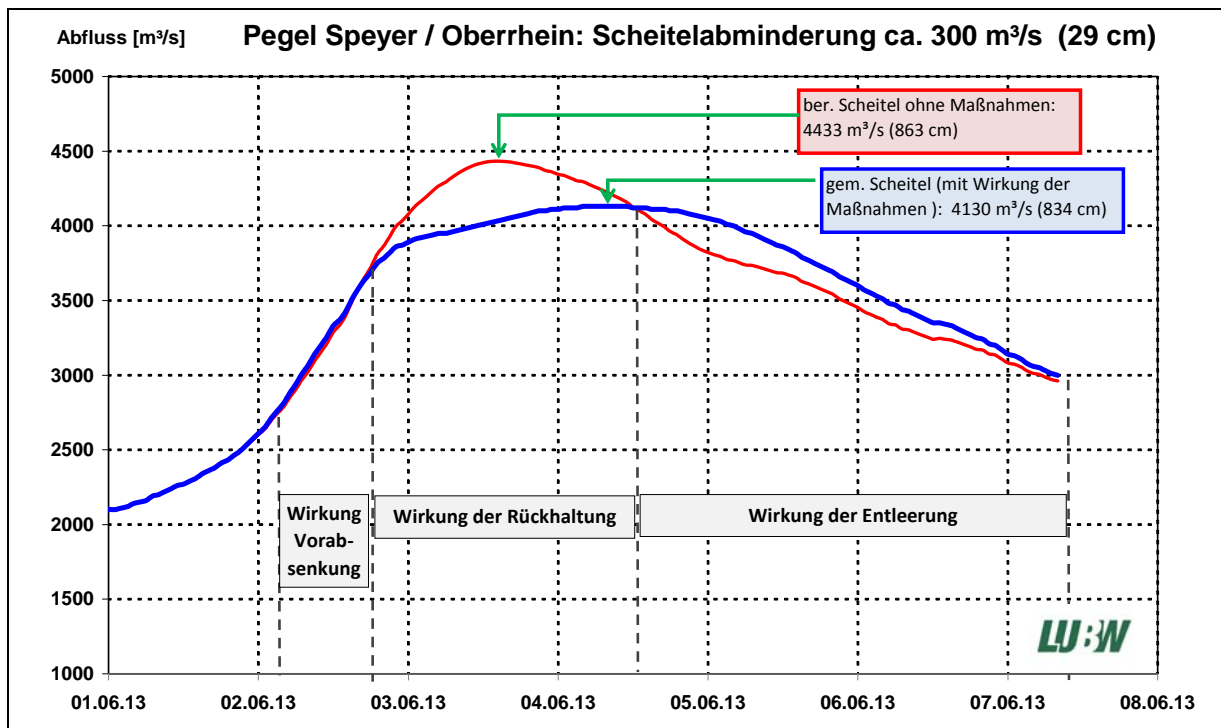


Abb. 27: scheidelmindernde Wirkung der gesteuerten Rückhaltemaßnahmen den Pegel Speyer (blau: gemessener Abflussverlauf bei Maxau mit Einsatz der gesteuerten Rückhaltemaßnahmen, rot: berechneter Abflussverlauf ohne Einsatz)

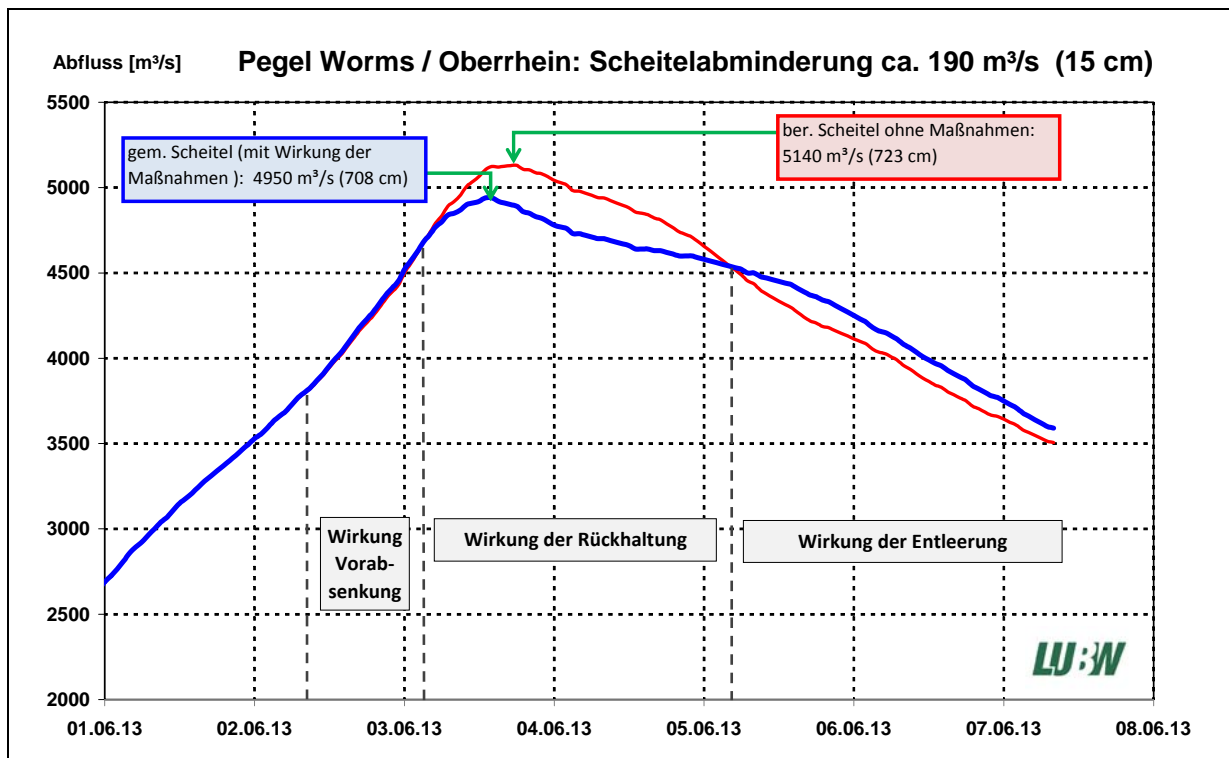


Abb. 28: scheidelmindernde Wirkung der gesteuerten Rückhaltemaßnahmen den Pegel Worms (blau: gemessener Abflussverlauf bei Maxau mit Einsatz der gesteuerten Rückhaltemaßnahmen, rot: berechneter Abflussverlauf ohne Einsatz)

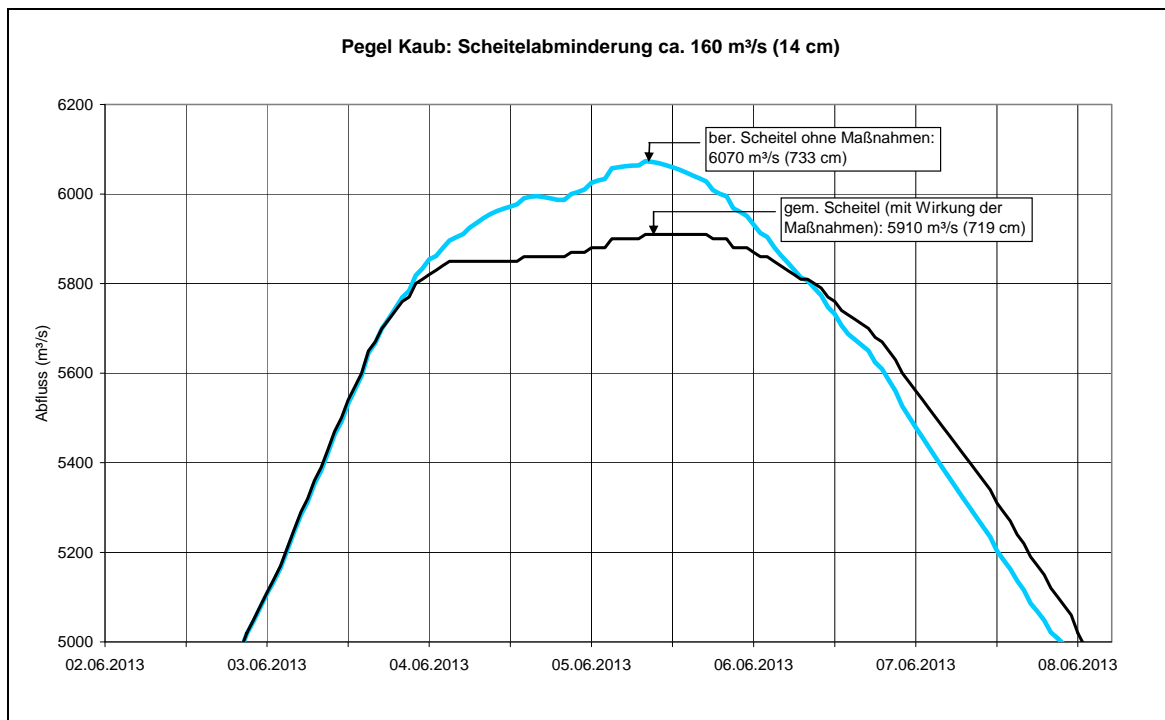


Abb. 29: Abflussverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Kaub mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen.

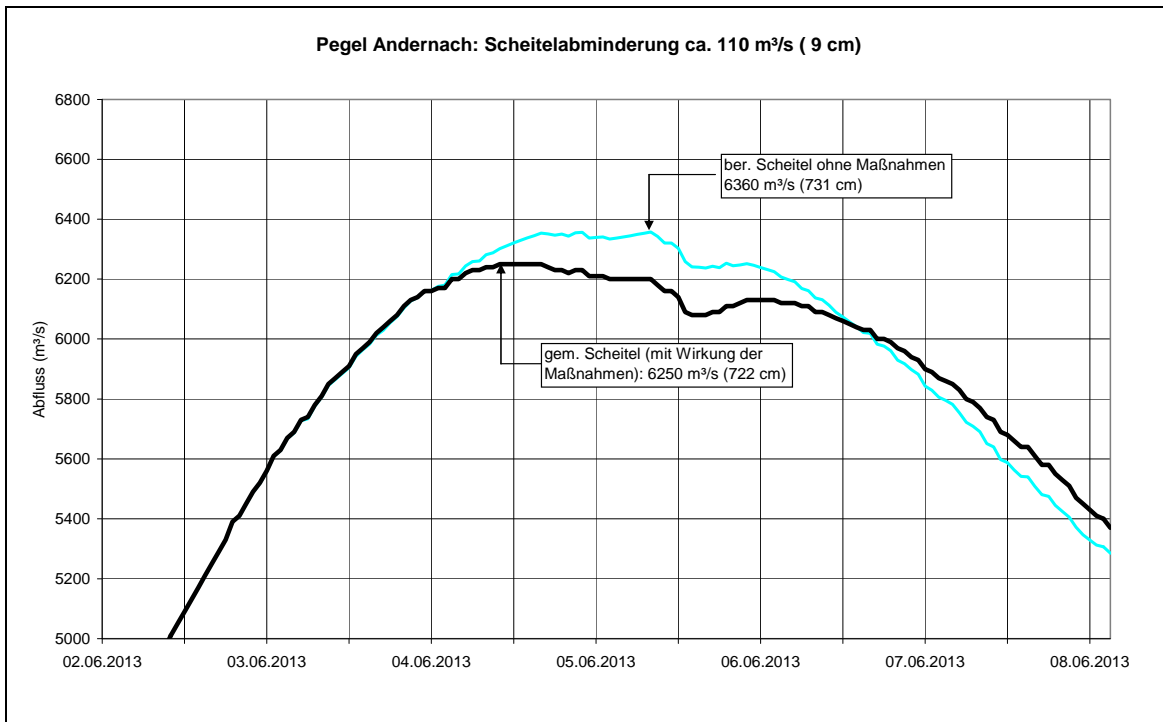


Abb. 30: Abflussverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Andernach mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen.

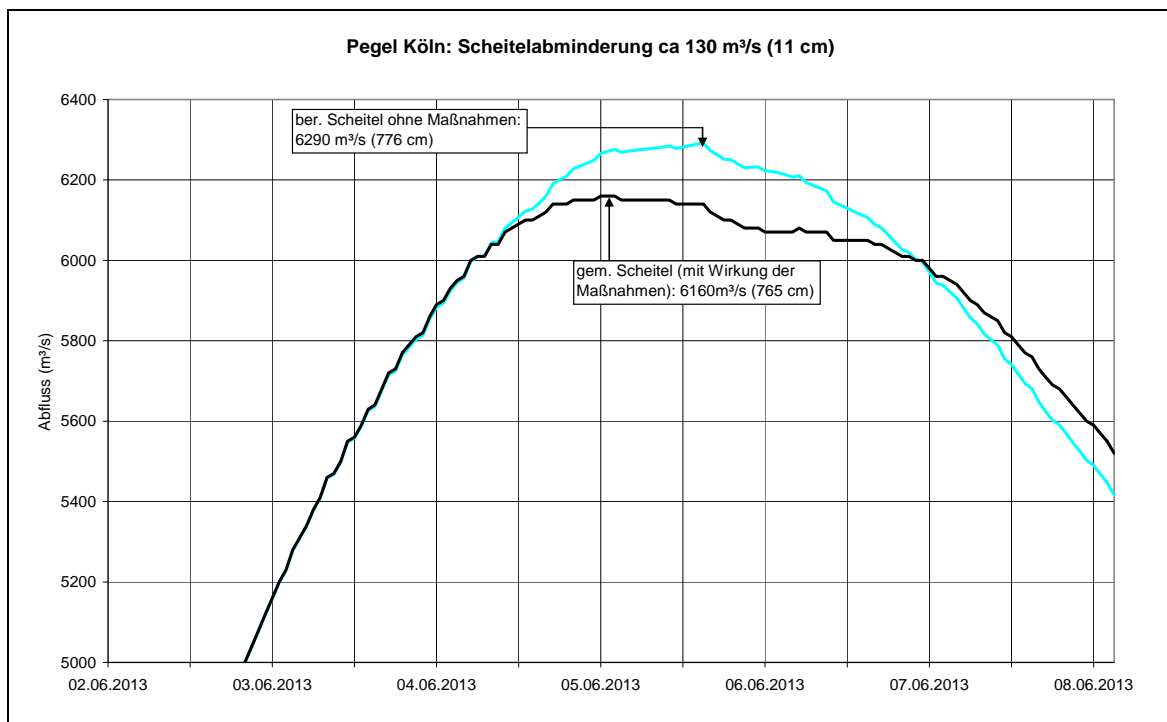


Abb. 31: Abflussverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Köln mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen.