



HOCHWASSER IM RHEIN

Juni 2013



Flutung des Polders Ingelheim, 4. Juni, 7 Uhr

INHALTSVERZEICHNIS

1. Witterungsverlauf	3
1.1. Witterungsverlauf bis zum 28. Mai 2013 (Ausgangslage)	3
1.2. Witterungsverlauf ab dem 28. Mai 2013	3
2. Hochwasserverlauf	5
2.1. Ausgangslage	5
2.2. Hochwasser am Oberrhein	6
2.3. Hochwasser am Mittelrhein	7
2.4. Hochwasser am Niederrhein	7
2.5. Zusammenfassung	8
3. Einsatz von Retentionsmaßnahmen	9
3.1. Retentionsmaßnahmen im Einzugsgebiet des Hochrheins und des südlichen Oberrheins	9
3.2. Retentionsmaßnahmen am Oberrhein in Rheinland-Pfalz	10
3.3. Wirkung der Retentionsmaßnahmen	13
4. Unterlagen	18

1. WITTERUNGSVERLAUF

1.1. Witterungsverlauf bis zum 28. Mai 2013 (Ausgangslage) [1]

Der Mai 2013 war geprägt durch wechselnde Tiefdruckgebiete, die Starkniederschläge und Dauerregen im Rheingebiet mit sich brachten. Insgesamt fiel der Mai für Rheinland-Pfalz, wie für ganz Süddeutschland, zu kalt, zu nass und zu sonnenarm aus. In vielen Gebieten von Rheinland-Pfalz fiel im Monat Mai mehr als die doppelte Niederschlagsmenge, die dem langjährigen Mittel nach zu erwarten gewesen wäre. Im südlichen Rheingebiet sowie im Maingebiet waren die Niederschlagsmengen zum Teil noch deutlich größer als in Rheinland-Pfalz.

Die wetterbedingte Ausgangslage führte bereits im gesamten Monatsverlauf zu einer flächendeckenden Sättigung des Bodens. Gegen Ende des Monats brachten die Tiefdruckgebiete „Christopher“ und „Dominik“ enorme Niederschlagsmengen von Osten in die Gebiete von Rhein und Main. In den ersten Junitagen setzte sich die Witterung mit den Tiefdruckgebieten „Frederik“ und „Günther“ weiter fort, die entgegen sonst üblicher Zugbahnen, über mehrere Tage stationär verblieben und erneut Tiefausläufer mit weiteren Niederschlägen über Süddeutschland brachten. Die größten Niederschlagsmengen in Süddeutschland fielen ab dem 28. Mai.

1.2. Witterungsverlauf ab dem 28. Mai 2013 [1]

Am Abend des 28. Mai setzten im Rheingebiet von Nordosten kommende Niederschläge ein, die zu mehr als einem Tag anhaltendem ergiebigen Dauerregen führten. Eine leichte Wetterentspannung war erst am 30. Mai durch nachlassende Niederschläge eingetreten. Doch weitere Tiefausläufer brachten auch in den ersten Junitagen ergiebige Niederschläge nach Süddeutschland. Dabei fielen die größten Niederschlagsmengen nicht in Rheinland-Pfalz, sondern im Osten und Süden Deutschlands. Die für den Rhein relevanten Niederschläge fielen insbesondere in den Gebieten von Schwarzwald und im Voralpenland in der Schweiz.

In den niederschlagsreichen Tagen des Zeitraums vom 30. Mai bis zum 2. Juni wurden in Rheinland-Pfalz nur in der südlichen Pfalz größere Niederschlagsmengen von 60 bis 80 mm registriert. In den anderen Landesteilen lagen die Niederschlagswerte mit 10 – 25 mm in den Gebieten von Nahe, Hunsrück, Rheinhessen und dem deutschen Mosel-einzugsgebiet sowie mit 5 – 10 mm in Eifel und Westerwald durchaus im für die Jahreszeit üblichen Rahmen. Im Einzugsgebiet der französischen Obermosel wurden Niederschlagssummen von 10 – 30 mm, in den Staulagen der Vogesen auch 40 – 80 mm, gemessen. Rheinland-Pfalz war durch die vorherrschende Witterung im Zeitraum Ende Mai bis Anfang Juni nur vergleichsweise gering betroffen.

Wetterbesonderheiten im Mai: In Nierstein führte die Witterung in Verbindung mit dem seit Tagen aufgeweichten Boden in der Nacht vom 19. auf den 20. Mai zu einem Hangrutsch, in dessen Folge zwei Häuser evakuiert werden mussten.

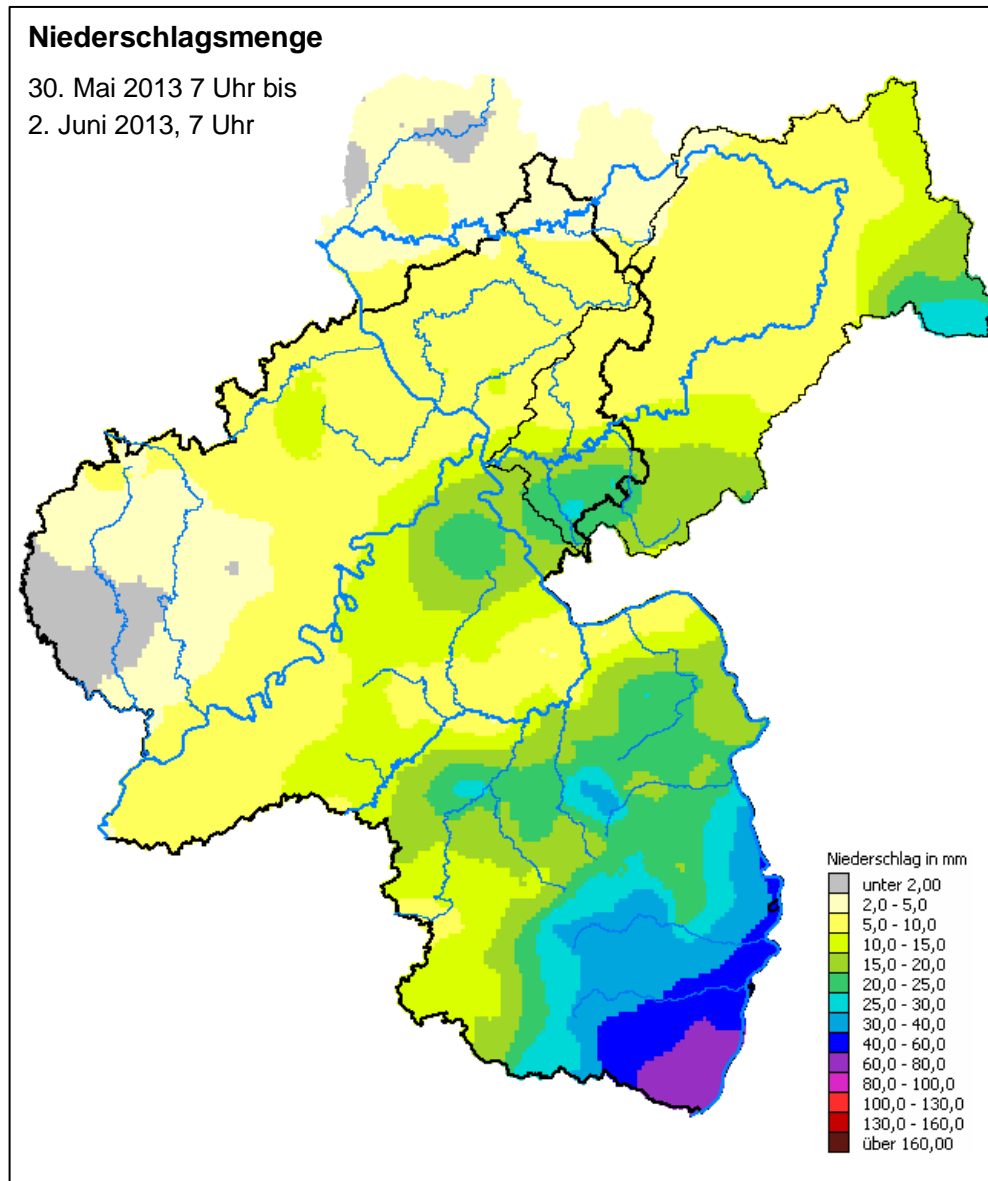


Abb. 1: Niederschläge in Rheinland-Pfalz vom 30. Mai, 7 Uhr bis zum 2. Juni 2013, 7 Uhr.

2. HOCHWASSERVERLAUF

2.1. Ausgangslage

Anhaltender Dauerregen und Gewitter in Rheinland-Pfalz führten im Vorlauf des Rheinhochwassers bereits am 20. und 21. Mai zu erhöhten Wasserständen in Rheinland-Pfalz. Während im gesamten Moselgebiet die Wasserstände zwar hoch, aber kaum im Bereich eines Hochwassers lagen, führten die gefallenen Niederschläge im Glangebiet und der unteren Nahe zu einem Hochwasserereignis mit einer etwa zwei bis fünfjährigen Wiederkehrwahrscheinlichkeit (HQ₂ – HQ₅). Dieses Hochwasser hatte allerdings keinen nennenswerten Einfluss auf das Rheinhochwasser Anfang Juni.

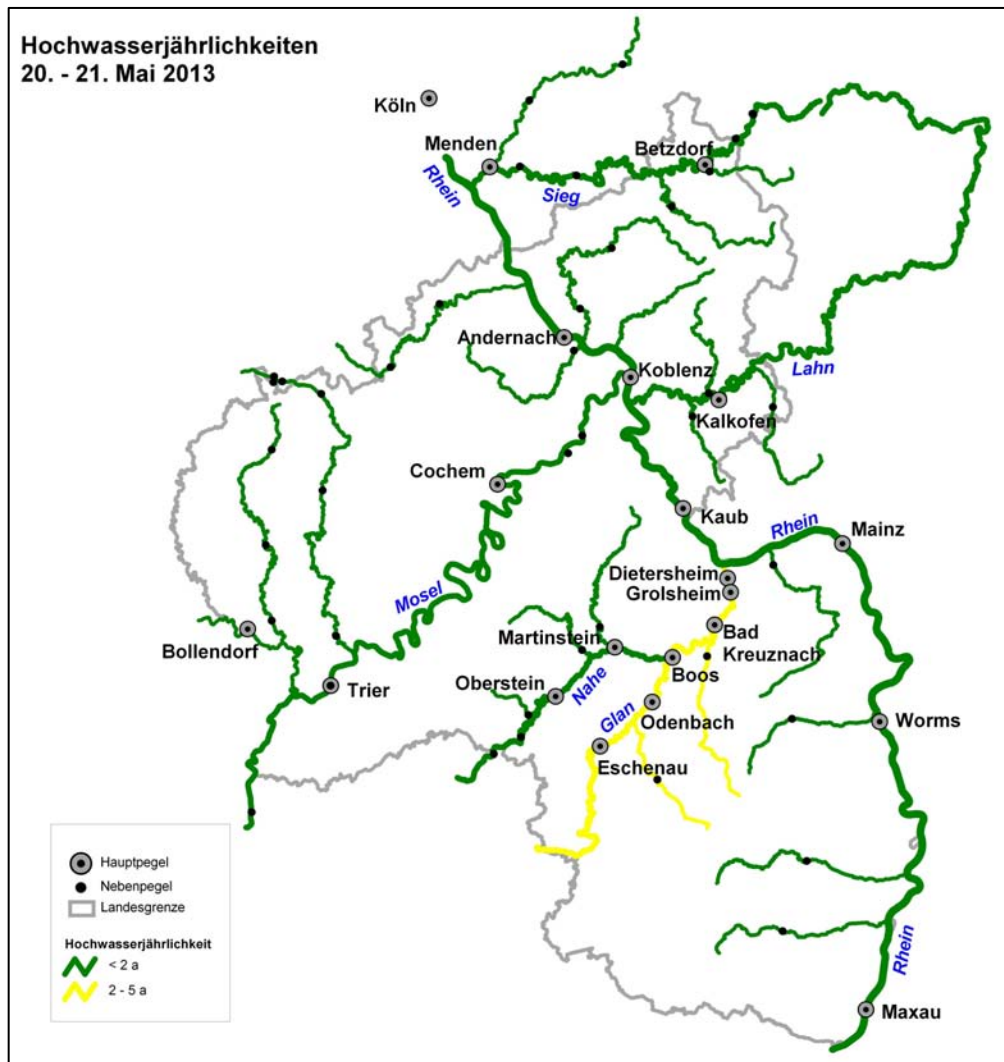


Abb. 2: Hochwasserjährlichkeiten in Rheinland-Pfalz am 20. und 21. Mai 2013.

2.2. Hochwasser am Oberrhein

Am **Pegel Maxau** wurde am 2. Juni gegen Mittag ein maximaler Wasserstand von 869 cm erreicht. Die Hochwassermarken III von 840 cm wurden zuvor überschritten, die Schifffahrt im Bereich Maxau eingestellt. Dieser Wasserstand markiert einen der höchsten gemessenen Wasserstände am Pegel Maxau, durch die relativ geringe Fließgeschwindigkeit allerdings mit weniger Abfluss verbunden als beispielsweise bei dem Hochwasserereignis im Jahr 1988. Daraus ergibt sich für den Pegel Maxau eine Jährlichkeit von $HQ_{10} - HQ_{20}$.

Der Scheitel der Rheinwelle erreichte am 4. Juni **Speyer** mit einem Höchststand von 837 cm und einem Abfluss von $4.160 \text{ m}^3/\text{s}$ ($HQ_{10} - HQ_{15}$).

Die Meldehöhe am **Rheinpegel Mannheim** (650 cm) wurde schon am Abend des 1. Juni überschritten. Die Scheitelwasserstände an den Pegeln Mannheim und Worms wurden aufgrund des hohen Neckarzuflusses am 3. Juni noch vor Eintreffen des Scheitels der Oberrheinwelle erreicht. Der durch Retention in der Oberrheinstrecke bereits abgeminderte Abfluss am **Pegel Worms** lag bei einem Höchststand von 708 cm bei $4950 \text{ m}^3/\text{s}$ Abfluss entsprechend einer Jährlichkeit von $HQ_{10} - HQ_{20}$.



Abb. 3: Überschwemmtes Segelfluggelände in Oppenheim nach Überströmen des Sommerdeichs.

Aufgrund des hohen Mainzuflusses wurde die Meldehöhe am **Pegel Mainz** (550 cm) ebenfalls am Abend des 1. Juni überschritten. Da zwischen Worms und Mainz mit den steigenden Wasserständen auch einige Sommerpolder durch Überströmen der Sommerdeiche geflutet wurden und, beeinflusst durch den lang anhaltenden Mainscheitel, bildete sich der

Scheitel im Rhein in Mainz erst am 5. Juni mit 682 cm entsprechend 5720 m³/s (HQ₁₀ - HQ₁₅) aus. Ähnlich wie beim letzten nennenswerten Rheinhochwasser im Jahr 2011 bildete sich am Pegel Mainz ein Scheitel, der für etwa 2 Tage konstant blieb. Dies ist auch auf den Rückstau des Rheins in den Main zurück zu führen.

2.3. Hochwasser am Mittelrhein

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

Der zum Zeitpunkt der Rheinwelle nur geringe Zufluss der Nahe (< 50 m³/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 m³/s erreicht was einer Jährlichkeit von HQ₁₀ - HQ₁₅ entspricht.

Auch die Lahn lieferte mit ca. 70 m³/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 m³/s.

Am **Pegel Andernach** wurde am 4. Juni ein Höchststand von 722 cm mit einem Abfluss von rd. 6250 m³/s und einer Jährlichkeit von nur noch MHQ erreicht.

2.4. Hochwasser am Niederrhein

Unterhalb der Moselmündung nahm die Jährlichkeit weiter ab. Am Niederrheinpegel **Köln** wurde am 4. Juni ein Scheitelwasserstand von 765 cm mit einen Abfluss von 6.160 m³/s registriert. 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 m³/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 Nieder-rhein-strecke beeinflussten Abfluss von rd. 6.040 m³/s (< MHQ) aus.

2.5. Zusammenfassung

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

Insgesamt erreichten die Scheitelwasserstände in der Mittel- und Niederrhein-Strecke nicht die zunächst prognostizierten Höchstwerte, was eventuell mit dem trägen Scheitelverhalten des Mains zu tun haben könnte.

Schifffahrt: Die Schifffahrt musste von Maxau bis Kaub eingestellt werden! Unterhalb der Moselmündung waren keine Sperrungen erforderlich.

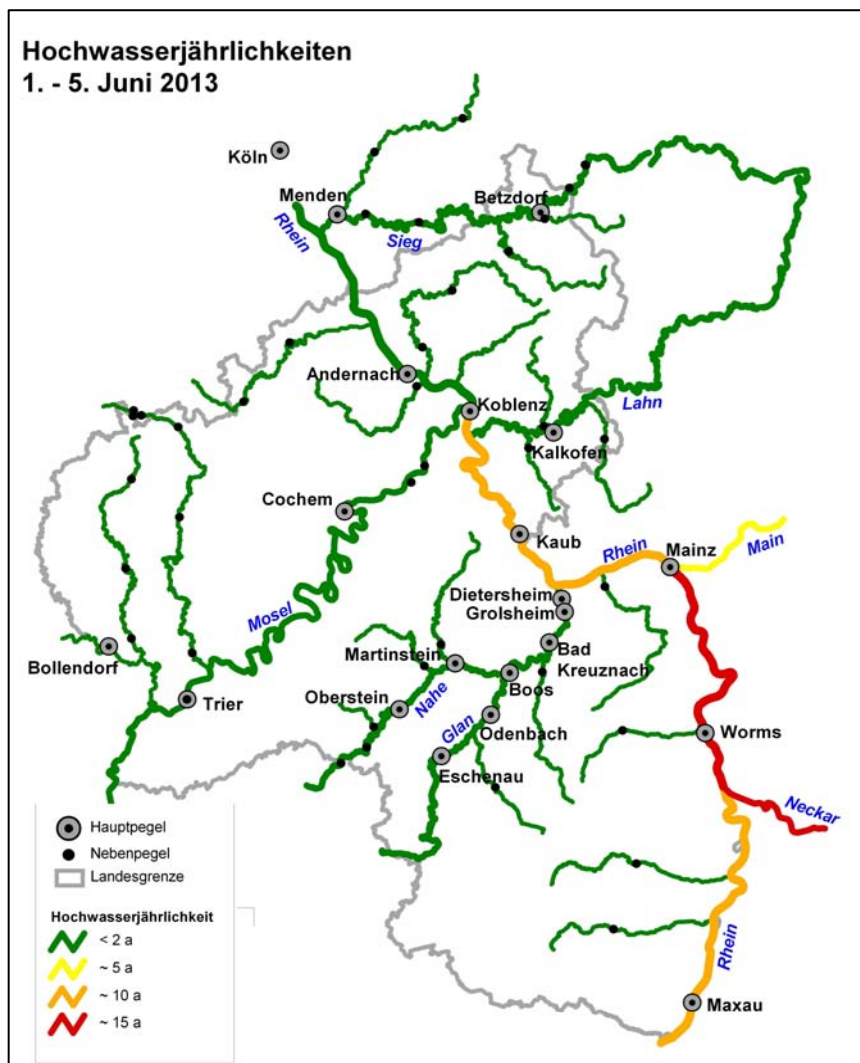


Abb. 4: Hochwasserjährlichkeiten in Rheinland-Pfalz vom 1. bis zum 5. Juni 2013.

3. EINSATZ VON RETENTIONSMAßNAHMEN

3.1. Retentionsmaßnahmen im Einzugsgebiet des Hochrheins und des südlichen Oberrheins [2]

Vom schweizerischen Kanton Bern wurde ab dem 28.5. eine Vorabsenkung von Bielersee, Murtener See und Neuchateler See durchgeführt, um Rückhalteraum für das angekündigte Hochwasser zu schaffen. Die Seensteuerung in der Schweiz ist auch flussabwärts bedeutsam, da sonst der Hochwasserzufluss in den Oberrhein bei Basel deutlich höher gewesen wäre als der gemessene Scheitelwert.

In der Nacht von Samstag, 1.6. auf Sonntag, 2.6. wurden dann die Kriterien für den Einsatz von Retentionsmaßnahmen am Oberrhein überschritten. Am Sonntag früh wurden die folgenden Maßnahmen zur Retention eingesetzt:

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



Abb. 5: Pegel Maxau vom linken Rheinufer aus gesehen bei steigendem Hochwasser, Juni 2013.

3.2. Retentionsmaßnahmen am Oberrhein 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. m³, der über eine feste Schwelle (ehemaliger Sommerdeich) bei einem Wasserstand von etwa 850 cm am Pegel Maxau geflutet wird. Die Rückhaltung wurde zu rund 80 % gefüllt.



Abb. 6: Eingestaute Hochwasserrückhaltung Daxlander Au.

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

Im anlaufenden Ast der Hochwasserwelle wurden die **Hochwasserrückhaltungen Worms Mittlerer Busch** (Rhein-km 441) wie auch **Worms-Bürgerweide** (Rhein-km 442) geflutet. Diese Rückhaltungen sind durch Deichrückverlegungen 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. m³ zurückgehalten.



Abb. 7: Eingestaute Hochwasserrückhaltungen Worms Mittlerer Busch und Worms Bürgerweide.

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. m³ wurden aufgrund des aufgetretenen maximalen Wasserstandes im Rhein knapp 2,5 Mio. m³ zurückgehalten.



Abb. 8: Flutung des Polders Ingelheim am 4. Juni 2013. Webcam-Bild von 6 Uhr.

Bei dem Ausbau und der Instandsetzung der Deiche wurde darauf geachtet, möglichst weitere **Deichrückverlegungen** vorzunehmen. Im Bereich Speyer und im Raum Eich sind so mehrere hunderttausend m³ Rückhalteraum bei Bemessungshochwasser geschaffen worden. Ein Teil dieses Raumes wurde bei diesem Hochwasser eingestaut und damit Wasser zurückgehalten.

Insgesamt wurden am südlichen Oberrhein etwa **45 Mio. m³** Rückhalteraum eingesetzt; zusätzlich wurden in Rheinland-Pfalz rund **9 Mio. m³** zurückgehalten. In der Summe wurden so ca. **53 Mio. m³** Wasser der Welle temporär entzogen.

3.3. Wirkung der Retentionsmaßnahmen

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

In Tabelle 1 sind die berechneten Hochwasserscheitelabminderungen durch die Rückhaltemaßnahmen zusammengestellt. Es zeigt sich, dass die Scheitelminderung im vor allem von Schäden betroffenen Bereich im südlichen 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 [3] zusammen. In der genannten Studie werden für die Pegel Koblenz, Köln und Düsseldorf rund 10 cm angegeben.

Tab. 1: Scheitelwasserstandsminde rung an ausgewählten Rheinpegeln.

Pegel	<i>Scheitelwasserstand</i> (in cm)		
	gemessen mit Rückhaltungen	berechnet	
		ohne Rückhaltungen	Abminderung
Maxau ¹	869	893	24
Speyer ¹	837	863	26
Worms ¹	708	723	15
Mainz	682	693	11
Kaub	719	732	13
Koblenz	635	645	10
Andernach	722	731	9
Köln ²	765	776	11

¹ = Entnommen aus [2]
² = Eigene Berechnungen für den Kontrollpegel Köln (NRW)

In den Abbildungen 9 bis 13 ist der zeitliche Verlauf der Beeinflussung der Hochwasserwelle durch die Hochwasserrückhaltungen visualisiert.

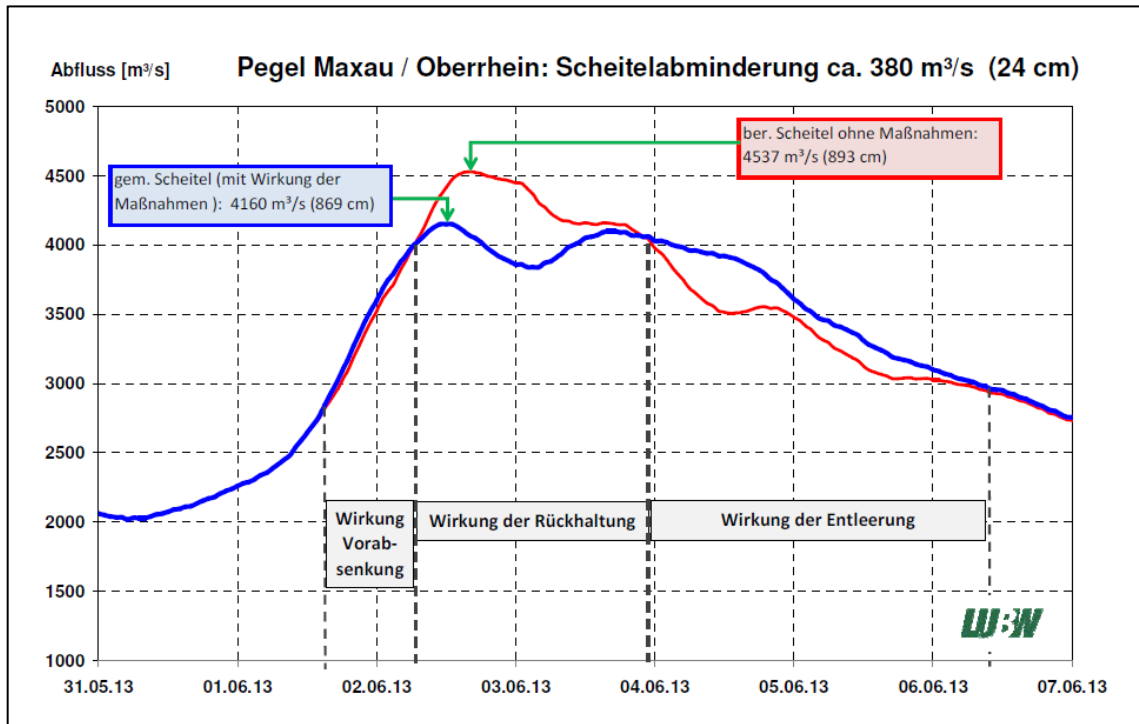


Abb. 9: Wasserstandverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Maxau mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen. [2]

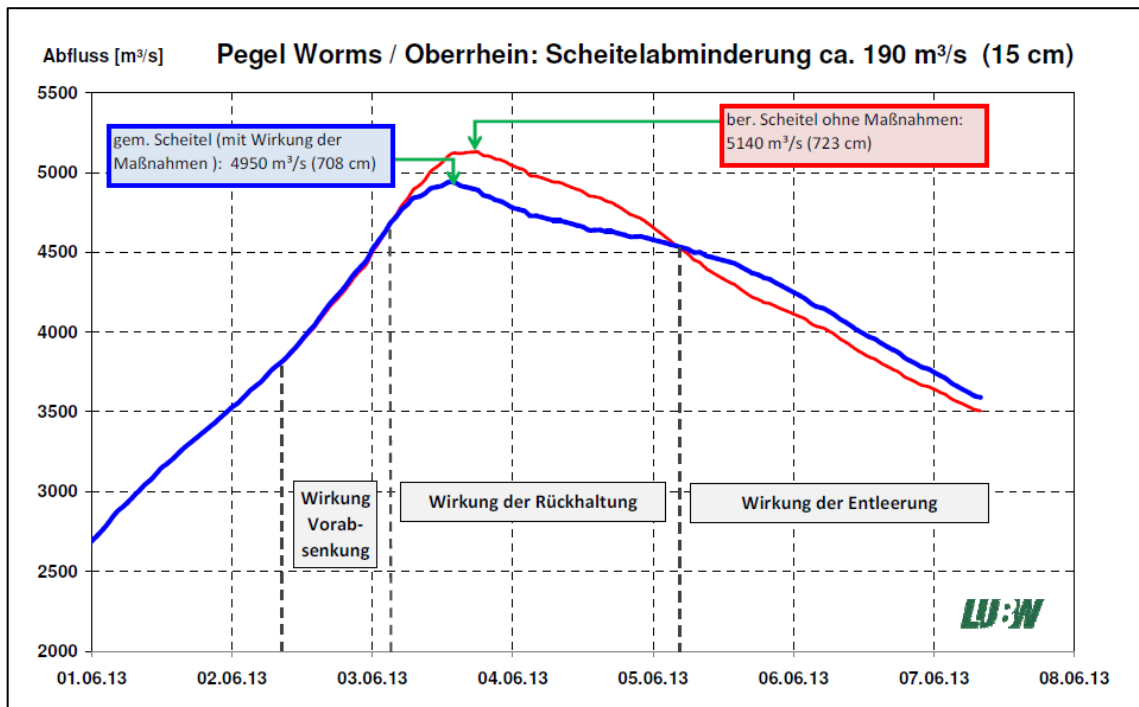


Abb. 10: Wasserstandverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Worms mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen. [2]

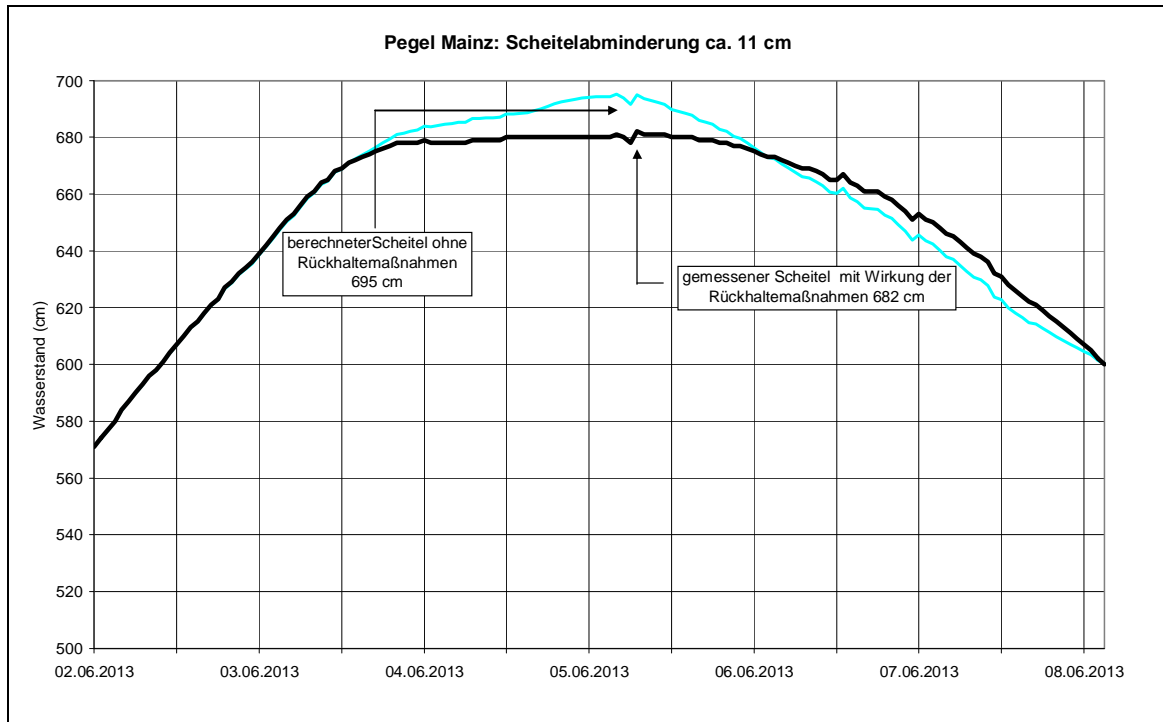


Abb. 11: Wasserstandverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Mainz mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen. [2]

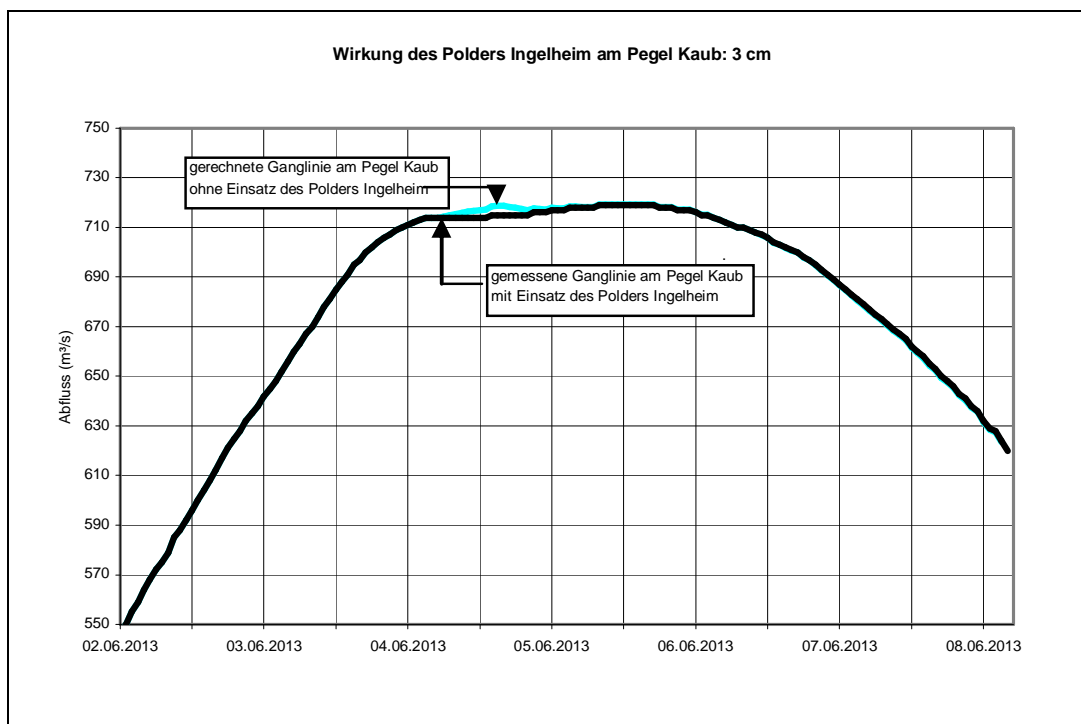


Abb. 12: Wasserstandverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Kaub mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltung Ingelheim. [2]

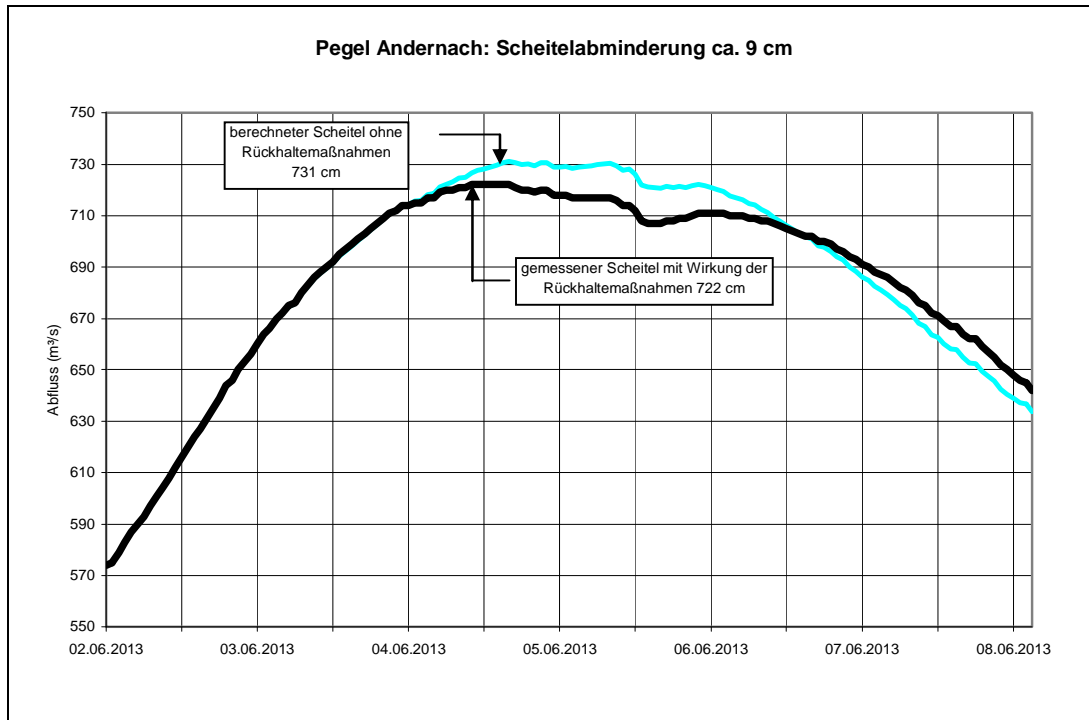


Abb. 13: Wasserstandverlauf der Hochwasserwelle im Juni 2013 am Pegel Andernach mit und ohne Einsatz der gesteuerten Hochwasserrückhaltungen. [2]

In allen Abbildungen 9 bis 13 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 (Abb. 12) 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 wirken (siehe auch Tabelle 1). Dies ist vor allem dadurch bedingt, dass dies im wesentlichen ein (Hochrhein- und) Oberrheinhochwasser ist und der Scheitel nicht durch ein großes Moselhochwasser vorverlegt ist. So wirken die am Oberrhein zur Scheitelkappung eingesetzten Maßnahmen auch am Mittel- und Niederrhein im gleichen Abflusssegment.

In Tabelle 2 sind für ausgewählte Pegel des Ober-, Mittel- und Niederrheins die Scheitelwasserstände, das Eintrittsdatum und die Eintrittswahrscheinlichkeit mit und ohne Einsatz der Hochwasserrückhaltungen angegeben. Hieraus wird deutlich, dass am südlichen Oberrhein von einer Eintrittswahrscheinlichkeit eher zwischen zehn (mit Einsatz der Rückhaltungen) und bis zu zwanzig Jahren (ohne Einsatz der Rückhaltungen) auszugehen ist; am südlichen Mittelrhein bereits zwischen zehn und fünfzehn Jahren. Dagegen ist ab der Moselmündung aufgrund des geringen Beitrags der Mosel nur noch von einem mittleren Hochwasser auszugehen. Hier hat das Hochwasser weitgehend an Bedeutung verloren.

Tab. 2: Einordnung der Eintrittswahrscheinlichkeit (Wiederkehrintervall) des Junihochwassers 2013 mit Angabe des Scheitelwasserstandes an ausgewählten Pegeln am Rhein. (z.T. nach [2])

Rheinpegel	Wasserstand / Datum	Wiederkehrintervall ¹	
		mit Retention	(ohne Retention)
Maxau	869 cm / 2.6.	10 a	(20 a)
Speyer	837 cm / 4.6.	10 a	(15 a)
Mannheim ²	836 cm / 3.6.	<i>keine Angabe</i>	<i>keine Angabe</i>
Worms	708 cm / 3.6.	15 a	(20 a)
Mainz	682 cm / 5.6.	10 a	(15 a)
Kaub	719 cm / 5.6.	10 a	(15 a)
Koblenz ²	635 cm / 4.6.	<i>keine Angabe</i>	<i>keine Angabe</i>
Andernach	722 cm / 4.6.	~ MHQ	(~ MHQ)
Köln	765 cm / 4.6.	< MHQ	(< MHQ)
Duisburg Ruhrort	854 cm / 5.6.	~ MHQ	(~ MHQ)
Emmerich	690 cm / 6.6.	< MHQ	(< MHQ)
¹ = gerundete Werte ² = keine eindeutige Wasserstands – Abfluss – Beziehung vorhanden			

4. UNTERLAGEN

- [1] Deutscher Wetterdienst, Offenbach
Witterungsverlauf, Großwetterlagen; Witterungsreport Express;
05 2013

- [2] Kurzübersicht zur Wirkung der Retentionsmaßnahmen am Oberrhein zwischen Basel und Worms beim Hochwasser Mai / Juni 2013 auf Basis von Rohdaten.
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Karlsruhe, 10. Juni 2013. Unveröffentlicht.

- [3] Das Juni-Hochwasser des Jahres 2013 in Deutschland.
Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfG-Bericht Nr. 1793, Koblenz, 20.6.2013