

Steuerungsstrategien für die Rückhaltmaßnahmen am Oberrhein

Dr.-Ing. Peter Homagk, Dr. Manfred Bremicker

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

Zusammenfassung

Am Oberrhein zwischen Basel und Worms soll der vor dem Rheinausbau vorhandene Hochwasserschutz wiederhergestellt werden. Hierzu sollen zahlreiche Hochwasserrückhaltmaßnahmen mit einem Gesamtvolumen von rund 260 Mio. m³ geschaffen werden. Für die Maßnahmen, die bereits einsatzfähig sind, wurde im Rahmen einer deutsch-französischen Arbeitsgruppe ein Steuerungsreglement erarbeitet, das für die Betreiber der Rückhalteräume verbindlich ist. Die Bauarten und Wirkungsweisen der unterschiedlichen Rückhaltmaßnahmen werden beschrieben sowie die Randbedingungen für die Erarbeitung des Steuerungsreglements. Anhand abgelaufener Hochwasser wird die wasserstandsmindernde Wirkung der Retentionsmaßnahmen dargestellt.

1. Einleitung

Bekanntlich wurde der Oberrhein in den Jahren von 1928 bis 1977 zwischen Basel und Iffezheim weitgehend kanalisiert durch den Bau von 10 Staustufen. Hiermit wurde eine weitere schon teilweise nach der Tulla'schen Rheinkorrektion eingetretene Sohlenerosion des Rheins mit absinkenden Grundwasserständen und hiermit verbundener Versteppung verhindert. Außerdem konnte zusätzliche Wasserkraft zur Stromerzeugung gewonnen und eine deutliche Verbesserung der Schifffahrtsbelange geschaffen werden. Dieser Rheinausbau hat infolge des Verlustes von 130 km² natürlichen Überschwemmungsflächen die Hochwassergefahr unterhalb der Ausbaustrecke erheblich vergrößert [11]. International anerkannt wurde dies mit der Vorlage des Schlussberichts der Hochwasserstudienkommission für den Rhein [8] nachgewiesen. Im Vertrag von 1982 [1] wurde zwischen der Republik Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland vereinbart, durch den Bau von Hochwasserrückhaltmaßnahmen den vor dem Rheinausbau vorhandenen Hochwasserschutz wiederherzustellen. Die Länder Frankreich und auf deutscher Seite Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz erstellen hierzu mit finanzieller Beteiligung des Bundes und Hessens zahlreiche Hochwasserrückhaltmaßnahmen, um dementsprechend am Pegel Maxau-Karlsruhe einen Schutz gegen ein 200-jährliches Hochwasserereignis wiederherzustellen und am Pegel Worms einen Hochwasserschutz gegen ein 220-jährliches Hochwasserereignis.

2. Die Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein

Für den Hochwasserschutz am Oberrhein zwischen Basel und Worms sind die in Bild 1 dargestellten Hochwasserrückhaltemaßnahmen in Planung, im Bau oder bereits fertig gestellt und damit auch für den Hochwasserschutz einsatzbereit. Nach Fertigstellung aller Maßnahmen steht insgesamt ein Volumen von rund 260 Mio. m³ zur Verfügung (ca. 167 Mio. m³ in Baden-Württemberg, ca. 58 Mio. m³ in Frankreich und ca. 35 Mio. m³ in Rheinland-Pfalz), das derzeit (2006) bereits verfügbare Rückhaltevolumen beträgt rund 142 Mio. m³. Die Maßnahmen sind in ihrer Bauart und Wirkungsweise sehr unterschiedlich.

Beim Sonderbetrieb der Wasserkraftwerke am Rhein, auch Manöver genannt, werden die Abflüsse im Rheinseitenkanal bis auf einen Mindestabfluss gedrosselt und in den Kraftwerkskanälen der Schlingen bis auf Null gedrosselt. Hierdurch wird im Rhein zusätzlich Flussretention gewonnen. In den Schlingen wird durch diese Betriebsweise zusätzliche Retention durch Vorlandüberflutung erreicht.

Die Polder sind ehemalige Überflutungsgebiete des Rheins, die landeinwärts meist durch frühere Hochwasserdämme abgeschlossen sind. Bei Hochwasser werden diese Räume über Einlassbauwerke gefüllt und in der Regel über flussabwärts gelegene Auslassbauwerke entleert. Die in der Ausbaustrecke zwischen Basel und Iffezheim gelegenen Polder können in der Regel immer voll gefüllt werden, da wegen der je-

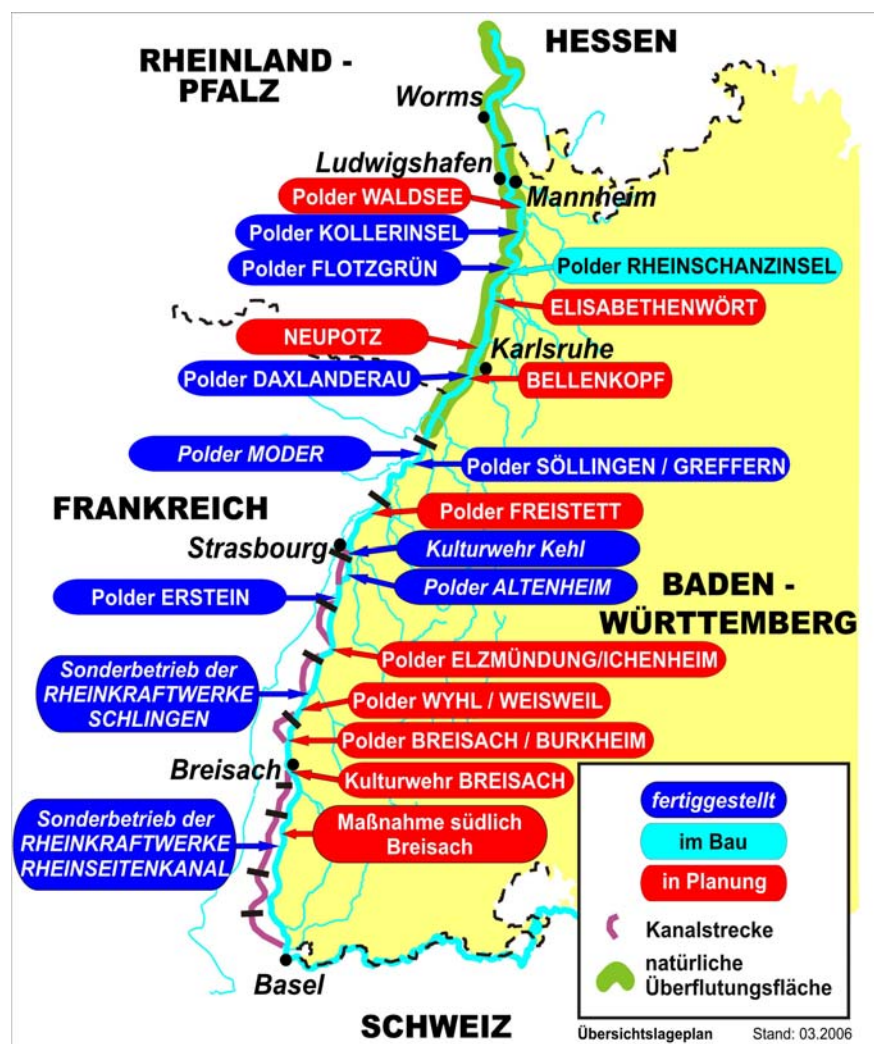


Bild 1: vorhandene und geplante Rückhaltemaßnahmen am Oberrhein zwischen Basel und Worms

weiligen Höhe des Wasserspiegels in der Staustufe genügend Druckhöhe vorhanden ist. Auch eine Entleerung ist in der Regel problemlos möglich, ohne dass das Hochwasser stark gefallen sein muss. Dies ist bei den Poldern in der freien Rheinstrecke flussabwärts von Iffezheim nicht immer möglich, da hier die erzielbare Einstauhöhe von der Höhe des Hochwassers abhängt. Daher ergibt sich hier eine Vollfüllung erst bei einem Abfluss im Rhein von 5.000 m³/s. Insofern stehen hier die vollen Volumina erst bei extremen Abflüssen zur Verfügung. Eine Entleerung ist erst möglich, wenn die Hochwasserabflüsse im Rhein stark gesunken sind. Grundsätzlich können Polder ungesteuert oder gesteuert eingesetzt werden. Der Unterschied ist folgender :

- Bei ungesteuertem Einsatz wird die Retentionsfläche bei Hochwasser bereits überflutet, wenn der Wasserstand die Uferhöhe oder ein entsprechend angeordnetes (dauerhaft geöffnetes) Einlaufbauwerk übersteigt. Die Überflutungshöhe im Polder hängt allein vom Wasserstand im Rhein ab.
- Bei gesteuertem Einsatz werden der Zeitpunkt der Überflutung, die Größe der Rückhaltmenge und evtl. auch die Überflutungshöhe durch geeignete Bauwerke gesteuert.

Da gesteuerte Polder einen größeren Beitrag zur Hochwasserminderung leisten als ungesteuerte, werden alle vorhandenen Polder am Oberrhein gesteuert eingesetzt.

Die bereits vorhandenen Kulturwehre Breisach und Kehl stellen Querriegel im Rhein dar (Bild 2). Durch Schließen der Segmente am Wehr wird der Rhein höher aufgestaut und somit zusätzliches Wasser zurückgehalten. Beide Wehre besitzen steuerbare Segmente sowie eine feste Schwelle, über die bei voll geschlossenen



Bild 2: Blick auf das Kulturwehr Kehl / Oberrhein

Segmenten das Wasser des Rheins abfließen kann. Infolge der festen Schwelle ist das jeweils bewirtschaftbare Volumen vom Hochwasserereignis abhängig.

Südlich von Breisach wurde nach der Tullaschen Rheinkorrektion die Sohle des Rheins sehr stark erodiert, so dass hier auch bei extremen Abflüssen der Rhein nicht mehr aus seinem Bett ausferrt. Damit sind auf dieser Strecke auch die Grundwasserstände sehr stark abgesunken und ist nicht mehr für die Vegetation verfügbar. Daher soll hier auf einer Länge von ca. 45 km das rechte Ufer um das Maß der nach der Rheinkorrektion und der Ausleitung in den Rheinseitenkanal eingetreten Absenkung des Wasserspiegels auf einer Breite von im Mittel 90 m um ca. 3 bis 8 m ausgekiest werden. Damit wird ab Abflüssen von 600 m³/s im Rhein (d.h. Gesamtabfluss im Rhein und im Rheinseitenkanal ca. 2.000 m³/s) eine Ausuferung ermöglicht und somit Retention gewonnen (Vorlandabsenkung zur Schaffung von zusätzlichen Retentionsraum). Das bewirtschaftbare Volumen ist vom Hochwasserereignis abhängig und beträgt bis zu ca. 25 Mio. m³. Diese „90 m-Streifen“ genannte Maßnahme kann mit einer Dammrückverlegung verglichen werden. Bekanntlich wirkt eine solche ungesteuerte Maßnahme vor allem bei langsam ansteigenden Hochwasserereignissen nicht so stark auf den Hochwasserscheitel vor Ort wie eine gesteuerte Maßnahme. Sie hat aber eine verzögernde Wirkung auf die Hochwasserwelle. Hiermit wird gerade im südlichen Oberrhein einer wesentlichen negativen Komponente des Rheinausbaus entgegengewirkt. Durch den Rheinausbau wurde der Hochwasserscheitel vor allem dadurch erhöht, dass die Rheinwelle beschleunigt wurde und damit mit den in der Regel vorseilenden Wellen der Nebenflüsse sich eine ungünstigere Überlagerung ergibt. Diesem Effekt wird gerade mit der weit südlich gelegenen Variante des „90 m-Streifens“ entgegengewirkt.

Da es aus technischen und hydraulischen Gründen nicht möglich ist, die durch den Rheinausbau verloren gegangenen Überflutungsflächen insgesamt wieder heranzuziehen, kann nicht das frühere Retentionsvolumen genutzt und wie früher ungesteuert eingesetzt werden [3, 7]. Mit den Maßnahmen am Oberrhein kann der vor dem Rheinausbau vorhandene Hochwasserschutz nur wieder hergestellt werden, wenn die Maßnahmen gesteuert eingesetzt werden. Das bedeutet, dass der Zeitpunkt des Einsatzes und auch möglichst der Rückhaltegradient jeder einzelnen Maßnahme optimiert und festgelegt wird. Gleiches gilt für die Entleerung, die möglichst früh unter Vermeidung schädlicher Auswirkungen für die Unterlieger erfolgen soll, um den jeweiligen Raum für eine eventuelle nachfolgende zweite Hochwasserwelle wieder verfügbar zu haben.

3. Wirksamkeitsnachweis für die Hochwasserschutzmaßnahmen

Bereits die Internationale Hochwasserstudienkommission für den Rhein hat einen Katalog an Rückhaltemaßnahmen vorgeschlagen, der allerdings nur für den Rheinausbau mit einer weiteren Staustufe Au-Neuburg galt, deren Bau mit dem Vertrag von 1982 zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der französischen Republik zurückgestellt wurde zugunsten der Geschiebezugabe zur Sohlstabilisierung unterhalb von Iffezheim. In den Vertrag von 1982 ging daher ein neuer zu realisierender Katalog an Rückhaltemaßnahmen ein, der durch komplexe Berechnungen der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) optimiert wurde [9, 10]. Im Laufe von weiteren Planungen und Verwaltungsverfahren stellte sich heraus, dass dieser Katalog für die geplanten Rückhaltemaßnahmen in Baden-Württemberg vor allem aus ökologischen Gründen zu aktualisieren war. Der maximale Wasserstand in den Retentionsräumen sollte nicht höher als 2,50 m und die Räume sollten durchflossen sein. Daher mussten neue Möglichkeiten zusätzlicher Hochwasserschutzmaßnahmen untersucht und berechnet werden. Für die in Bild 1 dargestellten Retentionsräume wurden 16 historische Winterhochwasserereignisse zu jeweils 200-jährlichen bzw. 220-jährlichen Scheitelabflüssen an den Pegeln Maxau bzw. Worms „hochgerechnet“ und damit zwei Bemessungskollektive erstellt, mit denen der Nachweis geführt wurde, dass für die Rheinstrecke unterhalb von Iffezheim der vor dem Oberrheinausbau vorhandene Hochwasserschutz wiederhergestellt werden kann. Die Berechnungen wurden von der LfU mit dem Synoptischen Hochwassermodell durchgeführt [5] durchgeführt. Der Nachweis und dessen Bewertung wurden von einer internationalen Arbeitsgruppe im Rahmen der deutsch-französischen Verträge begleitet.

In Bild 3 ist ein Beispiel dargestellt, wie der Scheitel eines zu enormen Schäden mit Damnbrüchen führenden Hochwassers durch den Einsatz aller geplanten Retentionsmaßnahmen unter den schadlos abführbaren Abfluss abgemindert werden kann.

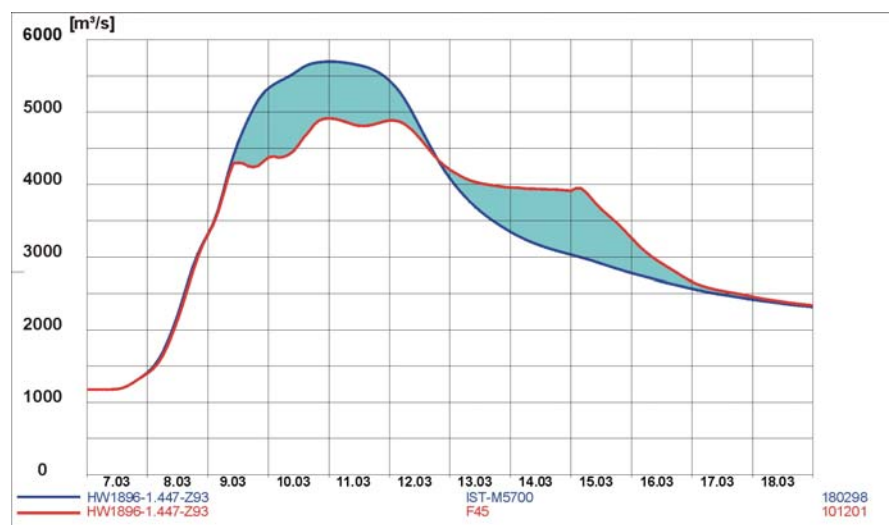


Bild 3: Abminderung des Scheitels eines 200-jährlichen Hochwassers am Pegel Maxau

Für die vorhandenen sowie die geplanten Retentionsmaßnahmen wurde mittels zahlreicher Berechnungen ein optimal wirkendes Reglement hinsichtlich der Scheitelabminderung der 200- bzw. 220-jährlichen Hochwasserereignisse an den Pegeln Maxau und Worms entwickelt. Bei der Entwicklung des Reglements war wichtig, dass eine optimale Abstimmung der Wirkung der Räume von Süden nach Norden erreicht wird. Außerdem musste mit einem Reglement sowohl der Hochwasserschutz im Hinblick auf den Pegel Maxau aber auch auf den Pegel Worms erreicht werden. Das bedeutet, dass für den Großraum Karlsruhe eine Scheitelminderung des Rheinscheitels erreicht werden muss. Am Pegel Worms bildet sich in der Regel ein neuer Scheitel durch die Überlagerung von Rhein und Neckar. Am Pegel Worms wird daher nur eine Scheitelabminderung erreicht, wenn weiter oberhalb im ansteigenden Bereich der Rheinwelle eine länger anhaltende Abminderung geschaffen wird. Das gesteckte Ziel der Wiederherstellung des Hochwasserschutzes wurde als erreicht definiert, wenn die Kriterien gemäß der Tabelle 1 eingehalten waren.

Zielkriterium	Pegel		
	Plittersdorf	Maxau	Worms
arith. Mittelwert der Scheitelabflüsse nicht größer als	5.000 m ³ /s	5.000 m ³ /s	6.000 m ³ /s
kein einzelner Scheitelabfluss größer als	5.200 m ³ /s	5.200 m ³ /s	6.200 m ³ /s

Tabelle 1: Zielkriterien für die Wiederherstellung des Hochwasserschutzes am Oberrhein

Damit sich in den Retentionsräumen eine aueähnliche Vegetation entwickelt, die die Retentionseinsätze schadlos überstehen kann, sollen mit Ausnahme der landwirtschaftlich genutzten Räume bei kleinen Hochwasserereignissen „ökologische Flutungen“ durchgeführt werden. Der Wirksamkeitsnachweis hat ergeben, dass die ökologischen Flutungen abgebrochen werden oder gar gänzlich unterbleiben müssen, wenn absehbar ist, dass ein Retentionseinsatz erforderlich ist [7].

4. Reglementoptimierung einsetzbarer Rückhalteräume

Damit mit den jeweils einsetzbaren Hochwasserschutzmaßnahmen der maximal mögliche Hochwasserschutz (Scheitelabminderung) erreicht werden kann, muss ein dem jeweiligen Realisierungsstand angepasstes optimales Reglement ermittelt werden, da das Reglement nach Fertigstellung aller Maßnahmen dies nicht leistet. Hierbei müssen die jeweiligen Randbedingungen hinsichtlich Schifffahrt, Stromproduktion, technischer Einschränkungen der einzelnen Räume wie z. B. der Regelungsmöglichkeit einzelner Bauwerke und auch die in den Planfeststellungen gemachten Auflagen beachtet werden. Wichtig hierbei ist auch, dass infolge der Entleerung unterhalb Iffezheim keine Aufhöhung der Hochwasserabflüsse erfolgen darf.

Die Reglementoptimierung wird in einer internationalen Arbeitsgruppe im Rahmen des deutsch-französischen Vertrags erarbeitet, die Berechnungen hierzu werden von der LUBW • Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg durchgeführt. Die für jede Maßnahme im Verbund der einsetzbaren Räume optimierte Anweisung ist für die jeweiligen Betreiber in Frankreich, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz verbindlich. Für die verschiedenen Betriebsarten wie Abbruch der ökologischen Flutungen, Vorabsenkung (Legung des Normalstaus der Kulturwehre), Retention, Unterbrechung der Retention, Wiederbeginn der Retention und Entleerung gelten Abflusskriterien an den Rheinpegeln Basel, Breisach, Kehl-Kronenhof, Lauterburg, Maxau und Worms. Außerdem gibt es in den Reglements Vorhersagekriterien, um einen dem jeweiligen Hochwasserereignis optimalen Einsatz zu gewährleisten oder auch überflüssige (mit Kosten verbundene Einsätze) zu vermeiden.

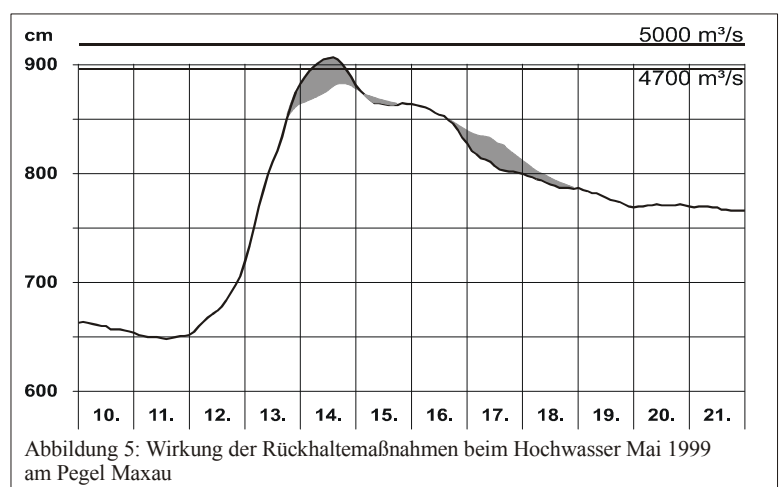
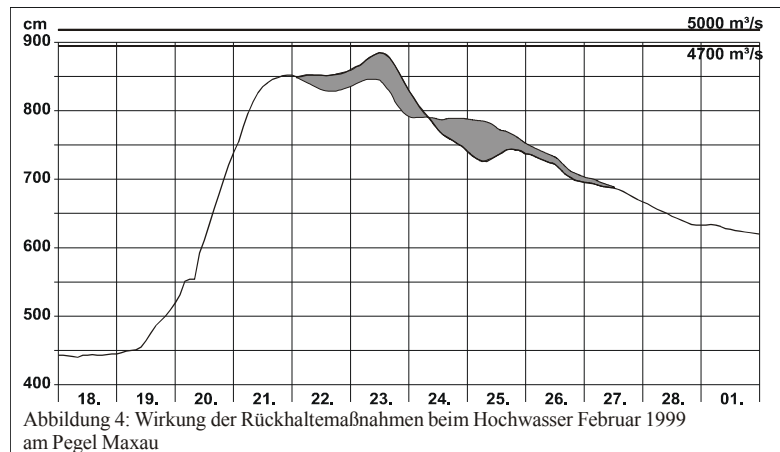
5. Bisherige Einsätze der Hochwasserrückhaltemaßnahmen am Oberrhein

Bislang wurden am Oberrhein bei vier großen Hochwasserereignissen (März 1988, Februar 1990, Februar 1999 und Mai 1999) Hochwasserrückhaltemaßnahmen erfolgreich eingesetzt. Außerdem konnte in den letzten 15 Jahren bei fünf größeren Hochwasserereignissen aufgrund der verlässlichen Vorhersagen der HVZ [2, 4, 6] verhindert werden, dass überflüssigerweise, dies gilt auch für die Rheinabflüsse unterhalb von Worms, das Kulturwehr Kehl mit den Poldern Altenheim eingesetzt wurde.

In den Abbildungen 4 und 5 sind die Wirkungen der Rückhaltemaßnahmen auf den Hochwasserscheitel am Pegel Maxau für die beiden großen Hochwasserereignisse im Frühjahr

1999 aufgezeigt. Wie zu erkennen ist, haben die Hochwasserrückhaltemaßnahmen deutlich die Hochwasserscheitel abgemindert. Dennoch wurde im Mai 1999 am Pegel Maxau der bislang höchste Wasserstand von 8,83 m erreicht.

Beim Hochwasser Februar 1999 sind folgende Rückhaltemaßnahmen am Oberrhein zum Einsatz gekommen: Sonderbetrieb der Rheinkraftwerke im Rheinseitenkanal und in den Schlingen Marckolsheim, Rhinau und Gerstheim, das Kulturwehr Kehl und die Polder Altenheim. Insgesamt wurde ein Rückhaltevolumen von ca. 60 Mio. m³ eingesetzt.



In Bild 4 ist auch die berechnete Wasserstandsganglinie eingetragen, wie sich das Hochwasser entwickelt hätte, wenn keine Rückhaltemaßnahmen eingesetzt worden wären. Es wird deutlich, dass mit den Rückhaltemaßnahmen deutlich der zweite Hochwasserscheitel um 33 cm abgemindert werden konnte. Da bereits frühzeitig durch die Vorhersagen erkannt wurde, dass noch ein zweiter höherer Scheitel am Pegel Maxau/Rhein eintreten wird, wurde abweichend vom Reglement entschieden, das Kulturwehr Kehl und die Polder Altenheim nicht bereits bei einer Überschreitung von 3.800 m³/s am Pegel Maxau einzusetzen, sondern erst ca. 12 Stunden später. Hierdurch wurde eine deutlich bessere Scheitelabminderung erreicht. Dies konnte bereits während des Hochwassers mit verschiedenen Vorhersagevarianten nachgewiesen werden.

6. Literatur

- [1] BGB, 1984: Vereinbarung zur Änderung und Ergänzung der Zusatzvereinbarung vom 16. Juli 1975 zum Vertrag vom 4.07.1969 zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Französischen Republik über den Rheinausbau zwischen Kehl/Straßburg und Neuburgweier/Lauterburg. Bundesgesetzblatt 1984 II S.68 ff.
- [2] Bremicker, M., Homagk, P., Ludwig, K., 2006: Hochwasserfrühwarnung und Hochwasservorhersage in Baden-Württemberg. Zur Veröffentlichung angenommen in: Wasserwirtschaft Heft 7-8/2006.
- [3] Homagk, P., 2003: Steuerung und Wirkung der Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein. Bauingenieur, Juli/August 2003, S. 332 - 336.
- [4] Homagk, P. : 1999 : Die Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg – ein präventiver Beitrag zum Hochwasserschutz, Symposium Naturkatastrophen in Mittelgebirgsregionen, Stiftung Umwelt und Schadensvorsorge, Universität Karlsruhe, Forschungszentrum Karlsruhe, 11./12.10.1999
- [5] Homagk, P. : Simulation des Hochwassergeschehens am Oberrhein. Wasserbaumitteilungen der Technischen Hochschule Darmstadt, Nr. 40, 35-48, 1995
- [6] Homagk, P. u. K. Ludwig, 1998: Operationeller Einsatz von Flussgebietsmodellen bei der Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg. Wasserwirtschaft 88, H 4
- [7] Homagk, P. : Hochwasserschutz und Ökologie – Zielkonflikt zwischen Hochwasserschutz und Ökologie. Wasserwirtschaft 82, 7/8, 1992
- [8] HSK, 1978: Schlussbericht der Hochwasser-Studienkommission für den Rhein / Rapport Final de Commission d' Etude des Crues du Rhin, Febr. 1978
- [9] LfU, 1981: Hochwasserschutz Oberrhein – Fortführung der Untersuchungen über die erforderlichen Retentionsmaßnahmen, Teil III, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Sept. 1981
- [10] MELUF, 1983: Hochwasserschutz Oberrhein, Informationsveranstaltung am 25.5.1983 in Rastatt (Niederschrift). Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg
- [11] Vieser, H.: Folgen der Ausbaumaßnahmen am Oberrhein auf den Hochwasserabfluss, Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, Sonderheft 1973

Weiterführende Links:

www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de

www.hvz.baden-wuerttemberg.de

http://irp.baden-wuerttemberg.de/frame_irp.htm

Anschriften der Verfasser:

Dr.-Ing. Peter Homagk,

Dr. Manfred Bremicker

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)

Postfach 100 163, 76231 Karlsruhe

email: peter.homagk@lubw.bwl.de; manfred.bremicker@lubw.bwl.de

Internet: www.lubw.baden-wuerttemberg.de; www.hvz.baden-wuerttemberg.de