

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Wirkungen weiträumig verteilter Rückhalte - Maßnahmen

auf den Hochwasser-Ablauf im Rhein



H.Engel, R.Fritsch / Referat M1

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Koblenz **April 2005**

Der Beschluss

22.01.1998

Die 12. Rhein-Minister-Konferenz beschließt in Rotterdam den

**Aktionsplan Hochwasser
für den Rhein**

**Kostenvolumen 12 Mrd. €
Laufzeit bis 2020**

Das Versprechen

**„Extremhochwasserstände*
werden nach Realisierung der Maßnahmen des
Aktionsplans Hochwasser
rheinabwärts**

(des staugeregelten Oberrheins)

**um bis zu 30cm bis zum Jahr 2005
und um bis zu 70cm bis zum Jahr 2020
reduziert sein“**

* ca. HQ₂₀₀₋₅₀₀

Rückhaltungen im Rheingebiet

[gemäss AKTIONSPLAN der IKSR]

**Wasserstands-
Reduktion
bis 2020**

(1) Wasserrückhaltung im Einzugsgebiet

- Renaturierungen (11.000 km)
- Reaktivierung von Überschwemmungsgebieten(1.000 km²)
- Extensivierung Landwirtschaft (3.900 km²)
- Naturentwicklung, Aufforstungen (3.500 km²)
- Entsiegelungen (2.500 km²)
- Technische Hochwasserrückhaltungen (73 Mio. m³)

~ 10 cm

Kosten: rd. 8.400 Mio.€ entspr. 840 Mio €/cm Reduktion

(2) Wasserrückhaltung am Rhein

- Reaktivierung von Überschwemmungsgebieten (160 km²)
- Technische Hochwasserrückhaltungen (364 Mio. m³)

max 60 cm

Kosten: rd. 2.400Mio.€ entspr. 40 Mio €/cm Reduktion

Die Konsequenz

- Es sind die beschlossenen Maßnahmen zu realisieren, zu betreiben sowie Bestand und Betrieb zu dokumentieren

Monitoring über
IKSR - AGH und DEUKO - AGH

- Es ist die versprochene/behauptete Wirkung der Maßnahmen gültig nachzuweisen

HVAL der IKSR

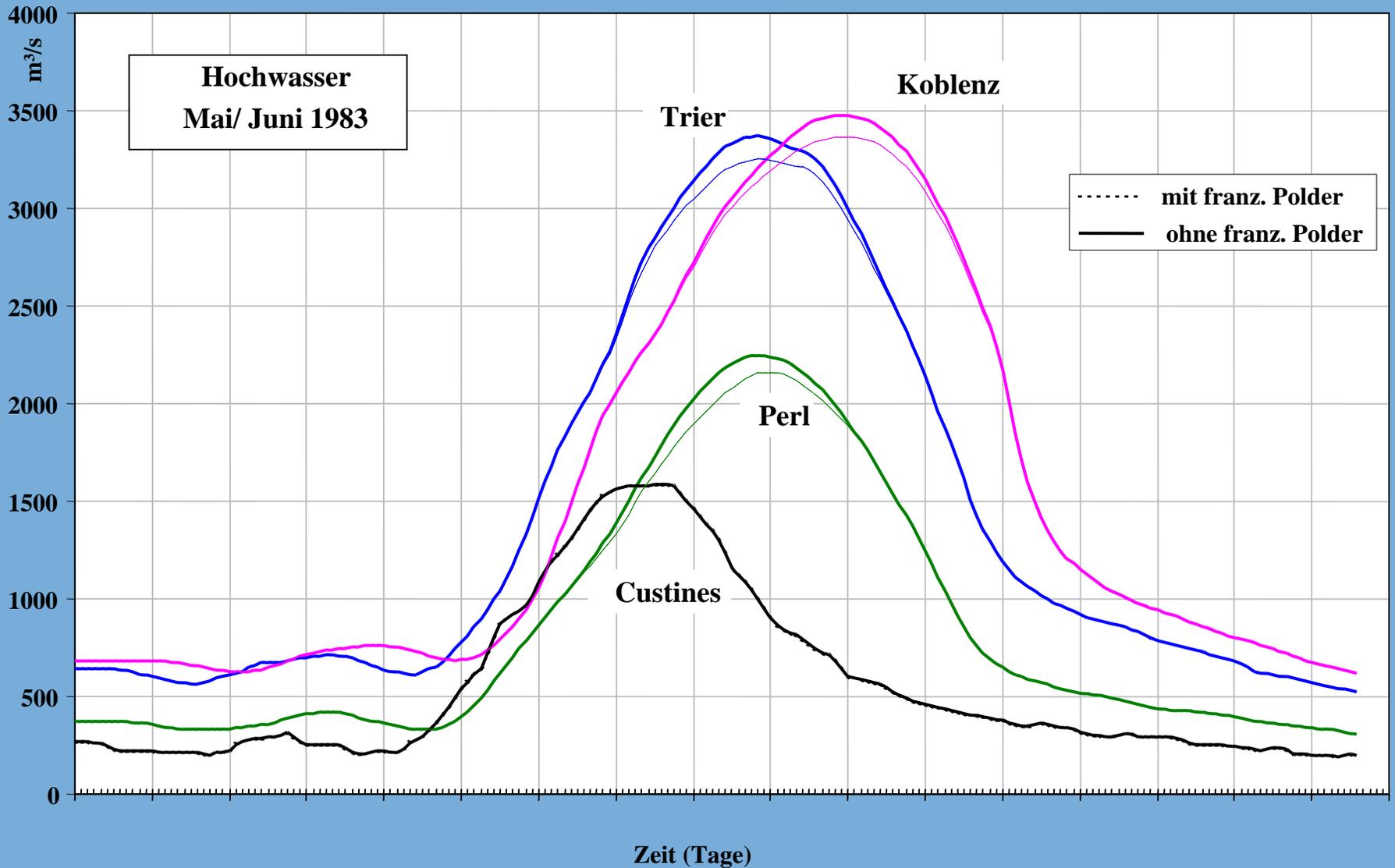
(1. Meilenstein 2005)

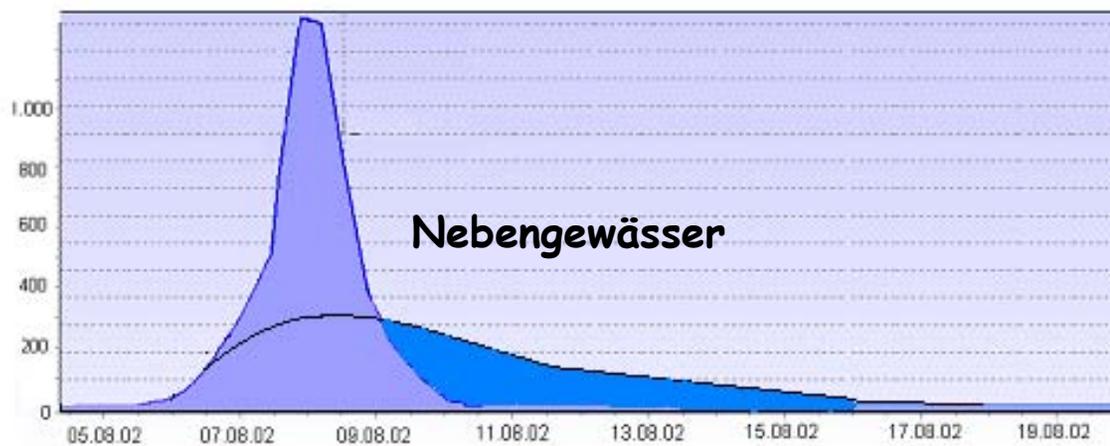
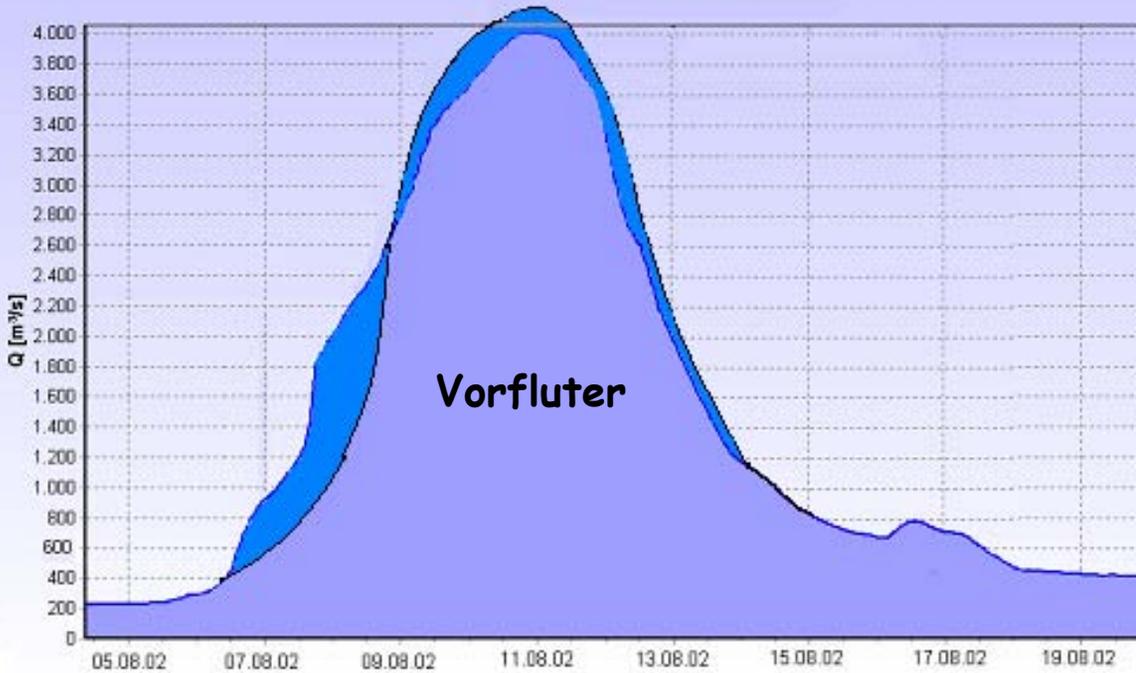
Grundsätzliche technische Fakten

Wellenscheitel sind (auch zum Nutzen für alle Unterlieger) nur absenkbar
durch Reduktion der Wellenfülle
(d.h. Rückhaltung von Wasservolumen in m^3)

- Greift die Reduktion nachhaltig (min. für die Dauer des Ereignisses),
so ist sie für den Wellenablauf uneingeschränkt positiv.
- Findet die Reduktion nur kurzzeitig, temporär statt
(ist das gespeicherte Volumen noch während des Ereignisses wieder abzugeben),
so kann sie für den weiteren Wellenablauf auch negativ werden.

Wellenablauf in der Mosel mit und ohne Retention



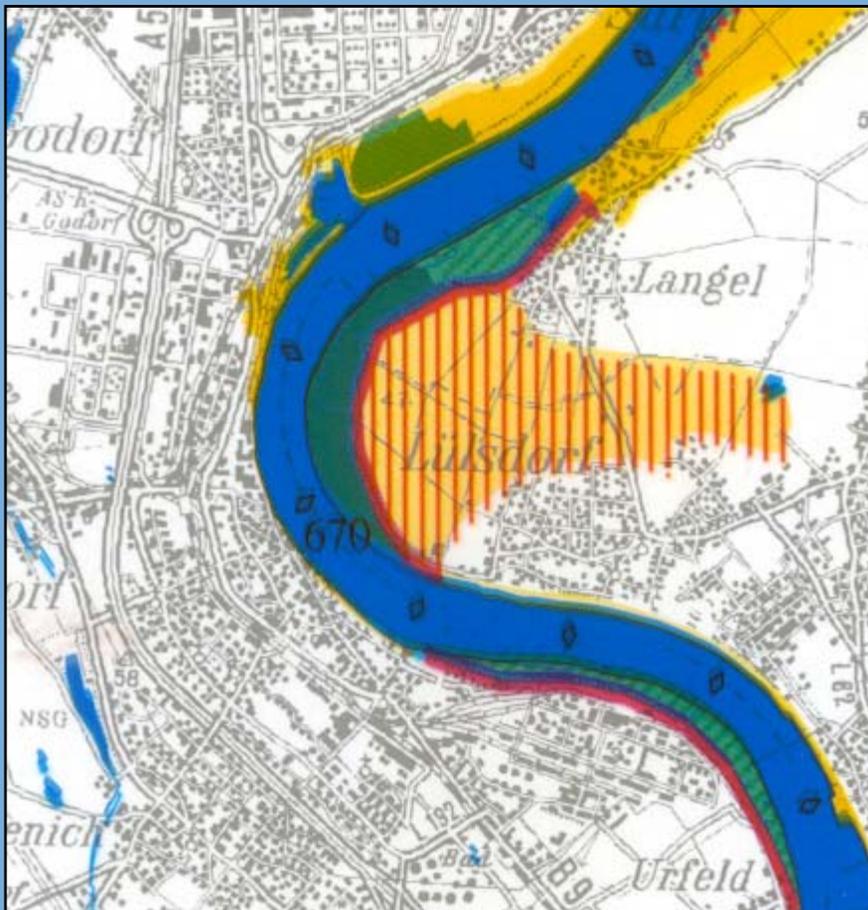


**Mögliche Wirkung
einer
Scheitelreduktion
im Nebengewässer
auf die Welle des
Vorfluters**

Mögliche Physikalische Randbedingungen

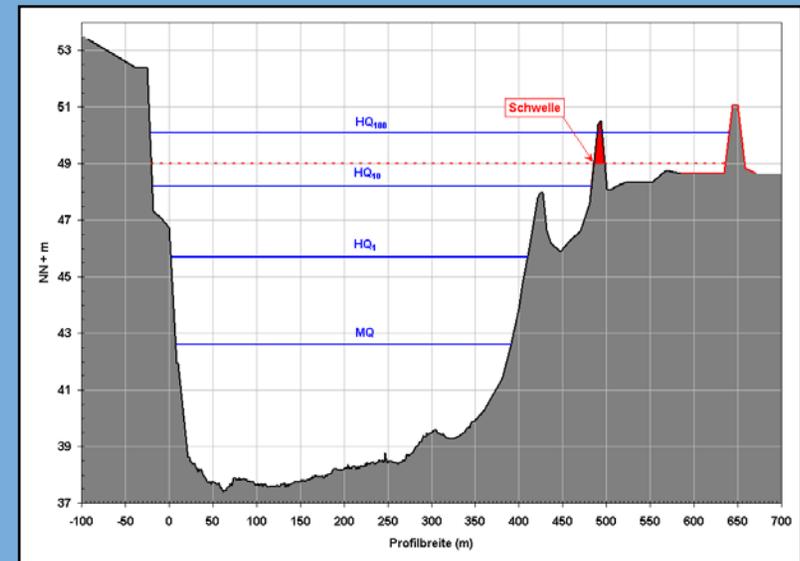
- Maßnahmen sind während eines Ereignisses nicht beeinflussbar
(z.B. Entsiegelung, Änderung der Bewuchsverhältnisse)
- Technische Maßnahmen erfordern natürliche Voraussetzungen
(z. B. Mindestwasserstände im Gewässer, um Polderflächen zu benetzen)
- Technische Maßnahmen sind beliebig steuerbar
(z. B. Polder neben hochgestauten Stauhaltungen)
- Eventuell erforderliche Vorhersagen
müssen über eine bestimmte Zeitspanne in die Zukunft reichen

Wasserstandsabhängige Steuerung

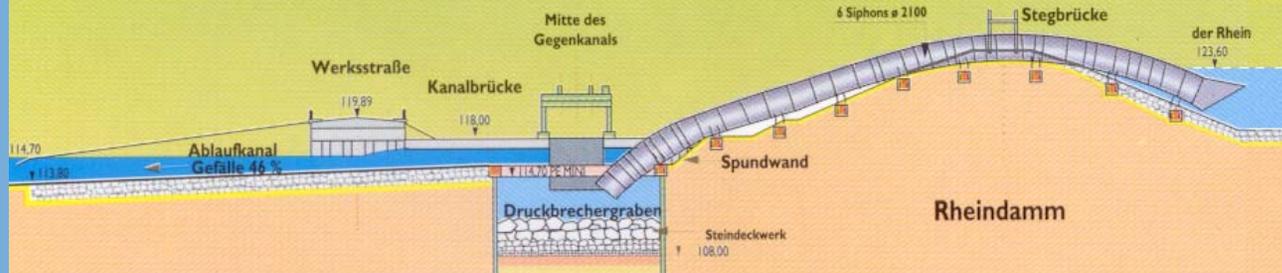


Retentionspolder Köln-Langel

Rhein - km 669,500

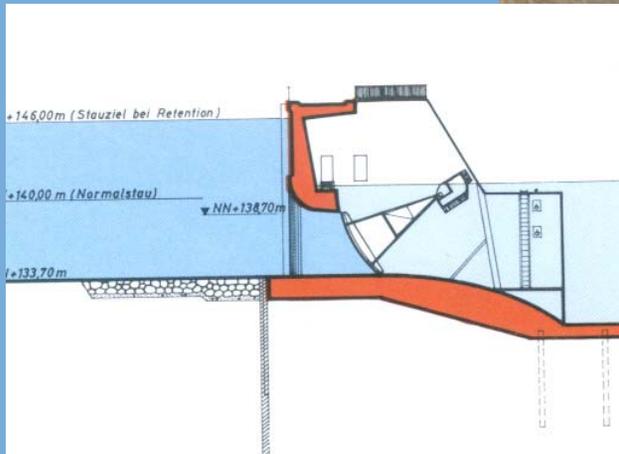


Beliebig steuerbare technische Maßnahmen



Polder Moder/Rhein

Kulturwehr Kehl/Rh.



Mögliche Rechtliche Randbedingungen

- Maßnahmen sind beliebig einsetzbar
- Maßnahmen sind streng zweckgebunden,
andere Nutzungsziele {als die festgelegten} damit zu verfolgen, ist
untersagt
- Maßnahmen dienen mehreren Zwecken
{Hochwasser-Rückhaltung verfügt über nicht eindeutig bezifferbare Volumina}

Denkbare

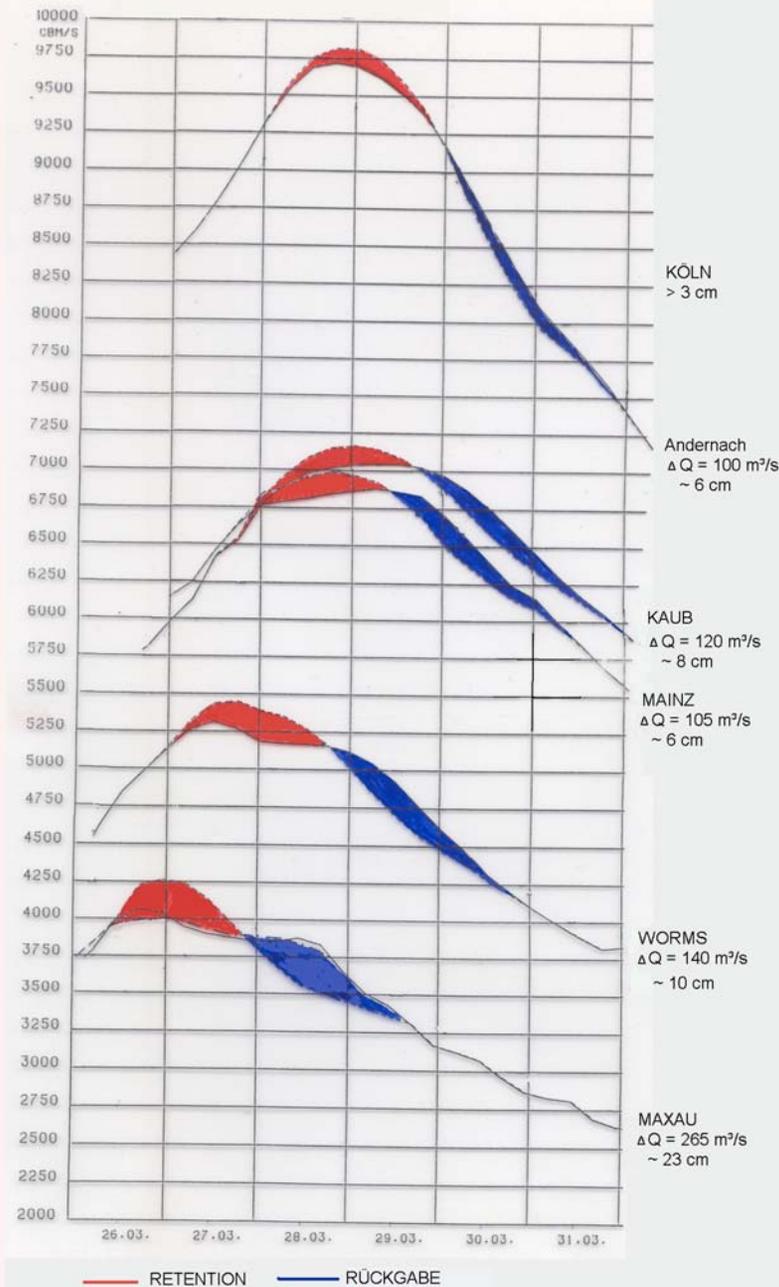
Weiträumige Wirksamkeitsnachweise

(1) Nachweise nach einem Ereignis

- Nachrechnung des IST-Zustandes (mit IST-Maßnahmen)
[eventuell auch mit SOLL-Maßnahmen]
- Berechnung des Wellenablaufs ohne Maßnahmen

(2) Prognose der Wirksamkeit geplanter Maßnahmen

- Auswahl/Festlegung von Modellereignissen
 - Berücksichtigung unterschiedlicher HW-Genesen
[eventuell unterschiedlicher Witterungs-Vorgeschichten]
 - Berücksichtigung unterschiedlicher Scheiteljährlichkeiten
- Berechnungen mit und ohne geplante Maßnahmen



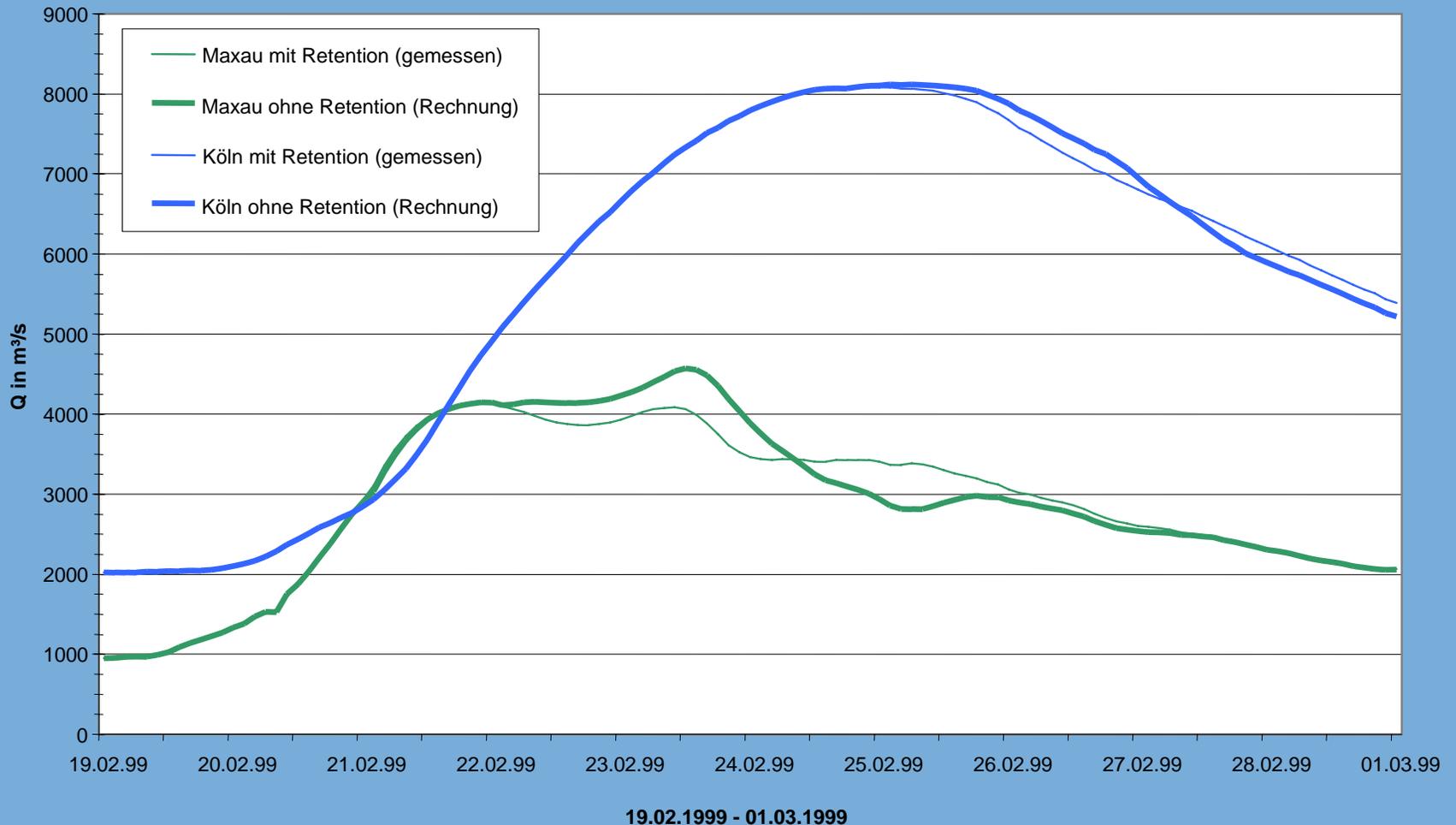
Hochwasser 1988

Wirkung von Rückhaltungen am Oberrhein

Ganglinien des Rheins ohne und mit Einsatz von Maßnahmen

(rd. 25 Mio m³)

Wirkung von Rückhaltungen am Oberrhein



Ganglinien des Rheins (ohne und mit Einsatz von Retentionsmaßnahmen) an den Pegeln Maxau und Köln während des Rheinhochwassers **Februar/März 1999**

Wirkung des Polders Moder auf die Hochwasserscheitel im Rhein

Simulation historischer Ereignisse, vergrößert auf HQ = 6800 m³/s am Pegel Worms (=HQ 200) 

Ereignis	Abfluss a.P. Basel [m ³ /s]	Reduzierung a.P. Maxau [m ³ /s]	Reduzierung a.P. Worms [m ³ /s]	Reduzierung a.P. Köln [m ³ /s]
Oktober 1880	4500	3	16	20
Dez./Jan. 1882	3720	22	33	36
März 1896	3980	1	13	20
Januar 1910	4500	15	25	28
Dez./Jan. 1918	4500	16	23	33
Dez./Jan. 1919	3950	39 $\hat{=}$ 3 cm	35	29
Januar 1920	4110	26	34	37
Januar 1955	3760	1	10	17
Februar 1957	4500	22	40	32
Feb./März 1970	4100	5	38	29
Mai 1978	4050	19	48 $\hat{=}$ 4 cm	43
Februar 1980	4500	3	15	44 $\hat{=}$ 2,5 cm
April 1983	3820	11	38	20
Mai 1983	4050	8	12	16
März 1988	4150	2	17	30

Berechnungen erfolgten mit und ohne Einsatz des Polders Moder bei Einsatz aller anderen Rückhaltemaßnahmen

Wirkung

von Rückhaltemaßnahmen auf eine Welle des Rheins

Ereignis	Pegel							
	Maxau		Worms		Kaub		Köln	
	HQ in m ³ /s	Jährlichkeiten in Jahren	HQ in m ³ /s	Jährlichkeiten in Jahren	HQ in m ³ /s	Jährlichkeiten in Jahren	HQ in m ³ /s	Jährlichkeiten in Jahren
HQ 100	4.750		5.600		7.260		12.000	
HQ 200	4.960		5.950		7.750		12.900	
HQ 500	5.240		6.450		8.400		14.200	
Historisch 1995	4.079	> 10	4.293	< 10	6.400	30	11.930	< 100
1995++LN100_ohne Retention	4.079	< 100	5.278	< 100	8.998	>>500	14.192	500
1995++ LN100_+ Ret. nördl. Max	4.079	< 100	5.427	< 100	8.847	> 500	14.069	< 500

Scheitelabflüsse und deren Jährlichkeiten

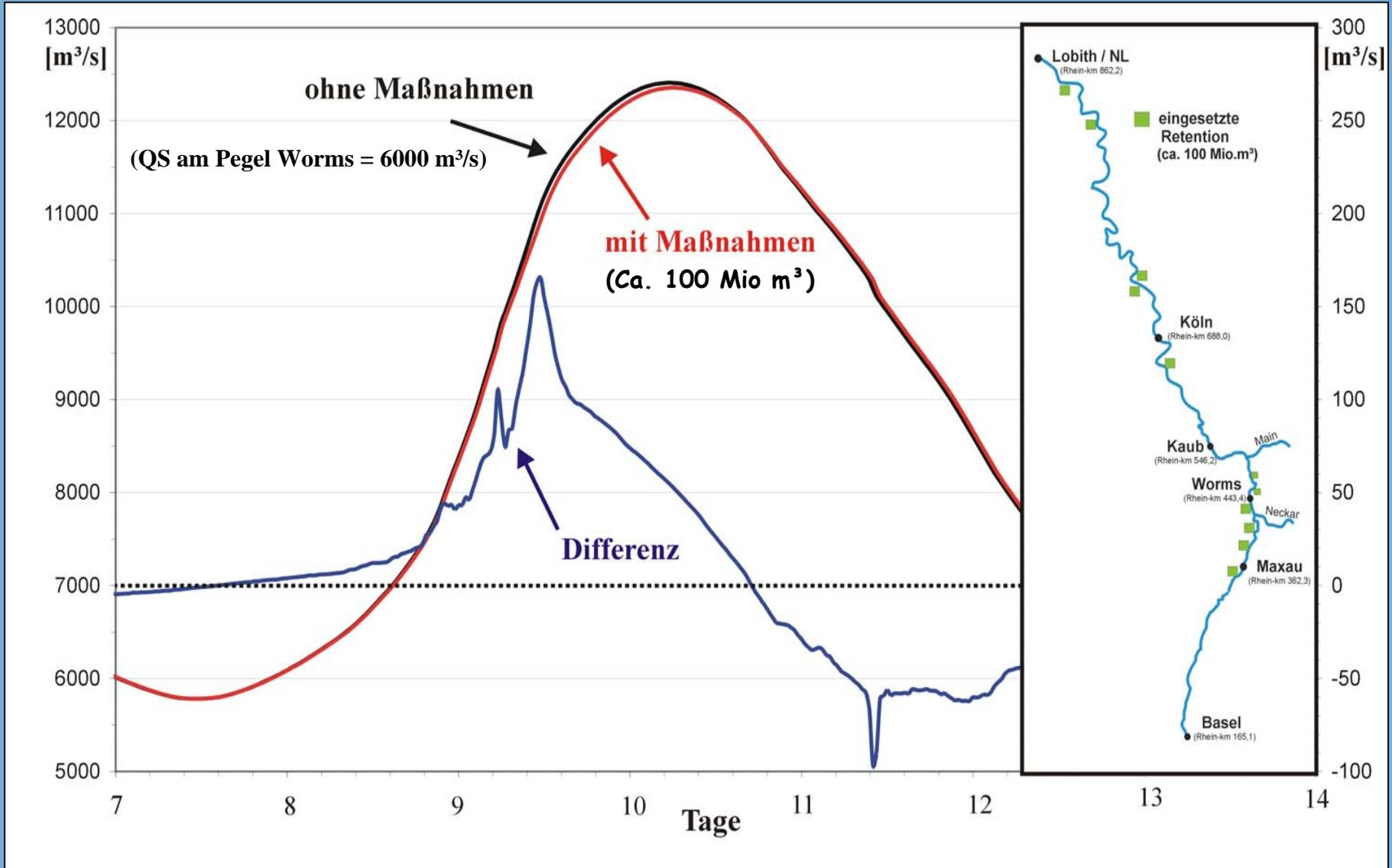
Szenario: 1995++ Meteorologie wie 1995, jedoch 20% mehr N und 20 mm Schneeäquivalent.

LN100 Doppelte Siedlungsfläche von IST1992 auf Kosten der landw. Fläche

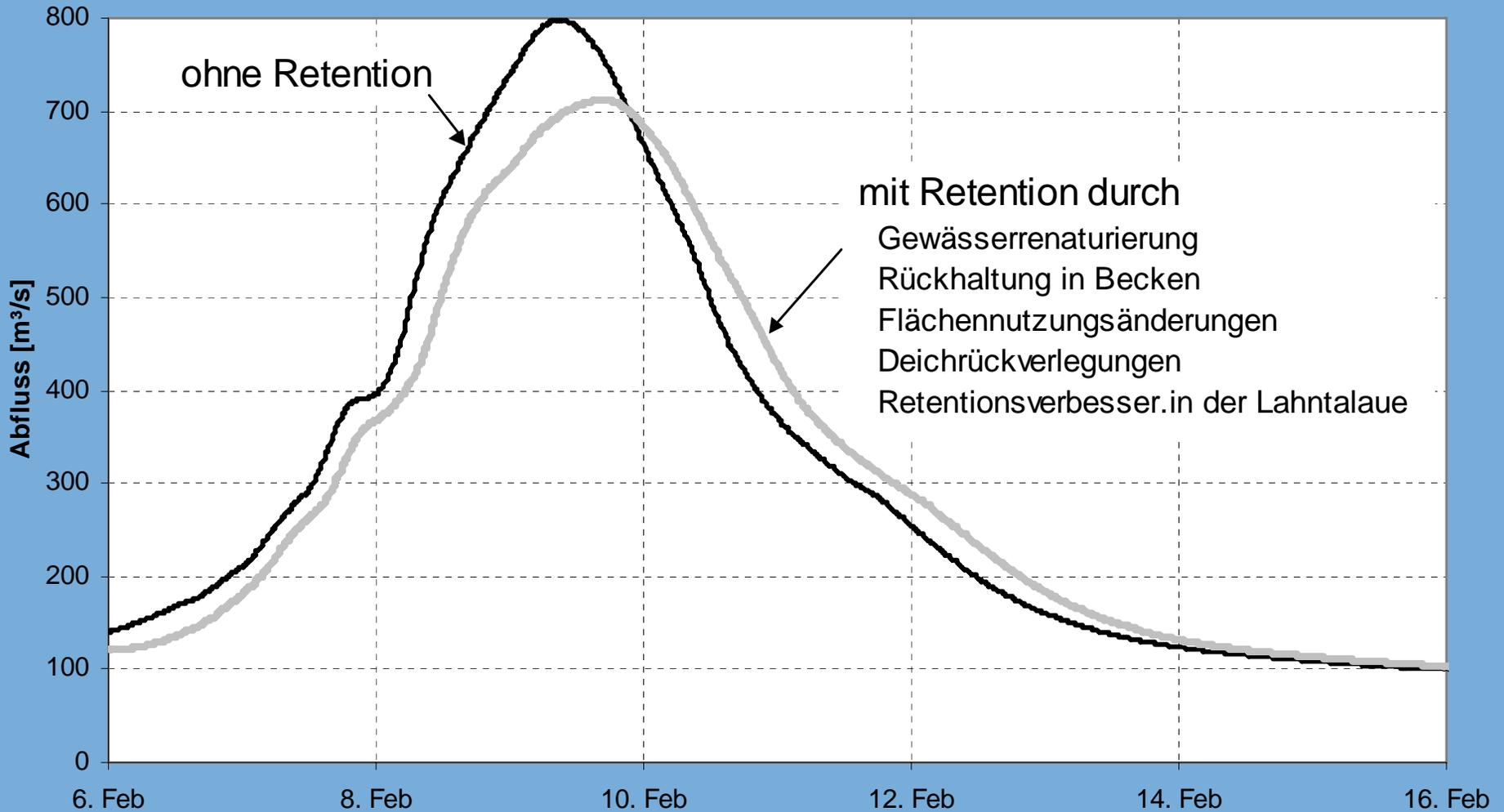
Ereignis	Scheitelabsenkungen in cm an den Pegeln			
	Worms	Kaub	Köln	Lobith
1995++ LN100_+RET Nördl. Maxau	17	11	7	3

Kumulierte Scheitelabsenkungen

Modell-Abflussganglinien (Typ HW 1993) des Rheins am Pegel Lobith mit und ohne Retention

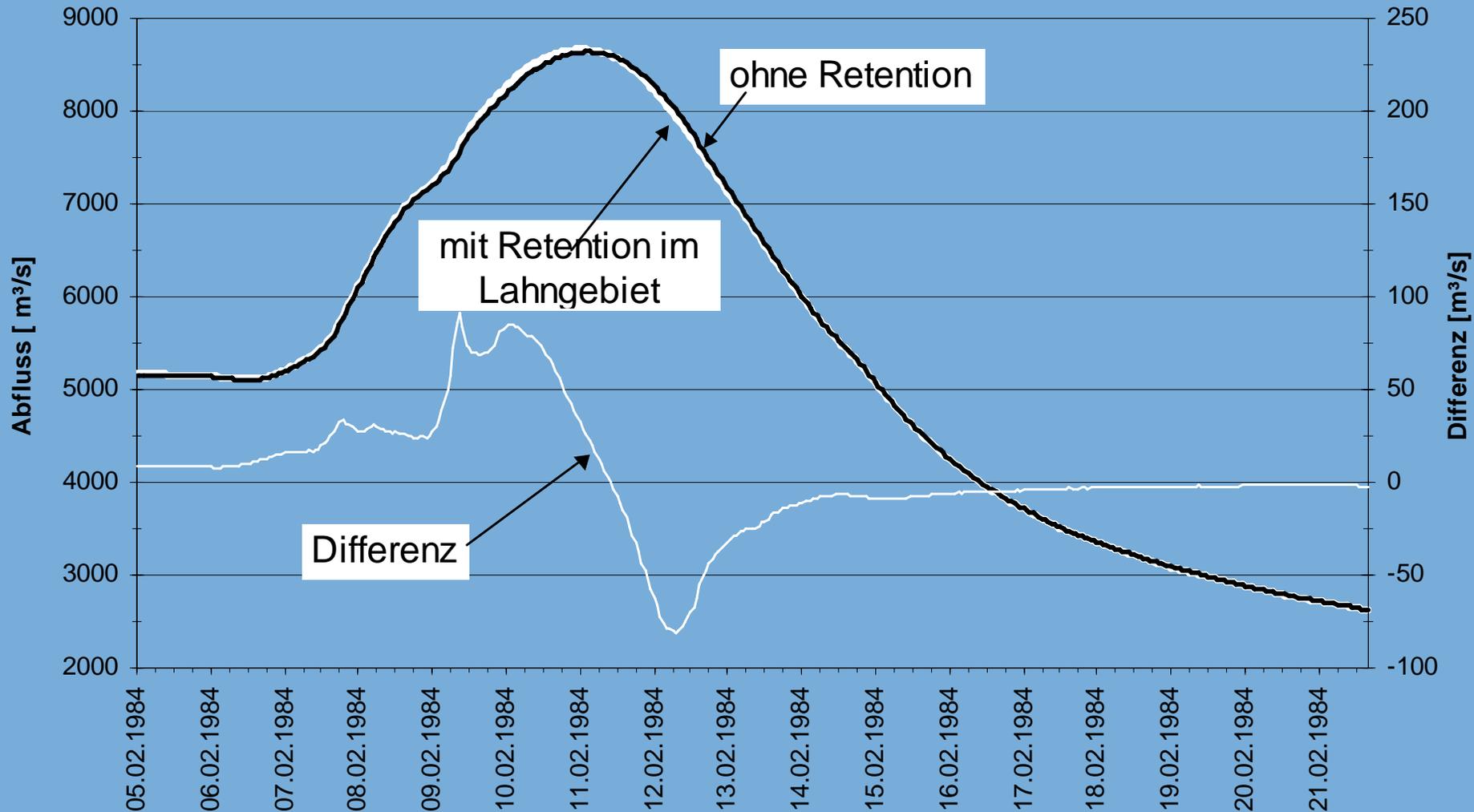


Ganglinien der Lahn an deren Mündung Simulation auf Grundlage des HW 1984



Aeo Lahn rd. 5900 km² entspr. 5,4% des Aeo Rhein in Andernach

Ganglinien des Rheins am Pegel Lobith Simulation auf Grundlage des HW 1984 *Fernwirkung von Maßnahmen im Lahnggebiet*



Wirkung aller denkbaren Rückhaltemaßnahmen auf ausgewählte Wellen des Rheins

Ereignis	Pegel							
	Maxau		Worms		Kaub		Köln	
	HQ in m ³ /s	Jährlichkeiten in Jahren	HQ in m ³ /s	Jährlichkeiten in Jahren	HQ in m ³ /s	Jährlichkeiten in Jahren	HQ in m ³ /s	Jährlichkeiten in Jahren
Mai 83	4.260	20	5.250	50 - 25	6.110	20 - 15	9.910	22 - 15
Mrz 88	4.090	15	5.270	50 - 25	7.200	95 - 65	9.580	18 - 12
Jan 95	4.080	15	4.290	7 - 5	6.670	38 - 29	10.900	70 - 45

Scheitelabflüsse und deren Jährlichkeiten

Ereignis	Scheitelabsenkungen in cm an den Pegeln			
	Worms	Kaub	Köln	Lobith
Mai 1983	29	30	28	40 - 60
Mrz 1988	19	28	19	35 - 55
Jan 1995	0 - 5	4	3	35 - 55

Kumulierte Scheitelabsenkungen

Schlußbemerkungen

- **Die Wirkungen der Rückhaltemaßnahmen hängen ab von Typ, Entstehungsgebiet (Genese) und Größe des Hochwassers**
- **Bei der Vielzahl und Verteilung der Maßnahmen wird auch immer eine Reduzierung der Rheinscheitel eintreten, um wieviel, muß sich zeigen**
- **Positive Effekte vor und nach dem Scheitel nutzen An- und Unterliegern ebenfalls, durch**
 - langsamere Wellenanstiege (mehr Zeit zur Ergreifung temporärer Maßnahmen)
 - Verkürzung der Scheiteldauern (kürzere Dammbelastungszeiten, geringere Pumpkosten in Niederungsgebieten)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Weiträumiger Wirksamkeitsnachweis von Maßnahmen im Einzugsgebiet der Lahn

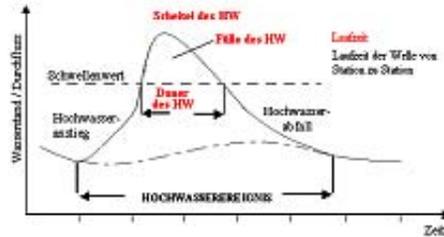
(1) Das AE₀ der Lahn beträgt rd. 5900 km², das entspr. 5,4% des Rheineinzugsgebiets in Koblenz unterhalb der Lahnmündung

(2) Berücksichtigte Maßnahmen zur HW-Rückhaltung

- Gewässerrenaturierung
- Rückhaltung in Becken
- Flächennutzungsänderungen außerhalb von Ortslagen
- Deichrückverlegungen
- Retentionsverbesserung in der Lahn-Talaue

(3) Ermittelte Wirkungen auf die Wellen des Rheins

- Minderungen der Abflüsse im Wellenanstieg (bis zu 9cm in Koblenz)
- Rheinscheitel werden schwach gemindert bis in die Niederlande



Wirkung von	Maßnahmen im Einzelnen	im Nahbereich										im Fernbereich											
		auf kleine Hochwasser					auf große Hochwasser					auf kleine Hochwasser					auf große Hochwasser						
		Laufzeit	Dauer	Fülle	Scheitel	*	Laufzeit	Dauer	Fülle	Scheitel	*	Laufzeit	Dauer	Fülle	Scheitel	*	Laufzeit	Dauer	Fülle	Scheitel	*		
• Bewuchs, Boden, Gelände	Brachland, Wiese, Aufforstung		-	-	-																		
	ökologische Bewirtschaftung		-	-	-			+	(-)	-				(-)	(-)								
	Entsiegelung, Versickerung		-	-	-																		
• Gewässernetz	Renaturierung	+	+		-		+	(+)		(-)		(+)	(+)		(-)								
	Deichrückverlegung von																						
	- Winterdeich (Bandeich)	+					+					+			(-)		+			(-)			
	- Sommerdeich	+			(-)		(+)				(+)			(-)		+				(-)			
	Sommerpolder						+		-	(-)						(+)			(-)	(-)			
	technische Rückhaltungen (gesteuert)																						
	- an Nebengewässern	(+)	(+)	(-)	(-)		(+)	(+)	(-)	(-)		(+)	(+)		(-)		(+)	(+)		(-)			
	- an Hauptgewässern	+	(+)	(-)	(-)		(+)	(+)	(-)	(-)		(+)	(+)	(-)	(-)		(+)	(+)	(-)	(-)			
	Erhöhung der Abflusskapazität																						
	- Vertiefung der Querschnitte, Bett				-					-		(-)			(+)		(-)			(+)			
	- Vertiefung der Querschnitte, Vorland				-					-		(+)			(-)		(+)			(-)			
- Verbreiterung der Querschnitte, Bett				-					-		(-)			(+)		(-)			(+)				
- Verbreiterung der Querschnitte, Vorland				-					-		(+)			(-)		(+)			(-)				
- Engpassbeseitigung				-					-		(-)			(+)		(-)			(+)				
Örtlicher Hochwasserschutz																							
- Deiche, Mauern, Aufhöhung (Wart)	-			(+)		-			(+)		(-)			(+)		(-)			(+)				
• Verhalten der Anlieger	- Angepaßtes Bauen																						
	- Angepaßte Nutzung																						
	- Erhöhung des Hochwasserbewußtseins																						

+ verlängernd, erhöhend
(-) bedingt wirksam

- verkürzend, vermindern
! Risiko für Oberlieger beachten

* Schäden mindernd

** Schäden erhöhend

Beispiele für Wirksamkeitsnachweis

Zu (1) Nachweise nach Ablauf eines Ereignisses

- **HW 1988 (Rückhaltung ca. 25 Mio m³ am Oberrhein)**
- **HW 1999/Febr. (Rückhaltung ca. 40 Mio m³ am Oberrhein)**

Zu (2) Wirkungsprognosen

- **Grundsatzwirkungen (Gedankenmodell)**
- **Wirkung eines Polders (Moder mit 5,6 Mio m³) im Verbund bei HQ200 in Worms**
- **Wirkung aller Rückhaltungen am Rhein nördl. von Maxau bei ca. HQ500 ab Mainz**
- **Wirkung aller denkbaren Maßnahmen im Lahnggebiet bei HQ100 an der Lahn und HW1995 im Rhein**
- **Wirkung aller denkbaren Maßnahmen im Rheingebiet auf drei historische Ereignisse**