



Hochwasser- Schutz- Konzept

Bundesstadt
Bonn

Dezember 1997

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

1 VORWORT	3
2 BESCHLUSSLAGE	4
3 GRUNDLAGEN DER HOCHWASSERPROBLEMATIK	5
3.1 ALLGEMEINES ZUM RHEIN UND SEINEM EINZUGSGEBIET	5
3.2 HOCHWASSER	8
3.2.1 ALLGEMEINES	8
3.2.2 HOCHWASSERENTWICKLUNG IN BONN	9
3.2.3 WASSERSTÄNDE UND ABFLUSSMENGEN AM BONNER PEGEL	10
3.2.4 RHEINSTROMKILOMETRIERUNG	13
3.3 HOCHWASSERURSACHEN FÜR DEN RHEIN	15
3.3.1 ENTSTEHUNG VON HOCHWASSER	15
3.3.2 KLIMAÄNDERUNGEN	16
3.3.3 ANTHROPOGENE URSACHEN	16
3.3.3.1 Gewässerausbau im Rheineinzugsgebiet	16
3.3.3.2 Versiegelung von Flächen	18
3.3.3.3 Flurbereinigung, landwirtschaftliche Intensivnutzung, Straßenbau	20
3.3.3.4 Einfluß von Waldschäden	21
3.4 HOCHWASSERGEFÄHRDUNG IN BONN	22
3.4.1 OBERIRDISCHE ÜBERFLUTUNGEN DURCH RHEIN UND SIEG	23
3.4.2 QUALM- UND DRÄNGEWASSER	24
3.4.3 GRUNDWASSER	25
3.4.4 KANALISATION	26
3.4.4.1 Bauwerke mit Entlastungen in den Rhein	27
3.4.4.2 Meßstellen im Kanalnetz/-einzugsgebiet	31
3.4.4.2.1 Überläufe	31
3.4.4.2.2 Speicherräume	31
3.4.4.2.3 Hauptsammler	32
3.4.4.2.4 Niederschlagsmeßstationen	32
3.4.4.2.5 Pegelstationen an den Bonner Bächen	34
3.4.4.3 Übergeordnete Strategien in den Klärwerkeinzugsgebieten	35
3.4.4.3.1 Einzugsgebiet KW Beuel	35
3.4.4.3.2 Einzugsgebiet KW Salierweg	36
3.4.4.3.3 Einzugsgebiet KW Godesberg	37
3.4.4.3.4 Einzugsgebiet KW Dollendorf	37
3.4.4.3.5 Einzugsgebiet KW Duisdorf	38
3.4.4.4 Zusammenfassung und Wertung	38
4 HOCHWASSERBEREICHE	39
4.1 BEUEL	39
4.1.1 SIEGDEICH	39
4.1.1.1 Vorhandene ehemalige Hochwasserschutzanlage	42
4.1.1.2 Hochwasserstände von Rhein und Sieg	42
4.1.1.3 Deichhöhe	43
4.1.1.4 Deichkörper	43
4.1.1.5 Deichverteidigungsweg	44

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

4.1.1.6 Trassierung des neuen Deiches	44
4.1.1.7 Bauablauf	45
4.1.1.8 Landschaftsbild und Erholungsfunktion	45
4.1.1.9 Ausgleichsmaßnahmen für Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes	46
4.1.1.10 Alternativplanung und Prognose für die Zukunft	47
4.1.2 RHEINUFER	49
4.1.2.1 Friedrich-Ebert-Brücke bis Kaiser-Konrad-Straße	49
4.1.2.2 Werdstraße bis Marienstraße	51
4.1.2.2.1 Deich Wolfsgasse	53
4.1.2.2.2 Wolfsgasse bis Durchlaß Bröltalbahn	55
4.1.2.2.3 Durchlaß Bröhlalbahn bis südlich Bahnhöfchen	56
4.1.2.2.4 Bahnhöfchen bis Kennedybrücke	58
4.1.2.2.5 Kennedybrücke bis Marienstraße	59
4.1.2.3 Marienstraße bis Ernst-Moritz-Arndt-Straße	61
4.1.2.4 Ernst-Moritz-Arndt-Straße bis Wasserwerk Limperich	62
4.1.3 PROF.-NEU-ALLEE UND HERMANNSTRASSE	62
4.1.4 BEURTEILUNG DER GEPLANTEN HOCHWASSERAUSBAUHÖHE VON 9,50 M BP MIT DEN IN DISKUSSION STEHENDEN HÖHEN VON 10,20 M BP UND 11,00 M BP SÜDLICH DER KENNEDYBRÜCKE	65
4.2 BAD GODESBERG	66
4.2.1 MEHEM	66
4.2.2 LANNESDORF	68
4.2.3 PLITTERSDORF	69
4.3 BONN/GRAURHEINDORF	70
4.4 AUSGLEICHSMASSNAHMEN FÜR DIE GEPLANTEN HOCHWASSER-SCHUTZBAUTEN	71
5 KOSTEN	72
<hr/>	
6 ZUSAMMENFASSUNG	72

1 VORWORT

Die Hochwasserereignisse der zurückliegenden Jahre haben das ökologische Bewußtsein der Bevölkerung geschärft. Auch wenn eine historisch gewachsene Stadt wie Bonn seit jeher vom Hochwasser bedroht war, sind die Extremhochwasser vom Dez. 1993 und Jan. 1995 nachhaltig in Erinnerung.

Diese Ereignisse werfen Fragen auf. Fragen sicherlich einmal nach Ursachen und Gründen. Fragen aber auch nach Konsequenzen, nach Korrekturen von Fehlentwicklungen ebenso wie nach einer Verbesserung des Hochwasserschutzes bei den Rheinanliegern.

Ein Hochwasserschutzkonzept für Bonn, das auch für die absehbare Zukunft Bestand haben soll, muß sich mit diesem Spannungsfeld ausführlich auseinandersetzen. Es darf nicht die Bonner Situation solitär für sich betrachten, sondern muß auf das ganzheitliche ökologische Wirkungsgefüge des Rheines abstellen, daraus Konsequenzen ziehen und konkrete Maßnahmen erarbeiten.

Bei der Aufbereitung der Problematik wurde den Ursachen, Fehlentwicklungen und notwendigen zukünftigen Maßnahmen für das gesamte Rheineinzugsgebiet Raum gewidmet.

Hochwasserschutz für ein Flußsystem muß allgemeine Gesamtaspekte berücksichtigen. Deshalb werden in diesem Konzept auch der vorbeugende überregionale Hochwasserschutz, Möglichkeiten zur Bekämpfung der Ursachen des Rheinhochwassers und Maßnahmen zur Reduzierung der Hochwassergefährdung für alle Rheinanliegerkommunen dargestellt. Dazu gehören Strategien zur Verringerung, Verlangsamung und Vermeidung von Abflüssen, zum Beispiel Ausweisung von offenen Überflutungsflächen, Reduzierung städtebaulicher Entwicklung in überflutungsgefährdeten Bereichen, die Schaffung von Retentionsräumen bzw., da in Bonn nur in geringem Rahmen möglich, die Umsetzung der im Bachentwicklungsplan vorgesehenen Renaturierungsmaßnahmen im Stadtgebiet und die Niederschlagswasserversickerung über gewachsene Bodenschichten. Alle diese Maßnahmen können für sich zwar das Abflußgeschehen bei Rheinhochwasser nur geringfügig beeinflussen, leisten jedoch in ihrer Summe einen Beitrag zur Reduzierung der Hochwassergefahr, insbesondere wenn dies von allen Rheinanliegerstädten und Gemeinden erfolgt.

Bei dieser Betrachtung muß auf negative Entwicklungen im gesamten Rheineinzugsgebiet, insbesondere auf die Maßnahmen zum Ausbau des Oberrheins zwischen 1955 und 1977 hingewiesen werden, bei denen von 270 km² Überflutungsfläche ca. 50 % der Wasserkraftnutzung des Rheines geopfert wurde. Die sich hieraus ergebenden notwendigen Korrekturen auch für Bonn können nur überzeugend gefordert werden, wenn die Stadt Bonn selbst ihrer Verantwortung gegenüber den Unterliegern gerecht wird.

Das bedeutet für den baulichen Hochwasserschutz, daß der Beibehaltung vorhandener und die Planung neuer Hochwasserschutzmaßnahmen höchst sensibel betrachtet und verfolgt werden müssen. Der bauliche Hochwasserschutz wird demnach auf ein ausgewogenes Maß festzulegen sein. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß bei Erfüllung des notwendigen Handlungsbedarfs im gesamten Rheineinzugsgebiet, insbesondere am Oberrhein, in den nächsten 10 bis 15 Jahren positive Entwicklungen auch für den Bonner Raum erwartet werden können.

Das Hochwasserschutzkonzept beschreibt die jetzigen und zukünftigen Schutzhöhen mit allen erforderlichen baulichen Maßnahmen einschließlich der sich hieraus ergebenden Kostenschätzungen.

Die Stadt Bonn muß sich jedoch bewußt sein, daß es einen absoluten Schutz vor Hochwasser nicht geben kann. Hochwasser sind Naturereignisse. Bund und Länder können Rahmenbedingungen schaffen und mit ihnen einen weitgehenden Schutz vor Hochwasser ermöglichen. Die Stadt kann konkrete Maßnahmen zum Hochwasserschutz ergreifen. Jeder einzelne ist aufgerufen, seiner Umweltverantwortung besser als bisher gerecht zu werden. Dennoch bleiben Unwägbarkeiten und die Grenzen der Technik. Selbst bei Ausnutzung aller aufzuzeigenden Möglichkeiten der Hochwasservorsorge lassen sich Hochwasser und ihre Auswirkungen nur minimieren, niemals aber vollständig verhindern.

Hochwasser sind natürlich, die in einem gewissen Rahmen hingenommen werden sollten/müssen. Wir werden sie nur reduzieren können, wenn dem Fluß weites Land gegeben wird, in dem er sich schadlos austoben kann.

2 BESCHLUSSLAGE

Die Aufstellung eines Hochwasserschutzkonzeptes für das Stadtgebiet Bonn wurde vom Rat am 19.12.1996 Top 1.4.14 wie folgt beschlossen:

1. Die Verwaltung wird beauftragt, für das Stadtgebiet Bonn ein Hochwasserkonzept zu erstellen, in dem für einen Zeitraum bis zu 10 Jahren der Hochwasserschutz rechts- und linksrheinisch in Planungs- und Finanzierungsschritten festgelegt wird.
2. Dabei wird sie in Erkenntnis der Verantwortung der Stadt für die nördlich gelegenen Rheinanlieger beachten, daß eine Hochwassergefährdung der sog. „Unterlieger“ minimiert werden muß (z.B. durch Erhaltung von Retentionsräumen bzw. deren Ausdehnung, Entsiegelungen, Erhaltung von Freiflächen, z.B. Lausacker, Rheinaue Nord, Meßdorfer Feld).

3. Im einzelnen wird weiterhin die Verwaltung beauftragt,
 - die Planfeststellung für den weiteren Hochwasserschutzabschnitt von der Marienstraße bis zur Ernst-Moritz-Arndt-Straße auf 9,50 m Bonner Pegel zu betreiben,
 - für den Bereich südlich der Kennedybrücke zu untersuchen, wie die technischen und rechtlichen Voraussetzungen für die Einbringung von zusätzlichen mobilen Schutzelementen geschaffen werden können und
 - welche Mehrkosten hierdurch entstehen,
 - mit dem Land Nordrhein-Westfalen in Verhandlungen über die Zuschußfähigkeit dieser Maßnahmen zu treten.

3 GRUNDLAGEN DER HOCHWASSERPROBLEMATIK

Die Grundlagen der Hochwasserproblematik sind für alle betroffenen Rheinanlieger gleich.

Sehr detailliert und anschaulich wurde hierüber im Hochwasserkonzept der Stadt Köln eingegangen. Das Bonner Konzept übernimmt auszugsweise in den wesentlichen Punkten die Kölner Darlegungen.

Ferner wurden Erkenntnisse und Belege aus der Diplomarbeit von B. Lambrecht 1997 übernommen. In dieser Arbeit wurde u.a. mathematisch nachgewiesen, daß in den letzten 180 Jahren überhaupt kein Zusammenhang zwischen den Jahreshöchstwasserständen und der zeitlichen Entwicklung gegeben ist. Es sind über dem relativ langen Zeitraum keine Tendenzen festzustellen, jedoch eine hohe Standardabweichung, die in erster Linie eine starke Variabilität meteorologischer Prozesse zum Ausdruck bringt.

3.1 ALLGEMEINES ZUM RHEIN UND SEINEM EINZUGSGEBIET

Der über 1.238 km lange Rhein (siehe Bild 1), mit den Quellflüssen Vorder- und Hinterrhein, entspringt am St. Gotthard-Massiv, in den Alpen, im schweizerischen Kanton Graubünden und mündet in die Nordsee. Es gibt keine eigentliche *Rheinquelle*. Der Vorderrhein entsteht als Zusammenfluß verschiedener Gebirgsbäche etwa 3 km südlich des Oberalppasses. Dieses wasserreiche Gebiet liegt zwischen ca. 1.600 m und 2.800 m ü.NN. Der Lai da Tuma (Tomasee), der in der Literatur oft als Rheinquelle angegeben ist, liegt auf 2.345 m ü.NN, einzelne seiner Zuflüsse sammeln sich bereits auf einer Höhe von 2.700 m ü.NN. Höchste Erhebung in diesem Gebiet ist der Six Madun mit 2.978 m ü.NN.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Der Hinterrhein entwässert in seinem Ursprungsgebiet eine stark vergletscherte Region (Paradies- und Zapportgletscher) östlich des Rheinwaldhornes, das eine max. Höhe von 3.402 m ü.NN aufweist. Einige Bäche sind in der Landeskarte der Schweiz (M.: 1 : 25.000) bereits ab ca. 3.000 m ü.NN kartiert, doch auch hier kann nicht von einer einzelnen Quelle gesprochen werden.

Übrigens gibt es neben dem Vorder- und dem Hinterrhein eine Reihe weiterer kleinerer Zuflüsse, die ebenfalls den Namen Rhein tragen, so den Medelser Rhein, Sumvitger Rhein, Averser Rhein, Valser Rhein usw.

Das Rheindelta in den Niederlanden wird erstlinig durch Waal, Rijn und IJssel gebildet.

Die Einzugsgebietsgröße des Rheines wird in der Literatur sehr unterschiedlich, mit gesamt 185.000 km² (bis 252.000 km²), angegeben. Das Einzugsgebiet erstreckt sich über 9 europäische Länder (NL, B, L, D, F, CH, A, FL, I) und 7 deutsche Bundesländer.

Die größten Zuflüsse des Rheines sind die Aare, der Neckar, der Main und die Mosel. Aber auch die Sieg hat bei einzelnen Hochwasserereignissen Einfluß auf die Hochwassermarken am Rhein, so wie für Köln im Jan. 1995.

Mit einer mittleren jährlichen Niederschlagshöhe von 900 mm zählt das Rheingebiet zu den niederschlagsreichsten Flußgebieten Europas. Im Winter ist zwar der Wasserabfluß aus den Alpen durch die Speicherung der Niederschläge als Schnee gering, doch wird dies durch hohe Abflüsse aus den Mittelgebirgen ausgeglichen. Anders ist es im Sommer. Dann herrscht in den Mittelgebirgsflüssen Niedrigwasser; aber die nur langsam schmelzenden Schneemassen der Alpen sorgen bis in den Hochsommer hinaus für beachtliche Abflüsse. Daher zeigt der Rhein im Jahresverlauf normalerweise eine sehr ausgeglichene Wasserführung.

Anfang des 19. Jahrhunderts wohnten im Rheinstromgebiet schätzungsweise 6 Millionen Menschen. Diese Zahl ist seitdem auf 60 Millionen angestiegen. Das Stromgebiet gehört heute zu den am stärksten industrialisierten Gebieten der Welt.

In früheren Zeiten wechselte der Rhein beliebig oft seinen Lauf, überschwemmte immer wieder kilometerweit die Ufer und *mäandrierte* über weite Flächen.

Durch eine Vielzahl wasserbaulicher Maßnahmen aber hat der Mensch das Flußgeschehen und die Flußdynamik des Rheines tiefgreifend verändert. Die wenigsten Flußauen weisen heute noch den naturnahen Zustand auf.

Um 1763 wurde am Niederrhein nach verheerenden Überschwemmungen begonnen, Ortschaften gegen Hochwasser zu sichern, und zum ersten Mal wurde eine Flußschleife durchstoßen und Buhnen errichtet.

Zwischen 1817 und 1880 sind am Oberrhein wesentliche Rheinkorrekturen durchgeführt worden. Durch Abschneiden der Mäander verkürzte sich der

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Stromlauf des Oberrheins von 354 auf 273 km. Dadurch entstand ein geschlossenes Mittelwasserbett mit einer Breite von 200 - 250 m. Ferner wurde im Abstand von mehreren 100 m vom eigentlichen Flußbett ein Hochwasserdeichsystem gebaut. Mit diesen Maßnahmen wurde eine Festlegung des Flußbettes, die Beseitigung der Sumpfgebiete, einen weitgehenden Hochwasserschutz und eine Verbesserung der Nutzung des Flusses als Schifffahrtsweg bewirkt.

Durch die vorgenommenen Maßnahmen trat bei gleicher Durchflußmenge eine verstärkte Tiefenerosion auf, so daß geringe Überflutungen entstanden. Diese geringen Geländeüberflutungen bewirkten eine Reduzierung der offenen Retentionsflächen des Rheinstromes von vormals über 1.000 km² Überflutungsfläche auf nahezu ein Viertel.

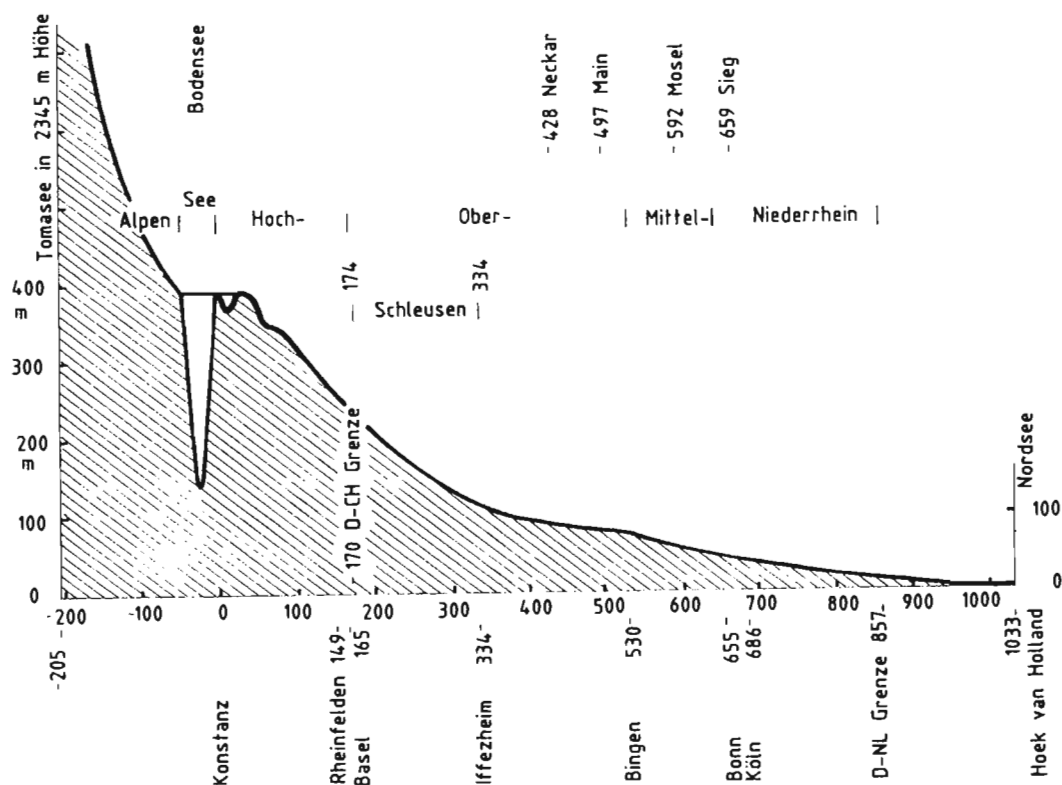


Bild 1: Längensprofil des Rheines

Zwischen 1957 und 1970 wurden vier weitere Staustufen gebaut. Durch diese Ausbaumaßnahmen sind die verbliebenen Retentionsflächen nochmals um rund 50 % vermindert und die Hochwassergefährdung erhöht worden.

Durch den Ausbau des Oberrheines beschleunigt sich nicht nur die Fließzeit der Hochwasserwelle bis Maxau, sondern auch die rheinabwärts. In Köln und Bonn würde beispielsweise der Scheitel des Hochwassers von 1925/26 unter den gegenwärtigen Ausbaubedingungen etwa ½-Tag früher eintreffen als seinerzeit.

Derzeit ist der Rhein auf einer Länge von 884 km schiffbar. Der Hochrhein zwischen Bodensee und Basel ist zur Energiegewinnung staugeregelt und

erst ab Rheinkilometer 149,20 Rheinfeldern durchgehend befahrbar. Der südliche Oberrhein besitzt eine Kette von 10 Staustufen. Teilweise benutzt die Schifffahrt den auf französischer Seite verlaufenden Rheinseitenkanal, teilweise aber auch das alte Rheinbett. Bei Rheinkilometer 334 Iffezheim endet die staugeregelte Rheinstrecke und es beginnt die frei fließende Stromstrecke bis Rotterdam. Der Hauptstrom zwischen Basel und der Nordsee ist durch Kurvenbegradigungen schätzungsweise 1/3 kürzer geworden als er in seinem ursprünglichen Zustand war. Hierdurch konnte sich der Rhein zu einer internationalen Wasserstraße größter Bedeutung entwickeln.

Die Vorteile, die mit dem Rheinausbau verbunden waren, sind heute selbstverständlich und akzeptiert. Die negativen Folgen, die Erosion des Strombettes, deren ökologische Folgen sowie die Vergrößerung der Hochwassergefahr unterhalb der Ausbaustrecken durch das Abschneiden der Überflutungsflächen und damit die Beschleunigung der Hochwasserwelle, stehen dagegen heute in der öffentlichen Kritik. Von den ursprünglich vorhandenen 1.000 km² Überschwemmungsfläche des Rheins zwischen Kembs und Maxau sind durch Flußregulierungen und Deichbau 730 km² verloren gegangen, durch den Bau von Staustufen 130 km². Allein die 130 km² entsprechen einem verloren gegangenen Rückhaltevolumen von 400 Mio.m³. Es verbleiben somit nur noch 140 km² Überflutungsfläche.

3.2 HOCHWASSER

3.2.1 ALLGEMEINES

Hochwasser können einmal durch ein unvorhersehbares räumlich ungebundenes, punktförmiges Schadensereignis, z.B. nach einem sogenannten Wolkenbruch auftreten oder durch ein absehbares, großflächiges Schadensereignis nach langandauernden Niederschlägen und/oder nach einer Schneeschmelze.

Hochwasserereignisse sind zunächst einmal natürliche Vorgänge, die durch das Wettergeschehen und die zugehörigen Extremwetterlagen verursacht werden. Erst durch die anthropogene Nutzung der Gewässer, z. B. durch Siedlungen in unmittelbarer Nähe des Flusses, können Hochwasser zu Naturkatastrophen werden. Bei der Planung und Bemessung von Hochwasserschutzanlagen geht es deswegen nicht nur um den Schutz menschlichen Lebens, sondern auch um die Abwägung, wieviel Hochwasserschutz ökonomisch sinnvoll und vertretbar ist.

Die den Hochwasserabfluß bedingenden Faktoren lassen sich einteilen in naturgegebene und solche, auf die der Mensch eingewirkt hat oder einwirken kann. Diese Ursachen wirken letztendlich zusammen und können bei ungünstiger Konstellation zu großen Hochwasserereignissen führen. Schwierig und in verallgemeinernder Form nahezu unmöglich, sind quanti-

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

tative Aussagen über Ausmaß und Zusammenwirken der zahlreichen Einflußgrößen.

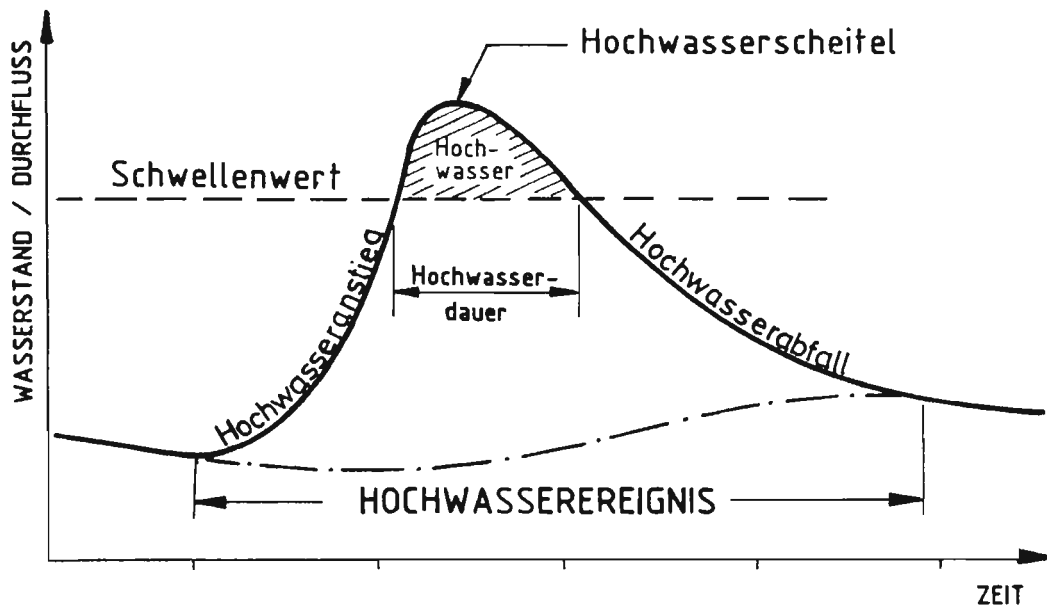


Bild 2: Schematische Darstellung eines Hochwasserereignisses

Der heute fast totale Hochwasserschutz am Oberrhein hat zu einer stärkeren Hochwasserbelastung am Mittel- und Niederrhein geführt. Es sind also gegenüber früher nunmehr andere Gebiete von der Hochwassergefahr betroffen. Überregionale Lösungen, die allen Interessen möglichst weitgehend gerecht werden, sind zu finden. Das *Sankt-Florians-Prinzip* ist hierfür der falsche Weg. Es müssen international gemeinsam getragene Maßstäbe der ökologischen und ökonomischen Bewertung erstellt werden.

3.2.2 HOCHWASSERENTWICKLUNG IN BONN

Bonn ist eine von jeher von Hochwasser betroffene Stadt und hatte in den vergangenen 15 Jahren Hochwasserschäden von mehreren Millionen DM.

Will man nicht auf Hochwasserereignisse zurückblicken, zu denen einem jeder Bezug fehlt, so sollte das *Jahrtausendhochwasser* von 1784 jedoch nicht übergangen werden.

In dem interessanten Buch von Gerhard Schmitz 1995 *Hochwasser in Beuel und Bonn von 1784 bis 1995* (ist leider vergriffen), in dem anschaulich die einzelnen Ereignisse beschrieben sind, steht zu diesem Ereignis:

Es ist schon aufsehenerregend und bemerkenswert, daß der Wasserbauinspektor die Grenzlinie des Wasserstandes in Beuel am Bahndamm der Reichsbahn dokumentiert hat. Dieser Punkt liegt über 1 km vom Rheinufer entfernt.....Vom Finkenbergr ausgehend, der damals noch nicht als Steinbruch abgetragen war, zieht sich eine schraffierte Linie östlich von Beuel vorbei bis zur Windmühle in Vilich.....es geschah morgens gegen 6 Uhr, und die Flut riß das, was in Beuel noch standgehalten hat, restlos mit sich fort.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Seinerzeit war der Rhein zugefroren. Eisschollen hatten sich während den Tagen mit milder Witterung aufgetürmt. Der erste Eisstoß, verursacht durch die losbrechende Mosel, setzte sich oberhalb der *Pfaffenmütze* fest und bildete eine Barriere. Nur so konnte das Wasser mit den Eisbrocken in Bonn Höhen von 13 bis 14 m Bonner Pegel (BP) erreichen.

Was am 27. Februar 1784 geschah, mit einer von Velten 1925 dokumentierten Hochwassermarken von 14,23 m, wird hoffentlich nie mehr eintreten.

Aber auch ohne eine solche Katastrophe reichen die übrigen Hochwasser >8,25 m BP aus, um die Schönheit *des Vater Rhein* (vorübergehend) zu vergessen.

HöchstHochWasser (Bemessungshochwasser) - HHW - = 10,20 m BP aus 1882 bzw. 10,10 m BP aus 1926				
31.12.1919	9,02	(9,50; +0,48)	12.02.1958	8,30 (8,67; +0,37)
16.01.1920	9,98	(10,58; +0,60)	28.02.1958	8,89 (9,31; +0,42)
05.11.1924	9,31	(9,80; +0,49)	25.02.1970	9,44 (9,87; +0,43)
01.01.1926	10,10	(10,69; +0,59)	08.02.1980	8,75 (9,31; +0,56)
25.11.1930	8,64	(9,15; +0,51)	13.04.1983	9,33 (9,84; +0,51)
28.01.1941	8,45	(8,84; +0,39)	30.05.1983	9,44 (9,96; +0,52)
21.03.1942	8,54	(8,94; +0,40)	10.02.1984	8,61 (9,11; +0,50)
16.02.1945	8,38	(9,01; +0,63)	19.03.1988	8,45 (8,88; +0,43)
01.01.1948	9,29	(10,41; +1,12)	29.03.1988	9,40 (9,95; +0,55)
17.01.1948	8,38	(9,24; +0,86)	23.12.1993	10,13 (10,63; +0,50)
19.01.1955	9,43	(9,80; +0,37)	30.01.1995	10,08 (10,69; +0,61)

Tabelle 1: Höchste Wasserstände über 8,25 m Bonner Pegel von 1900 bis heute (Klammerwerte entsprechen Kölner Pegel zeitversetzt)

Für die vielen betroffenen Bürger bedeutet jedes Hochwasser eine persönliche Katastrophe. In der heutigen Zeit, mit dem hohen Stand der Technik und der Wissenschaft, ist er vielfach gewohnt, daß Risiken bewältigt oder vermieden werden können. Mehr als der eigentliche Schaden wird in der Regel die Bedrohung der Sicherheit des eigenen Umfeldes als Beeinträchtigung der Lebensqualität empfunden. Immer wieder haben die einmal Betroffenen die Befürchtung, daß ein neues Hochwasser entsteht, für das der vorgesehene Schutz nicht ausreicht. Dies bestimmt unabhängig von der tatsächlichen Gefährdung von Leben und Vermögen über Wochen im Jahr das Leben der Betroffenen.

3.2.3 WASSERSTÄNDE UND ABFLUSSMENGEN AM BONNER PEGEL

Der Bonner Pegel ist erstmals nach der Eis- und Hochwasserkatastrophe von 1784 erwähnt.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Der heutige Pegel liegt bei Rheinkilometer 654,770 auf der linksrheinischen Seite südlich der Kennedybrücke und wird vom Wasser- und Schiffsamt Köln, Außenbezirk Niederkassel betrieben.

Über einen Anrufbeantworter kann unter der Rufnummer 0228- 1 94 29 jederzeit der Wasserstand abgerufen werden. Der Anrufbeantworter nennt auch einige vorangegangene Wasserstände, so daß sich daraus die Geschwindigkeit, mit der der Wasserstand steigt oder fällt, ermitteln läßt.

Über die Internet-Adresse - <http://www.pegel.de> - der Hochwassernotgemeinschaft Rhein e.V., deren Mitglied die Stadt Bonn ist, können demnächst u.a. die Wasserstände von den wichtigsten Pegeln am Rhein und den Zuflüssen abgefragt werden.

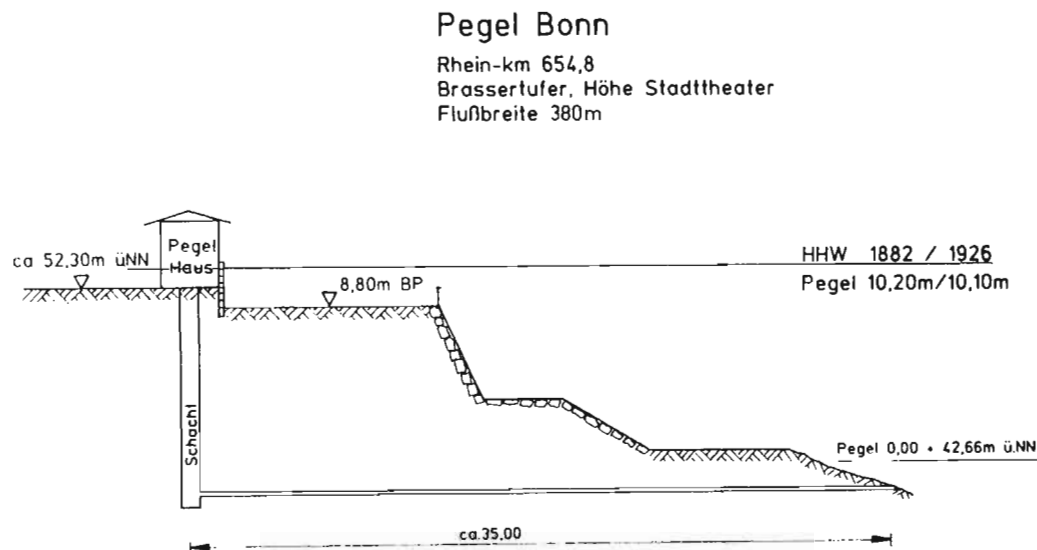


Bild 3: Pegel Bonn

Nullpunkt des Bonner Pegels

42,661 m über dem Meeresspiegel, über Normalnull, ü.NN.

Der Pegelstand *Null* bedeutet nicht, daß der Rhein kein Wasser mehr führt. Der Pegel wurde so definiert, daß beim Pegelstand *Null* in einer Fahrrinne von mindestens 150 m Breite noch mindestens ein Meter Wassertiefe gewährleistet ist.

Vor dem 1. November 1979 wurde der Nullpunkt des Pegels mit 43,66 m angenommen, das heißt, daß alte Aufzeichnungen ggf. um einen Meter zu erhöhen sind, um mit den heutigen Pegelhöhen verglichen werden zu können.

Ob Hinter-Neuendorf in Schleswig-Holstein (3,40 m unter NN) oder Zugspitze (2962 m über NN), die Höhenangabe für jeden Ort der Bundesrepublik bezieht sich auf Normal Null (NN) oder den *Amsterdamer Pegel*. Er entspricht dem mittleren Sommerhochwasserstand, der im 17. Jahrhundert im Hafen von Amsterdam gemessen worden ist. Obwohl der Meeresspiegel seither um mehrere Dezimeter gestiegen ist, gilt diese Bezugshöhe in der Bundesrepublik noch heute.

Normal-Wasser (Mittelwasser)

Wasserstand: 3,21 m Bonner Pegel (WSA 1965)
Abflußmenge: ca. 2.027 m³/s

Als der normale Wasserstand oder auch Mittelwasserstand wird der durchschnittliche Wasserstand des Rheines definiert. Er ergibt sich aus der Addition von Tageswasserständen zu einer bestimmten Stunde in einem bestimmten Zeitraum (z.B. etwa 10 Jahre), dividiert durch die Anzahl der Beobachtungstage.

Höchste Wasserstände dieses Jahrhunderts

Wasserstand: 10,20 m bzw. 10,10 m
Abflußmenge: ca. 10.793 m³/s bzw. 10.614 m³/s
aus Abflußtafel vom 01.04.1988

Das für Bonn maßgebende Jahrhunderthochwasser wurde bereits im letzten Jahrhundert, am 28.11.1882 mit 10,20 m BP gemessen und gilt im Bereich der Rheinkilometer 651,8 - 658,85. In der gesamten übrigen Strecke gilt das Hochwasser vom 01.01.1926 mit 10,10 m BP.

Am 23.12.1993 wurde ein Pegelstand von 10,13 m und am 30.01.1995 von 10,08 m registriert.

Niedrigster Wasserstand

Wasserstand: 0,92 m Bonner Pegel
Abflußmenge: ca. 653 m³/s

Der niedrigste Wasserstand wurde im Herbst 1947 gemessen.

Hochwassermarke I:

Wasserstand: 4,90 m Bonner Pegel
Abflußmenge: ca. 3.497 m³/s

Mit Erreichen der Hochwassermarke I tritt eine Beschränkung der Schifffahrt ein. Die Schiffe dürfen nur noch mit verminderter Geschwindigkeit und im mittleren Stromdrittel fahren, um Uferbeschädigungen zu vermeiden.

Hochwassermarke II:

Wasserstand: 6,80 m Bonner Pegel
Abflußmenge: ca. 5.614 m³/s

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Die Hochwassermarke II bewirkt ein Verbot der Schifffahrt auf dem Rhein.

Bei einem Wasserstand von 7,00 m Bonner Pegel, tritt der Rhein über die Beueler Ufermauer, zwischen 8,00 m und 8,50 m werden die ersten Straßen auf beiden Rheinseiten überflutet.

In Bonn beträgt das Gefälle des Rheines bei HHW etwa 0,224 ‰. Auf der linken Rheinseite, an der südlichen Stadtgrenze in Mehlem unterhalb der Insel Nonnenwerth, bei Rhein-km 642,205 (bezogen auf Strommitte) ist der Rheinspiegel also etwa 4 m höher als an der nördlichen Stadtgrenze in Graurheindorf in Höhe Engländer Weg, bei Rhein-km 659,970. Auf der rechten Rheinseite beginnt der Bonner Rhein bei km 648,935 an der Stadtgrenze zu Königswinter und endet bei km 659,215 an der Siegmündung.

Die 1994 von der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz durchgeführten Wasserspiegellageberechnungen für statistische Wiederkehrintervalle von 100 Jahren und 200 Jahren, die vom Staatlichen Umweltamt Köln, Außenstelle Bonn Anfang 1996 zur weiteren Verwendung zugesandt wurden, sind einmal aufgrund der städtischen Messungen aus 1993 und 1995, aber auch im Vergleich zu der Wasserspiegellage aus 1882 bzw. 1926 nicht schlüssig nachvollziehbar. So soll das Bemessungshochwasser -BHW₁₀₀- bei Rhein-km 642,205 in Strommitte 55,81 m (0,01 m unter dem HW von 1926) und bei Rhein-km 659,970 52,30 m (0,55 m über dem HW von 1926) liegen. Auf das BHW₂₀₀ bezogen sollen 56,35 m (+0,53 m) bzw. 52,87 (+1,12 m) erreicht werden. Dies könnte aus einer zu hohen Überlagerung des Rheinspiegels mit dem Siegzulauf entstanden sein. Die Aufsichtsbehörden haben sich hierzu bisher nicht geäußert.

Das Bonner Hochwasserschutzkonzept geht von der durch Messungen belegten Wasserspiegellage 1882/1926 aus, zumal die gesamte Kanalisation hierauf ausgerichtet ist.

Für die weiteren Planungen bzw. den Ausbau südlich der Kennedybrücke werden die Messungen des Katasteramtes, die hier zwischen 0 cm und 8 cm gegenüber den Zahlen aus 1882 differieren, entsprechend berücksichtigt.

3.2.4 RHEINSTROMKILOMETRIERUNG

Eine weitere wichtige Bezugsgröße für die Hochwasserplanungen ist die Rheinstromkilometrierung.

Wer den Ufern des Rheines folgt, begegnet in fast regelmäßigen Abständen den verschiedensten Tafeln, Steinen und Zeichen, von denen die der Stromkilometrierung am stärksten ins Auge fallen. Die Kilometrierung beginnt mit Stromkilometer Null an der Rheinbrücke in Konstanz und endet mit seinem Hauptmündungsarm bei km 1.032,8 unterhalb von Hoek van Holland (Rotterdam) an der Nordsee.

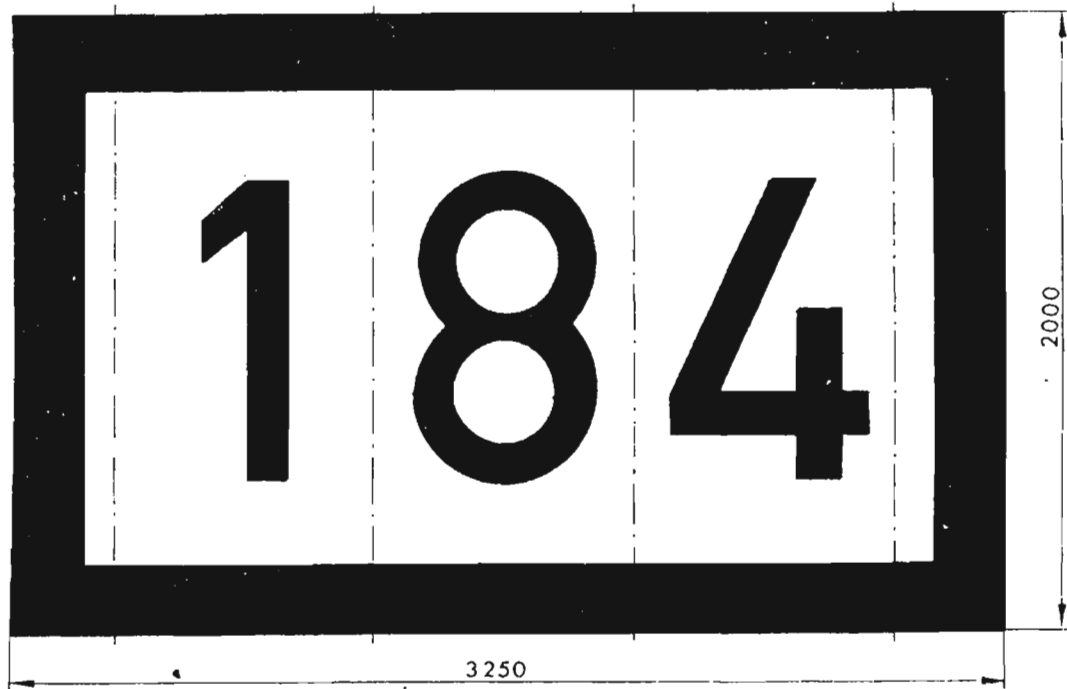


Bild 4: Kilometertafel

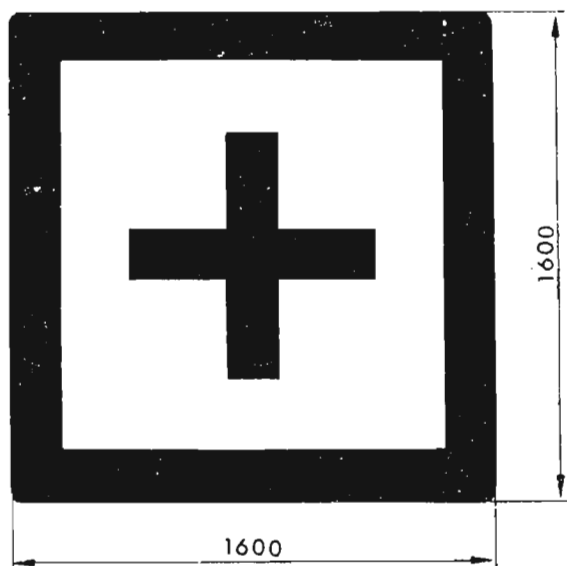


Bild 5: Die halbe Kilometertafel

Die vollen Kilometer sind durch weiße, rechteckige Tafeln mit schwarzen Zahlen, die halben Kilometer durch kleine, quadratische Tafeln oder Steine mit schwarzen Kreuzen auf weißem Grund und die zwischen diesen liegenden Hektometer durch weiße, senkrechte Steine mit schwarzen Zahlen von 1 bis 4 bzw. von 6 bis 9, die die 100 m Stationen angeben, an den Ufern gekennzeichnet.

Die Vermarkung dieser Punkte erfolgt durch Steine mit gußeisernen Platten, die einen Höhenpunkt sowie die jeweilige Kilometerzahl und Hektome-

terzahl enthalten. Die Steine sind längen- und höhenmäßig, nach Koordinaten und Höhen ü.NN., in den Höhenverzeichnissen erfaßt.

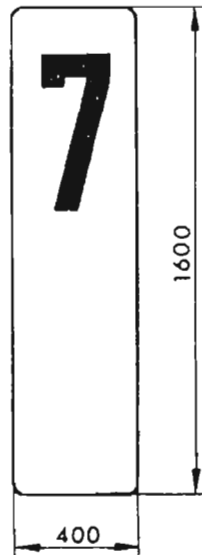


Bild 6: Hektometerstein

Der Rhein durchfließt Bonn auf 17,765 km Länge, auf der linken Seite (siehe Kapitel 3.2.3) von Rhein-km 642,205 bis 659,970 und auf der rechten Seite von Rhein-km 648,935 bis 659,215.

3.3 HOCHWASSERURSACHEN FÜR DEN RHEIN

3.3.1 ENTSTEHUNG VON HOCHWASSER

Hochwasser aus Flutwellen oder Rückstau sind in Mitteleuropa die Ausnahme und für den Rhein nicht zu erwarten. Auslöser für Hochwasser stellen demnach extreme Wetterlagen mit ergiebigen Niederschlägen, manchmal in Verbindung mit Tauwetter dar. Der Abfluß gelangt direkt und ohne Abflußverzögerung in die Bäche und Flüsse.

Voraussetzung für die großen Hochwasser der letzten Jahre waren ausgedehnte Felder mit ergiebigen langandauernden Niederschlägen, die auf gefrorene oder weitgehend wassergesättigte Böden trafen. Die hohe Abflußbereitschaft beim Januarhochwasser 1995 wurde wie beim Dezemberhochwasser 1993 durch die weitgehende Vorfüllung der Bodenporenräume infolge des vorausgehenden Wettergeschehens verursacht.

Im Zusammenhang mit dem Einzugsgebiet spielt die vorhandene Wasserführung in den Nebenflüssen und im Rhein selbst zu Beginn eines Hochwasserereignisses eine große Rolle.

3.3.2 KLIMAÄNDERUNGEN

Klimaänderungen haben einen entscheidenden Einfluß auf die Niederschlagshäufigkeit und demzufolge auf die Hochwasserentwicklung. Die teils sehr kontrovers geführte wissenschaftliche Diskussion läßt es zur Zeit noch nicht zu, konkrete Ansätze zu berücksichtigen und daraus eine mögliche Klimaänderung abzuleiten. So hat beispielsweise der Deutsche Wetterdienst 1995 darauf hingewiesen, daß die Niederschläge, die zu den extremen Hochwasser der letzten Jahre geführt haben, noch im Bereich der natürlichen Schwankungsbreite lagen (siehe auch Kapitel 3).

Nachvollziehbare Argumente jedoch mahnen zur Vorsicht und weiteren Verfolgung.

Beim heutigen Stand der Erkenntnisse über zukünftige Klimaänderungen müssen die Auswirkungen auf den Wasserkreislauf vorläufig immer noch auf der Basis sogenannter möglicher Szenarien abgeschätzt werden.

Das Intergovernmental Panel on Climate Change formulierte 1996 folgende Ergebnisse:

Global wird für die nächsten 50 bis 100 Jahre eine Erwärmung von 1,5 bis 4,5 °C errechnet. Parallel dazu verläuft ein Anstieg des mittleren globalen Niederschlages um 3 bis 15 %. Die Zunahme des Niederschlages wird in erster Linie in den höheren Breiten und im Winterhalbjahr erwartet.

3.3.3 ANTHROPOGENE URSACHEN

Eingriffe in den Naturhaushalt beeinflussen das Abfließen von Niederschlagswasser und den Hochwasserabfluß.

Schwierig und in verallgemeinernder Form nahezu unmöglich ist die quantitative Bewertung der zahlreichen und komplexen Eingriffe, die sich innerhalb eines Flußgebietes unterschiedlich auswirken können. Das Zusammenwirken der zahlreichen Einflußgrößen ist kaum abschätzbar. Auch wenn regional die Auswirkungen durch Talsperren und Rückhaltebecken gemildert, an einigen Gewässern kompensiert wurden, so ergibt sich dennoch überwiegend eine Beschleunigung des Abflusses und eine Erhöhung der Hochwasserscheitel.

3.3.3.1 Gewässerausbau im Rheineinzugsgebiet

Ein natürliches Fließgewässer schlängelt sich in der Regel mit geringem Gefälle durch die Landschaft. Der Geländebedarf ist somit mindestens drei- bis viermal größer als die der Wasserfläche. Selbst eine nur naturnah geschwungene Linienführung verdoppelt etwa den Geländebedarf gegenüber dem hydraulisch günstigsten Ausbau. Mäandrierende oder verzweigte

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Flüsse wurden in der Vergangenheit mittels Durchstichen und Tieferlegen geradlinig oder leicht geschwungen umgestaltet.

Flußbegradigungen, Eindeichungen und umfangreiche Entwässerungssysteme waren über Jahrhunderte hinweg bis vor nicht all zu langer Zeit ein wesentliches Mittel zum Schutz der Siedlungen und Flure, zur Schaffung neuer Siedlungsflächen und damit zur Sicherung elementarer Bedürfnisse der Bevölkerung.

Die Ausbaumaßnahmen am Rhein erfolgten zusätzlich für eine Verbesserung der Schifffahrtsbedingungen und Energiegewinnung aus Wasserkraft.

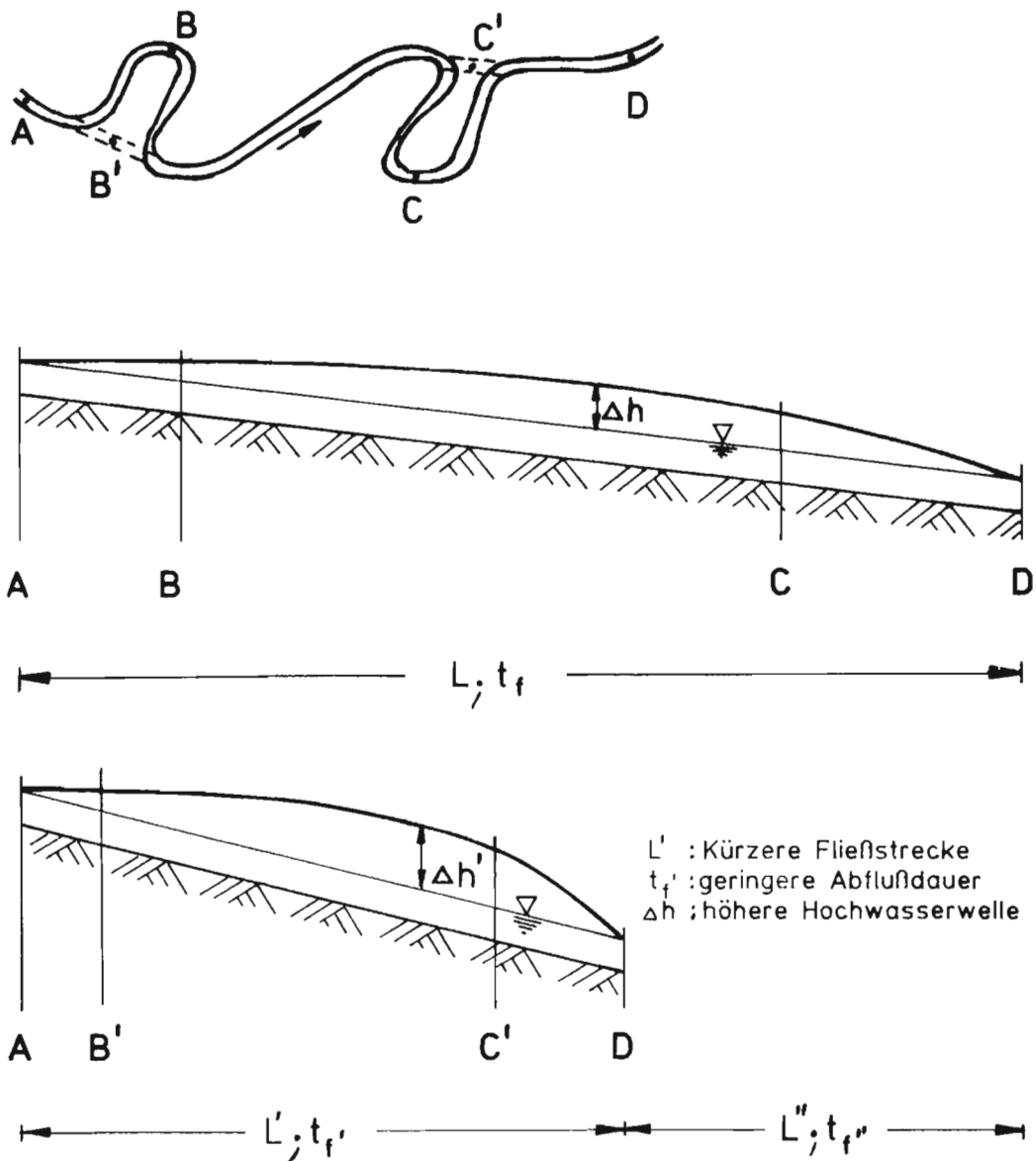


Bild 7: Veränderung der Hochwasserwelle durch Flußbegradigungen

Wegen beengter Platzverhältnisse sind in Stadtbereichen auch heute noch ganze Flüsse verrohrt, beispielsweise die Nahe in Idar-Oberstein. Auch Bonn ist hier keine Ausnahme, wie die Gewässerkarte zum Bachentwicklungsplan zeigt.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Durch Ausbaumaßnahmen an Fließgewässern wurden immer die natürlichen Abflüsse zeitlich und örtlich umverteilt. Es ergaben sich Auswirkungen auf das Abflußverhalten des Flusses und die hydraulischen Vorgänge im Gerinne. Neben der Zerstörung oder Beeinträchtigung der Lebensräume für Pflanzen und Tiere, bewirkten sie eine Verlagerung und teilweise deutliche Vergrößerung der Hochwassergefahr bach- und flußabwärts.

Die Ausbaumaßnahmen der großen Nebenflüsse des Rheines gehen bis ins Mittelalter zurück.

Mit dem Ausbau der (linksrheinischen) Bonner Rheinpromenade wurde 1855 bis 1895 in mehreren Abschnitten begonnen. Bis dahin, so ist von dem Dichter Karl Simrock aus 1851 nachzulesen, bestand am Rheinufer ein Mißstand derart, daß der sich zwischen Fluß und mittelalterlichen Stadtmauer hinziehende verwahrloste Leinpfad mit allerlei Unrat bedeckt war.

Das 11 m bis 14 m breite Ufer wurde damals auf 22 m Breite zum Strom hin verbreitert und erhöht.

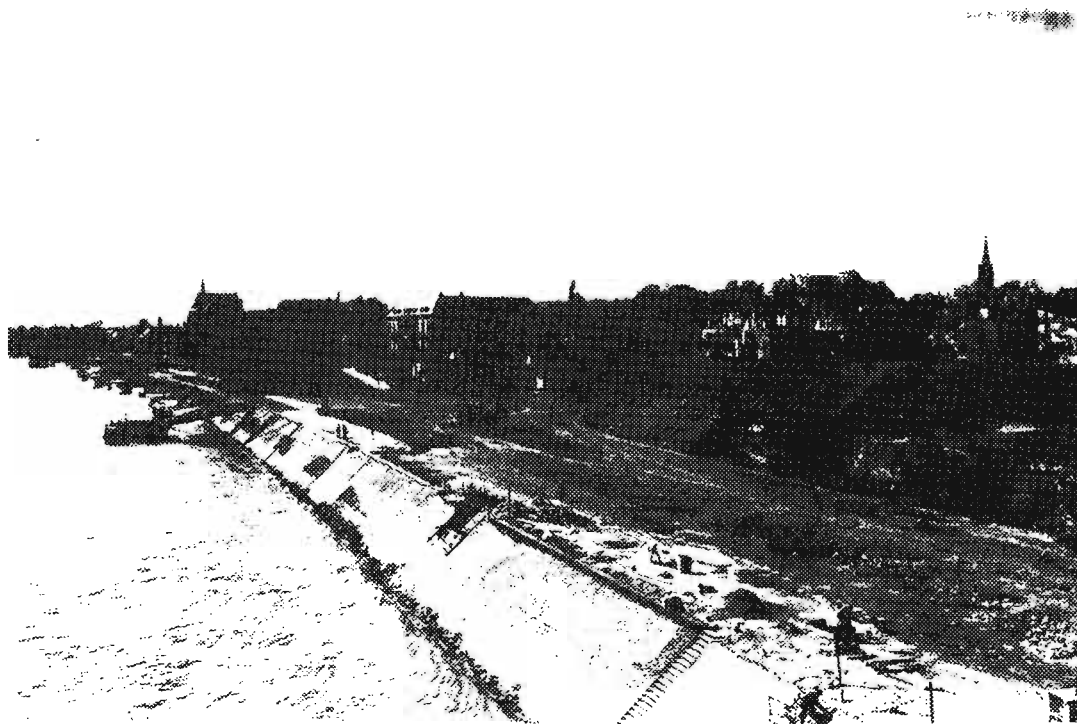


Bild 8: Aufschüttung am Bonner Rheinufer nördlich des Oberbergamtes 1950 (Foto Stadtarchiv)

3.3.3.2 Versiegelung von Flächen

Die Besiedlung der Retentionsflächen an Bächen und Flüssen, bedingt durch die landschaftliche Attraktivität, die Nutzbarkeit der Flüsse als Ver-

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

kehrswegen sowie die meist hohe landschaftliche Produktivität der Aueböden, haben nicht nur zu einer erheblichen Reduzierung der natürlichen Überschwemmungsgebiete, sondern auch zu einer großflächigen Versiegelung in diesen Bereichen und darüber hinaus geführt. Städtebau und Verkehrswesen sind zwangsläufig mit Bodenversiegelung verbunden.

Die Versiegelung von Böden in der Bundesrepublik hat insbesondere in Ballungsgebieten ein hohes Maß angenommen. Die letzten Jahre zeigen nach wie vor einen Siedlungsdruck zu Lasten der landwirtschaftlichen Nutzfläche, verstärkt in oder am Rand von Ballungsgebieten. Die Siedlungsfläche in vielen Großstädten beträgt über 40 %, teilweise zwischen 50 und 60 %.

Nach dem *Gutachten zur Gebührenbedarfsberechnung* vom Sept. 1986 bzw. in 1. Fortschreibung vom Sept. 1993 und in 2. Fortschreibung vom Sept. 1997, sind in Bonn 48 % des Stadtgebietes Kanalnetzeinzugsgebiet.

Gesamtfläche Stadt Bonn	14.124 ha	
Kanalnetzeinzugsgebiet [A _E]	6.749 ha	48 %
davon Befestigte Fläche [A _{red}]	3.747 ha	55 %
davon Straßenanteil [A _{red}]	1.188 ha	32 %

Tabelle 2: Flächengrößen

In den Flächenangaben sind die noch vorhandenen Baulandreserveflächen und Baulücken enthalten. Durch die Versickerungs- und Entsiegelungsmaßnahmen wird sich der befestigte Flächenanteil A_{red} um wenige Prozentpunkte reduzieren lassen.

Dennoch ist für kleinere und mittlere Hochwasser eine Erhöhung der Hochwasserstände im Rhein durch zunehmende Flächennutzungen im cm-Bereich zu erwarten.

Auch Bonn hat hierzu beigetragen, wurde und wird doch im Überschwemmungsgebiet wider besseren Wissens und entgegen aller Erfahrungen immer weiter gebaut.

Große Hochwasser dagegen bedingen immer das Zusammenspiel außerordentlicher meteorologischer Gegebenheiten mit einer hohen Abflußbereitschaft des Niederschlagsgebietes. Eine hohe Abflußbereitschaft entsteht durch Versiegelung der unbefestigten Oberfläche. Diese kann einmal künstlich herbeigeführt werden durch Urbanisierung, oder auf natürliche Weise durch Frost oder Wassersättigung des Bodens. Da künstliche Versiegelungen großräumig gesehen nie flächendeckend vorhanden sind, bleiben sie für den Hochwasserabfluß aus großen Einzugsgebieten von geringer Bedeutung.

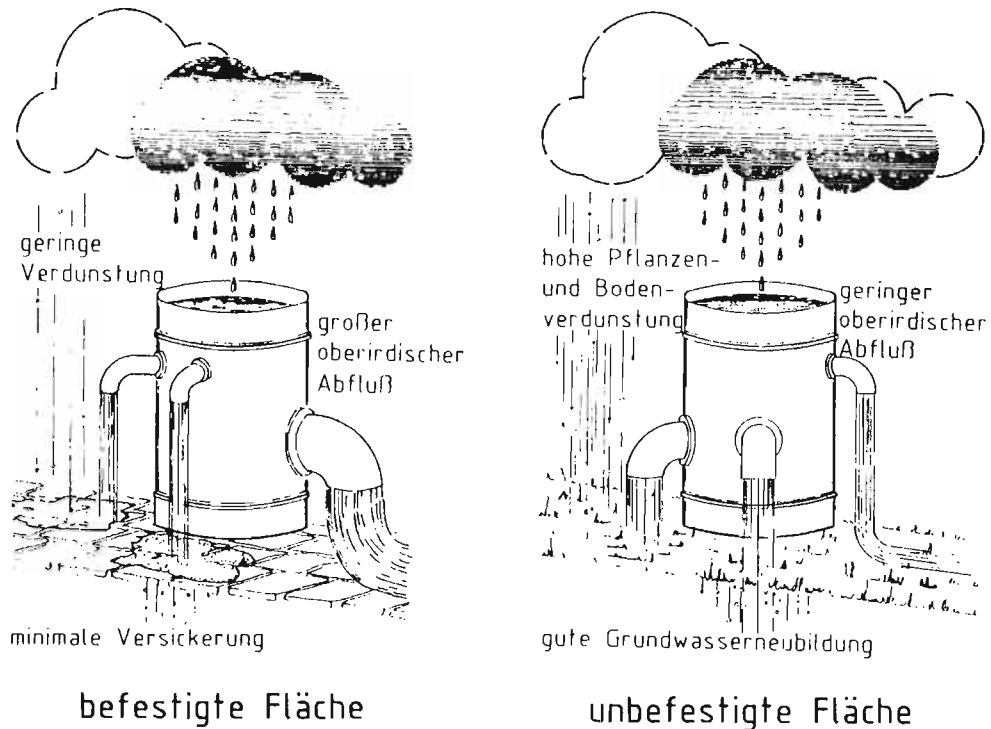


Bild 9: Niederschlagswasserversickerung auf befestigter und unbefestigter Fläche

Daher hatte bei den vergangenen extremen Hochwasserwellen an den großen Strömen der Bundesrepublik, wie z.B. bei den letzten drei Hochwasser 1988, 1993 und 1995 die künstliche Bodenversiegelung nur eine geringe Bedeutung.

3.3.3.3 Flurbereinigung, landwirtschaftliche Intensivnutzung, Straßenbau

Im Rahmen von Flurbereinigungen wurde das Gewässernetz ausgebaut und vielfach Drainagen und andere Entwässerungsanlagen erstellt. So wurden Bäche und Gräben begradigt und wenn überhaupt die Ufervegetation nicht standortgerecht angelegt. Gänzlich fehlt diese Vegetation verständlicherweise, wo Rohrleitungen verlegt wurden.

Zusätzlich nahmen im ländlichen Bereich die versiegelten Flächen durch den Ausbau eines weitverzweigten Feldwegenetzes zu, an dessen Wege längsseits oft Abzugsgräben angelegt sind. Das Umweltbundesamt gab 1994 bekannt, daß im Durchschnitt je 100 ha Wirtschaftsfläche 4,9 km Wirtschaftswege gebaut worden sind. Bei ca. 20 Mio. ha Ackerfläche und einer Wegebreite von i.M. 3 m wurde somit eine Fläche von 3.000 km² versiegelt, die einer Versiegelungswirkung von 50 % aller deutschen Straßen entspricht.

Durch diese vielfältigen Maßnahmen, die vor allem in den Weinbergen durchgeführt wurden und durch Versiegelung, Verdichtungen und Verschlämmungen der Areale, ist der Boden bereits nach relativ geringfügigen Niederschlägen wassergesättigt.

Die Bewirtschaftungsmethoden der konventionellen Landwirtschaft verringern die Wasseraufnahme- und Speicherfähigkeit der Böden und verstärken auf diesem Wege den Oberflächenabfluß. Abflußfördernd sind zudem Bodenverdichtungen aufgrund der Bewirtschaftung mit schweren Maschinen sowie eine Bearbeitung in Richtung des Gefälles statt parallel zum Hang. Dies wurde in Bonn eindrucksvoll durch die Schlammabschwemmungen des Kreuzberghanges in Lengsdorf 1992 und 1994 bestätigt.

Zudem wurden in der Vergangenheit bei der Anlage von Monokulturen gleichzeitig abflußvermindernde Erdwälle, Mulden, Gehölze und Hecken entfernt.

Auch die Straßen der Bundesrepublik tragen in ihrer Gesamtheit erheblich zur Beschleunigung des Abflusses bei, insbesondere dann, wenn der seitliche Abfluß nicht versickert, sondern in Gräben abgeführt wird. Der Anteil der Verkehrsfläche an der gesamten bebauten Fläche liegt etwa bei 40 % und entspricht damit 5 % der Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland. Die Fläche für Bebauung und Verkehr hat sich seit 1900 von 3 % auf 12 % vervierfacht.

Viele Einzelmaßnahmen der Flurbereinigung und der landwirtschaftlichen Intensivnutzung leisten für sich allein nur einen relativ kleinen Beitrag zur Abflußbeschleunigung. In ihrer Gesamtheit bewirken sie jedoch eine sehr deutliche Beschleunigung des Starkregenabflusses. Bei länger andauernden flächendeckenden Niederschlägen fließt der Regen nahezu ungehemmt von der Oberfläche ab und trägt deutlich zu extremen Hochwasserereignissen bei.

Die Flurbereinigung heute kann aber auch einen Beitrag zur Verbesserung leisten, so wie mit dem Sieg- und Aggerauenprogramm.

3.3.3.4 Einfluß von Waldschäden

Der deutsche Wald weist auch heute noch ein hohes Schadensniveau auf, obwohl in den vergangenen Jahren eine recht günstige Witterung für das Wachstum gegeben war.

Laut *Waldzustandsbericht der Bundesregierung 1996* weisen im Bundesdurchschnitt 20 % der Bäume deutliche Schäden auf, 1994 waren es noch 25 %. Dabei zeigen Kiefer und Fichten eine Tendenz zur Verbesserung, während Buchen auf einem hohen Schadensniveau verharren und Eichen sich sogar verschlechtern. Der Anteil der Bäume ohne Schadmerkmale ist von 36 % 1994 auf 43 % 1996 angestiegen.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Die Wälder haben grundsätzlich eine abflußmildernde Wirkung des Niederschlages, die sich somit auch auf Hochwasser günstig auswirkt. In einem reinen Waldgebiet fließen lediglich 10 bis 20 % des Niederschlages ab. Dies läßt sich für Bonn recht gut im Kottenforst feststellen. In einer waldfreien Landschaft fließt wegen nur gering vorhandene Speicherräume folglich ein erheblich höherer Niederschlag ab.

Jedoch ist auch hier der Hochwasserabfluß gefördert worden, wie durch die Veränderung der Waldstrukturen zu Nadelwald-Monokulturen, die weniger Niederschlagswasser aufnehmen können. Zudem erhöht ein geschädigtes Blattwerk die auf den Boden ankommende Niederschlagswassermenge. Gesunde Nadeln oder Blätter nehmen rund ein Drittel des Wassers auf, bevor es überhaupt auf den Boden auftrifft. Nachweislich hat sich die Abflußmenge in kranken Wäldern in wenigen Jahren mehr als verdoppelt, obwohl es keine wesentliche Veränderung des Niederschlages gab.

Auch die Temperatur im Wald spielt eine wichtige Rolle. Bei größerer Wärme durch erhöhten Lichteinfall, demnach vermehrt, wenn Blatt- und Nadelbestand am kranken Baum nachlassen, beschleunigt sich der Mineralisierungsprozeß auf dem Waldboden. Hierdurch erfolgt eine Verdichtung des Waldbodens.

Nicht zuletzt ist der Massentourismus, besonders in den Skigebieten, Ursache für die weitere Versiegelung bzw. Verdichtung des Bodens.

3.4 HOCHWASSERGEFÄHRDUNG IN BONN

Die Gefahr vor Hochwasser besteht zunächst für die unmittelbar am Rheinufer liegenden Tieflandgebiete durch oberirdische Überflutung des Rheines.

Sofern in diesen Bereichen die Gebäude unterkellert sind, zeigen sich die Vorboten bereits durch steigendes Grundwasser und bewirken zumindest für die Altbebauung nasse Keller.

Hinter den Deichen und anderen Hochwasserschutzbauten liegenden Bereichen sowie in den im Hinterland liegenden Tieflandgebieten erfolgt erstlinig die Gefährdung neben dem steigenden Grundwasser aus Qualm- und Drängewasser. Sofern der oberirdische Abfluß über die Kanalisation nicht möglich ist, tritt auch hier die oberirdische Überflutung ein, wenn auch zunächst mit sauberem Wasser.

Eine weitere Gefahr ist durch die Kanalisation gegeben. Solange die Kapazitäten der Kanäle, Stauräume, Hochwasser- und Mischwasserpumpwerke sowie der Klärwerke ausreichen und selbst nicht überflutet werden, wird in der Regel die Straßenoberkante *trocken* bleiben. Die Bonner Kanalisation ist auf 10,10 m bzw. 10,20 m BP ausgelegt. Darüber liegende Pegelstände lassen den Betrieb eines Großteils der Kanalisation und der Klärwerke nur noch bedingt zu.

3.4.1 OBERIRDISCHE ÜBERFLUTUNGEN DURCH RHEIN UND SIEG

Bei steigenden Wasserständen sind alle unmittelbar an den Flußläufen liegenden Tieflgebiete ohne Hochwasserschutzanlagen von einer Überflutung betroffen. Bei einem theoretisch angenommenen Pegelstand von 11,00 m in Bonn ergibt sich eine Überflutungsfläche, die Karte 1 des Anhangs entnommen werden kann und in der ca. 16.300 Einwohner registriert sind. In Karte 2 des Anhangs sind die Teileinzugsgebiete dargestellt und in Tabelle 3 die Aufteilung der Einwohner, ermittelt nach Baublöcken.

Wäre der Siegdeich 1993/94 nicht erneuert und erhöht worden, wäre bei einem Pegelstand ab etwa 10,60 m auch das Unterdorf von Geislar überflutet worden.

Bei der oberirdischen Überflutung werden Straßen und Wege überspült, Keller geflutet sowie Leitungen und Anlagen der Versorgungsträger beeinträchtigt. Teilweise müssen die Versorgungseinrichtungen für die betroffenen Anwohner abgeschaltet werden.

Gebiet	Nr.	Einwohner	Größe
Graurheindorf	1	573	20 ha
Mündung Godesberger Bach	2A	261	7 ha
Mehlem, Lannesdorf, Rüngsdorf	2B	2.052	102 ha
Rheindorf	3A	4.556	48 ha
Rheinaustr., nördl. Kennedybrücke	3B	908	15 ha
Rheinaustr., südl. Kennedybrücke	3C	3.627	57 ha
Beuel und LiKüRa (Tiefgebiet)	3D	2.526	60 ha
Geislar	3E	1.449	332 ha
Restliche Bereiche (links u. rechtsrh.)		geschätzt 348	408 ha
Rhein (bei Mittelwasser)			501 ha
		16.300	1.550 ha

Tabelle 3: Überflutungsgebiete bei einem Rheinwasserstand von 11,00 m BP ohne Hochwasserschutz

Auch können durch eine oberirdische Überflutung rheinnaher Gebiete, durch Eindringen der Wassermassen in die Kanalisation oder über Hochpunkte Anwohner betroffen werden, die in weit vom Rhein liegenden Gebieten wohnen. So stände die Limpericher Straße/Kreuzherrenstraße bei dem Pegelstand von 11,00 m etwa 3,00 m unter Wasser.

Nach dem Hochwasser vom Febr. 1970 mit 9,44 m BP wurden für die Tieflgebiete der vom Hochwasser betroffenen Stadtteile - Graurheindorf, Plittersdorf, Mehlem und Beuel - Vorplanungen aufgestellt. Über die Diskussion von Schutzhöhen bis 11,20 m BP und einem zusätzlichen Freibord, war die Hochwassergefahr in großen Teilen der Bevölkerung nahezu verdrängt worden, da bis 1980 keine hohen Wasserstände mehr vorgekommen waren. Besonders durch die Fluktuation der ufernahen Anwohner wurde an einen vorsorglichen Hochwasserschutz kaum noch gedacht. Bedingt durch steigende Baupreise wurden immer öfter auch die Keller- und die vom

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Hochwasser betroffenen Erdgeschloßräume ausgebaut und teilweise zu Wohnzwecken genutzt. Erst wieder durch die Hochwasser vom April und Mai 1983 mit 9,33 m und 9,44 m sowie vom März 1988 mit 9,40 m Bonner Pegel (BP) wurde die Bevölkerung dahingehend sensibilisiert, daß gerade diese tiefliegenden Gebäudeteile besonders gefährdet sind.

Es folgten Planungen und Baumaßnahmen, wie das Hochwasserpumpwerk an der Gunterstraße in Mehlem, das etwa bis 9,40 m BP die Tieflgebiete *trocken* hält. Die Planfeststellung am Beueler Rheinufer zwischen Werdstraße und Marienstraße ging von 9,50 m BP aus, die eine im Gelände gerade noch zu vertretende Höhe ergibt. Nur mit dem neuen Siegdeich mit einer Höhe von 12,20 m wurde eine Hochwassersicherung für über die nächsten 100 Jahre geschaffen. Die Sicherung des Kanalnetzes erfolgte weiterhin für 10,10 m bzw. 10,20 m BP. Die Wiederkehr eines Jahrhunderthochwassers, wie 1882 und 1926 mit 10,20 m BP bzw. 10,10 m BP wurde zwar nicht ausgeschlossen, aber für unwahrscheinlich angesehen.

Erst das Hochwasser vom Dez. 1993 mit 10,13 m BP verdeutlichte erneut die Bedrohung des schönen *Vater Rhein*. Von Teilen der betroffenen Bevölkerung wurde deshalb wieder verstärkt der Schutz durch höhere Hochwasserschutzanlagen zu Sicherung ihres privaten Eigentums gefordert.

Die Aufsichtsbehörden gehen derzeit für ein 100-jährliches Bemessungshochwasser von einer Höhe $\approx 10,55$ m BP aus. Das bisherige Bemessungshochwasser von 10,10 m bzw. 10,20 m entspricht demnach nur noch einer Jährlichkeit von 60 Jahren. Die veränderten Rahmenbedingungen machen die konkrete Untersuchung eines besseren, aber noch sinnvollen Hochwasserschutzes für Bonn erforderlich.

3.4.2 QUALM- UND DRÄNGEWASSER

Schutzwände und Deiche schützen das Hinterland vor einer direkten Überflutung. Jedoch führt der oft kiesige Untergrund des Rheintales zu einem Anstieg des Grundwassers in unmittelbarer Abhängigkeit vom Rheinwasserstand. Die Höhendifferenz des Grundwassers zum Rheinwasserstand beträgt ufernah etwa 1 m. Die Druckhöhe nimmt landeinwärts ab.

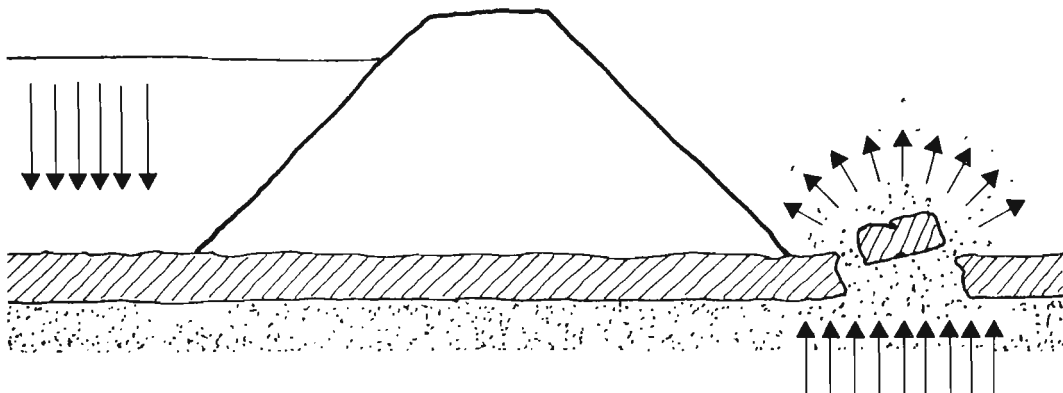


Bild 10: Hydraulischer Grundbruch

Da über dem Kies in der Regel Auenlehm ansteht, liegen meist gespannte Grundwasserverhältnisse vor. Liegt diese Drucklinie nun oberhalb der Geländeoberkante oder der Kellerböden, so wird zuerst in den Bereichen ohne Lehmdeckschicht sogenanntes Qualmwasser austreten. Mit dem Austritt des Qualmwassers findet gleichzeitig eine Abnahme des Druckes statt.

In Abhängigkeit von der Bodenstruktur, der jeweiligen Bodenauflast und Wasserdurchlässigkeit hinter den Schutzeinrichtungen kann sogar bei Lehmdeckschichten mit geringer Mächtigkeit ein Grundbruch entstehen, der in Bild 10 veranschaulicht ist.

Die Qualmwassermengen werden generell durch folgende wesentliche Einflußfaktoren bestimmt:

- Rheinwasserstand
- Höhe der Drucklinie im Hinterland
- Lage und Größe der Fehlstellen
- Bodenkennwerte

Ein Grundbruch kann beispielsweise vermieden werden, indem das Wasser gewollt durch den Untergrund drängen kann und ein Druckausgleich entsteht. Ansonsten ist eine Gefahr für die Hochwasserschutzanlage, besonders für Deiche, gegeben. Diese Tatsache war z.B. der Grund dafür, daß in Beuel im Bereich des Walles, zwischen Wolfsgasse und RSE-Trasse, landseitig ein Drainagegraben verlegt worden ist, aus dem das durchdringende Sickerwasser gezielt abgepumpt wird. Auch ist ein solches Qualmwasser im Bereich der Nordbrücke zu beobachten. Da das Drängewasser somit auch als Druckausgleich zur Vermeidung von Grundbrüchen gewünscht ist, darf das austretende Wasser nur in einem überschaubaren Umfang abgepumpt oder abgeleitet werden.

Dies bedeutet für den direkten Rheinanlieger, daß ein Schutz gegen das aufsteigende Drängewasser nicht vollständig möglich ist. Gegenüber einer oberirdischen Überflutung treten jedoch deutlich geringere Wassermengen und -stände auf. Schlamm und Unrat werden vermieden, somit auch die erhöhten Reinigungsarbeiten und -kosten.

3.4.3 GRUNDWASSER

Bei normalem Rheinwasserstand fließt das Grundwasser von den Rheintalrändern in Richtung Rhein. Bei Hochwasser entsteht eine Gegenströmung, die vom Rhein aus nach außen gerichtet ist. Hierdurch steigt folglich der Grundwasserspiegel in Abhängigkeit von der Entfernung zum Rhein an. In direkter Rheinnähe korrespondiert das Grundwasser zeitnah mit dem Rheinwasserstand. Mit wachsender Entfernung zum Rhein werden die Auswirkungen geringer und treten zeitlich versetzt auf. Auch bei Rückgang der Hochwasserwelle fällt der Grundwasserstand nicht gleichzeitig mit dem Rheinwasserstand, sondern deutlich zeitversetzt, ab.

Neben der Höhe des Hochwassers spielt die Dauer eine entscheidende Rolle auf den Grundwasserstand nach einem Ereignis. Selbst Monate nach einer Hochwasserwelle kann der Grundwasserstand höher sein als zu Beginn einer Hochwasserwelle.

In ufernahen Bereichen oder in Tieflagen ist bei jeder Baumaßnahme der *höchste* Grundwasserstand zu beachten. Da jedoch, ebenso wie bei dem Hochwasser, der *höchste* Wasserstand nur angenommen werden kann, ist auf folgende Gefährdungen für Gebäude zu achten:

- Aufbrechen der Kellersohle, wenn diese nicht gegen drückendes Wasser bemessen ist
- Bruch der Außenwände, wie vor
- Aufschwimmen des Gebäudes, bei zu geringer Auflast
- Grundbruch durch Störung des umliegenden Bodengefüges

Solche Gefährdungen treten in der Regel in Kombination miteinander auf.

3.4.4 KANALISATION

Wie dem in 2. Fortschreibung vom Hauptausschuß am 25.06.1996 beschlossenen Abwasserbeseitigungskonzept zu entnehmen ist, betreibt die Stadt Bonn ein Kanalisationsnetz von >850 km Länge. Aufgrund der noch nicht abgeschlossenen Resterfassung von Kanalbestandslücken und Bereinigung aller Dateien sowie Pläne, ist nach derzeitigem Kenntnisstand davon auszugehen, daß die tatsächliche Länge etwa 900 km beträgt.

Die ersten Abwasserkanäle des heutigen Kanalnetzes wurden zwischen 1855 und 1862 in Betrieb genommen. Bis auf wenige Kilometer wird die Kanalisation als *Schwemmkanalisation*, also im Mischsystem, betrieben.

[Jahre]	[%]	[Gesamt-%]
älter als 125	0,13	0,13
100 bis 125	2,67	2,80
75 bis 100	17,31	20,11
50 bis 75	3,96	24,07
25 bis 50	46,27	70,34
jünger als 25	29,66	100,00

Tabelle 4: Kanalalter

Ungefähr 1/5 der Kanäle sind begehrbar, d.h., sie weisen je nach Profil Höhen von =>1,00 m bzw. 1,20 m auf.

Die Bonner Kanalisation ist auf einen Pegelstand des Rheines von 10,20 m bzw. 10,10 m BP ausgelegt und kann, sofern keine oberirdische Überflutung erfolgt, funktionstüchtig betrieben werden. Auch bei einer vorzeitigen Überflutung wird aus diesen Gebieten, meist über Mischwasserpumpwerke,

die 2-fache Trockenwettermenge abgeleitet und den Klärwerken zur biologischen Behandlung zugeleitet.

Bis zur Überflutung bzw. bis zum HHW = 10,10/10,20 m BP ist die Betriebssicherheit teilweise durch Hochwasserpumpwerke gewährleistet. Hochwasserpumpwerke werden in der Regel ab dem Überflutungszeitpunkt außer Betrieb genommen, da dann nur noch ein pumpen im Kreislauf erfolgen kann. Über 10,10/10,20 m BP ist der Betrieb dieser Pumpwerke für die noch nicht überfluteten Gebiete nur noch eingeschränkt gegeben, da die Sicherheiten im Zusammenwirken mit dem Kanalnetz stark abnehmen.

Was aber für das Hinterland bei Hochwasserschutzhöhen >10,10/10,20 m BP wesentlicher ist, ist die Gefahr, daß die bis zu dieser Höhe gesicherten druckdichten Kanaldeckel diesem Lastfall nicht mehr standhalten können. Hierfür mag als Beispiel der Schadensfall im Januar 1995 in der von-Sandt-Straße in Beuel ein ausreichender Beweis sein. Dies besonders, wenn wie dort vorhanden, u.a. ein Abschlagkanal das Hinterland mit dem Rhein verbindet.

Die Bonner Kanalisation hat in der bisherigen Konzeption den höchsten Hochwasser standgehalten, was nicht nur die beiden letzten 10 m-Ereignisse bewiesen haben, sondern auch die Reihe der 9 m- bis 9,44 m-Ereignisse.

Dennoch sollten vermeintliche Sicherheiten nicht ausgereizt werden, solange die Erfordernis hierfür nicht besteht. Ein höherer Schutz als 10,10/10,20 m BP, für den alle Pumpwerke, Überläufe, Speicherräume und Hauptsammler angepaßt werden müßten, ist nur mit einem nicht greifbaren Millionenaufwand denkbar und realistisch betrachtet nur schwer umsetzbar.

Das Bonner Mischwasser-Kanalsystem verfügt über ca. 600.000 m³ Speichervolumen und stellt somit einen Retentionsraum dar, der bei Hochwasser und gleichzeitigem Niederschlag eine Entschärfung bewirkt. Dies ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem Trennsystem, wo der Regenwasserabfluß meist unmittelbar in die Gewässer erfolgt.

3.4.4.1 Bauwerke mit Entlastungen in den Rhein

Grundsätzlich sind Entlastungen mit Wehrkronen unterhalb HHW durch Rheinhochwasser gefährdet. Sie bedürfen, um eine ordnungsgemäße Abwasserableitung und -behandlung zu ermöglichen, einer hinreichend dichten Absperrmöglichkeit. Als allgemein anerkannte Regel der Abwassertechnik gelten Doppelschieber. Einfache Rückstauklappen sind danach nicht geeignet.

Die Stadt Bonn betreibt seit vielen Jahren ihr Kanalnetz dennoch überwiegend mit Hochwassersicherungen aus einfachen Rückstauklappen. Betriebliche Probleme sind dadurch nicht bekannt. Für die Entlastungen, deren Wehrkronen nur bei sehr seltenen Hochwasser eingestaut werden ($n < 0,2/a = 8,50$ m BP), kann dies bei regelmäßiger Wartung und Funkti-

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

onsprüfung als ausreichend betrachtet werden. Zu dieser Gruppe gehören die Mehrzahl der Bonner Entlastungen. Das Eindringen von Rheinwasser ist dann nur selten möglich und wird durch den hydraulischen Widerstand einer ggf. undichten Klappe und den relativ geringen Überdruck von z.B. 0,5 m auf $n = 0,12/a$ begrenzt.

Zwar wäre es vorteilhaft, wenn z.B. durch Wasserstandsmessungen nachgewiesen werden könnte, wo undichte Klappen zu unerwünschtem Fremdwasserzufluß führten, um ggf. durch verstärkte Wartung oder Sanierung Abhilfe zu ermöglichen. Jedoch ist dies z.Z. durch vorhandene undichte Kanäle - städtische wie private - nicht vordringlich umzusetzen.

Liegen die Wehre in den Entlastungsbauwerken niedriger als 7,35 m BP, so muß mit im Mittel jährlichem Einstau des Wehres durch Rheinhochwasser gerechnet werden. Hierbei dauert der mögliche unerwünschte Zufluß von Rheinwasser, durch undichte oder fehlende Hochwassersicherungen bzw. undichte Kanäle, mehrere Tage.

Die Wehre zwischen 7,35 m BP und 8,50 m BP bedürfen der Beurteilung im Einzelfall, ob eine zweite Sicherung ggf. nachzurüsten ist.

Um auch bei Hochwasser *nicht behandlungspflichtiges Abwasser* zum Rhein hin entlasten zu können, betreibt die Stadt 8 Hochwasserpumpwerke mit folgender max. Leistung:

- rechtsrheinisch

Beuel, Ringstraße	P24	7922
3 Pumpen mit 1000 + 400 + 400	=	1800 l/s im Automatikbetrieb und
2 Pumpen mit 1000 + 1000	=	2000 l/s per Handschaltung

Beuel, Friedrich-Breuer-Straße/Hermannstraße	P23	7823
2 Pumpen mit 650 + 650	=	1300 l/s im Automatikbetrieb und
1 Reservepumpe mit	=	650 l/s

Beuel, Friedrich-Breuer-Straße, am RÜB 13 (wird 1998 gebaut)	P	7823
Vorgesehen sind 2 Pumpen mit 300 + 300	=	600 l/s im Automatikbetrieb und
1 Reservepumpe mit	=	300 l/s

Beuel, RSE-Trasse		
2 Pumpen mit 625 + 625	=	1250 l/s im Automatikbetrieb und
1 Reservepumpe mit	=	625 l/s

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

		Schwellen- höhe	Rhein-km	HHW 1882/1926
KSR 6	Wachsbleiche	50,10	655,400	52,65
KSR 5	Rosental	51,05	655,490	52,63
RÜB 50	Augustusring	49,63	656,148	52,50
KSR 38	Friesenweg	50,90	657,593	52,32
KSR 9	Karl-Legien-Straße	48,20	657,593	52,32
KSR 6	An der Rheindorfer Burg	49,44	658,510	52,22

- KW Godesberg

		Schwellen- höhe	Rhein-km	HHW 1882/1926
RÜB 610	Gunterstraße	55,58	643,450	55,44
KSR 611	Im Frankenkeller/Im Vog.	50,32	643,450	55,44
KSR 42/43	Schloßallee/Rüdigerstr.	51,64	644,200	55,30
KSR 42/43	Austraße/Rüdigerstraße	52,30	645,072	54,97
KSR 18	Rheinallee	54,47	647,460	54,55
KSR 34	Plittersdorfer Straße	53,64	648,400	54,25
KSR 341	Kanalstraße	52,18	648,840	54,11
KSR 601	Rheinaue	53,79	650,730	53,51

- KW Beuel

		Schwellen- höhe	Rhein-km	HHW 1882/1926
KSR 104	Landgrabenweg	53,48	651,420	53,53
KSR 102	Rastenweg	53,96	651,420	53,53
RÜ 24	Elsa-Brändström-Straße	51,82	653,048	53,18
KSR 220	Limpericher Straße	50,82	653,950	53,03
KSR 252	Limpericher Straße	48,51	653,950	53,03
RÜ 14	Rudolf-Hahn-Straße	53,30	653,950	53,03
RÜB 13	Rheinaustr./Fr.-Breu.-Str.	49,57	654,856	52,84
KSR 17	Hermannstr./Fr.-Breu.-Str.	50,01	654,856	52,84
RÜB 12	Hermannstr./Fr.-Breu.-Str.	48,07	654,856	52,84
KSR 18	Rheind. Str./RSE-Trasse	49,68	655,350	52,67
KSR 20	Rheinaustr./RSE-Trasse	48,09	655,350	52,67
RÜB 1	KW Beuel	52,60	656,555	52,53
KSR 201	KW Beuel/HS Nord	49,90	656,641	52,50

- KW Dollendorf (Oberkassel)

		Schwellen- höhe	Rhein-km	HHW 1882/1926
KSR 4	Simonstraße	54,24	649,570	54,04
KSR 3	Kastellstraße	52,25	649,950	54,00
KSR 2	Am Magdalenenkreuz	53,06	650,000	53,99
KSR 1	Karl-Duwe-Straße	53,70	650,545	53,84

Aus der Anzahl der Überläufe läßt sich unschwer erkennen, daß bei Hochwasser nicht nur das Ereignis selbst, sondern eine Vielzahl von kritischen Stellen im Kanalnetz überwacht werden müssen.

3.4.4.2 Meßstellen im Kanalnetz/-einzugsgebiet

3.4.4.2.1 Überläufe

Wasserstandsmeßstellen oberhalb von Wehrkronen an Regentlastungsbauwerken ermöglichen eine allgemeine Beurteilung des Entlastungsverhaltens und sind daher für wasserwirtschaftlich relevante Bauwerke zu empfehlen. Ziel der Messungen ist es, festzustellen, wann, wie lange und mit welcher Höhe Wehrkronen aus dem Netz überstaut werden. Dies ist mit relativ einfachen Mitteln möglich. Aufwendig sind der Datentransport, die Wartung der Meßstellen, die Auswertung und Interpretation der Meßwerte. Im Ergebnis können Schwachstellen im System aufgezeigt, Störfälle erkannt und Änderungen der Betriebsweise begründet werden. Besser als durch Simulationsberechnungen kann die gegenseitige Beeinflussung hintereinander geschalteter Überläufe beurteilt werden. Daraus lassen sich dann wahrscheinlich relativ einfach nachvollziehbare Betriebsregeln für eine Systemoptimierung ableiten, die dann auch eine Verbesserung während der Hochwasserereignisse bewirken können.

Bisher wurden für den Hochwasserfall, insbesondere für die Auslegung der Hochwasserpumpwerke, langjährige Auswertungen zugrunde gelegt, mit der Aussage, daß der Berechnungsregen zwar auf ein Sommerhochwasser treffen kann, aber bei einem Winterhochwasser weniger als die Hälfte des Berechnungsregens zu erwarten ist. Welche Wassermengen bisher tatsächlich im einzelnen übergelaufen sind, konnte nicht registriert werden.

3.4.4.2.2 Speicherräume

Die Füllstände in den Speicherräumen werden vorrangig dazu verwendet, Betriebsstörungen aufzuzeigen. Die Erstellung von Bilanzen beschränkt sich meist auf wissenschaftliche Arbeiten, die für das ausgebaute Bonner Kanalnetz zweitrangig sind oder auf zeitlich begrenzte Untersuchungen zu Planungszwecken. Die allgemeine Systemauslastung kann aus den Überlaufdaten beurteilt werden. Nur bei den Regenrückhalteräumen, die sehr selten überstaut werden oder keinen Überlauf haben, kann die kontinuierliche Messung der Speicherfüllung zur Beurteilung der Leistungsreserven und zum Nachweis bei Schadensfällen zweckmäßig sein. Der Aufwand für die Pflege der Meßstellen, Verarbeitung der Daten, Auswertung und Interpretation ist erheblich und wird daher, auch wegen der geringen Verwertbarkeit, meist nach einiger Zeit eingeschränkt, womit die Verwertbarkeit weiter abnimmt. In Bonn ist eine große Zahl von Speicherräumen als Kanalstauräume ausgeführt, in denen durch die, über die Stauraumlänge ver-

änderliche Wasserspiegelhöhe das Stauvolumen über mehrere Meßquerschnitte bestimmt werden muß, die zum Teil weit auseinander liegen.

Deshalb werden Wasserstandsmessungen in Speicherräumen nur dort sinnvoll sein, wo eine Bewirtschaftung der Speicherräume vorgesehen ist, d.h. wo der gedrosselte Ablauf belastungsabhängig verändert werden soll. Eine solche Steuerung ist z.Z. nicht vorgesehen, da keine Notwendigkeit erkennbar ist.

Im Gutachten *Planungsoptimierung des Abwasserbeseitigungskonzeptes* aus 1993 des Ing.-Büros Dr. Pecher werden Meßstellen im Kanalnetz nur in begrenzter Anzahl vorgeschlagen und der hieraus gezogene Nutzen erstlinig für den Betrieb des Kanalnetzes gesehen. Bevor hier eine Festlegung über Anzahl und Ausbildung solcher Stationen erfolgt, ist vorgesehen und in Ausführung, den Kanalstauraum Konviktstraße/Alter Zoll und das Regenüberlaufbecken Augustusring entsprechend auszurüsten sowie die Daten auf das KW Salierweg auflaufen zu lassen. Erst nach mehrjährigem Betrieb kann dann mit der gewonnenen Erfahrung über einen sinnvollen Ausbau des Meßnetzes entschieden werden.

3.4.4.2.3 Hauptsammler

In flachen, zum Teil unter Rückstau stehenden Netzen kann es zweckmäßig sein, in ausgewählten Querschnitten großer Hauptsammler Messungen durchzuführen, um die Ergebnisse hydraulischer Nachweise zu überprüfen, Parameter für Berechnungsmodelle zu bestimmen und den ordnungsgemäßen Betrieb zu überwachen. Da in Bonn viele große Verbindungssammler als Staukanäle betrieben werden, könnten solche Meßstellen genauere Kenntnis über Speicherfüllungen ermöglichen, was früher nach jedem Starkregen per Meterstab erfolgt ist.

Mit Blick auf die europäische Norm En 752-2: 1996 - Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - ist für gefährdete Teilstrecken eine statistische Auswertung kontinuierlicher Wasserstandsmessungen zum Nachweis der Überflutungshäufigkeit bei Streitfällen denkbar. Die bisherige Argumentation über die Jährlichkeit eines Niederschlagsereignisses verliert dadurch an Bedeutung. Für die Beurteilung relativ seltener Ereignisse sind mindestens 10 Meßjahre erforderlich.

3.4.4.2.4 Niederschlagsmeßstationen

Der Deutsche Wetterdienst betreibt eine Niederschlagsmeßstelle im Stadtgebiet, für die zumindest die Tagessummen veröffentlicht werden. Für die Nachweise zur Regenwasserbehandlung liegen vom Landesumweltamt Düsseldorf anerkannte Regenreihen vor. Darüber hinaus wurden umfangreiche Auswertungen von digitalisierten Meßwerten der Stationen Heizkraftwerk, Dottendorf und Venusberg durchgeführt, die Grundlage für die Bonner Kanalnetzberechnungen sind.

Die Zahl der Niederschlagsmesser richtet sich nach der Topographie, den kleinklimatisierten Unterschieden und der gewünschten Auflösung der räumlichen Verteilung. Die heute von der Stadt betriebenen 20 Meßstationen decken flächenmäßig die Erfordernis weitestgehend ab. Eine weitere Meßstelle ist in Oberkassel sinnvoll. Für Nachweise in Schadensfällen sind insbesondere die Einzugsgebiete oberhalb potentiellen Risikogebieten und die Schwerpunkte ausgedehnter kanalisierter Flächen mit hohen Befestigungsgraden bedeutend. Deshalb haben folgende vorhandenen Meßstellen eine herausragende Bedeutung:

- 1.1 Nordstadt, Zeisigweg
- 1.2 Kessenich, Renoisstraße
- 1.3 Dottendorf, Heizkraftwerk
- 2.1 Plittersdorf, Zentralfriedhof
- 2.2 Lannesdorf, Drachenburgstraße
- 3.1 Beuel, Betriebshof SWB
- 3.6 Ramersdorf, PW Auffahrt Südbrücke
- 4.3 Lengsdorf, Villemombler Straße, Rheinisches Straßenbauamt

Die übrigen Stationen

- 1.4 Ippendorf, Kreuzberger Allee, Hundeübungsplatz
- 1.5 Kläranlage Bornheim-Hersel
- 2.3 Heiderhof, Schule
- 2.4 Schweinheim, Johannes-Gutenberg-Schule
- 2.5 Kläranlage Wachtberg-Villiprott
- 3.2 Geislar, Wasserwerkbrunnen
- 3.3 Pützchen, Holzlarer Weg, Jugendfarm
- 3.4 Niederholtorf, Friedhof
- 3.5 Vilich-Müldorf, Friedhof
- 3.7 Geislar, PW Liestraße
- 4.2 Witterschlick, Witterschlicker Allee
- 4.4 Röttgen, Flerzheimer Allee, Forstamt Kottenforst

sowie die Station auf der Kläranlage Duisdorf, die vom Staatlichen Umweltamt Köln betrieben wird, sind zur Bestimmung des Einzugsgebietes und zur Auswertung eines Starkregenereignisses zusätzlich unabdingbar.

Eine Umfassende Beurteilung der räumlichen Verteilung der Niederschläge und ihre zeitlich unterschiedlichen Verläufe kann zur Vertiefung der Kenntnis über die wesentliche Belastungsgröße für die Kanalisation von Interesse sein und ist für die differenzierte Bewirtschaftung der Netze notwendig. Bisher wurde für die Bewirtschaftung kein signifikanter Vorteil nachgewiesen. Für eine solche umfassende Aufgabe sind dann zuverlässige Meßgeräte mit digitaler Aufzeichnung bzw. quasi kontinuierlicher Datenübertragung erforderlich. Die Qualität der Bewirtschaftung ist von der Informationsdichte der Niederschlagsdaten abhängig. Deshalb bedarf es auch einer ständigen Unterhaltung der Meßstellen durch geschultes Personal.

In Bonn waren bei einem Starkregen am 20.06.1992 von den damals 21 Meßstationen 9 ausgefallen.

Der Umfang des vertretbaren Meßaufwandes richtet sich nach der Einschätzung künftiger Aufgaben und Anforderungen. Darüber hinaus sollte künftig die Priorität in der Qualität und nicht in der Quantität liegen. Das heißt auch, daß die Geräte neben der DWD/DVWK (Deutscher Wetterdienst/Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau) gerechten Unterhaltung regelmäßig nach einem und dann alle 2 Jahre auf ordnungsgemäße Funktion überprüft werden. Dies ist optimal auf den Prüfständen der namhaften Hersteller möglich, auf denen für digitale Regenmesser die Kennlinien aufgenommen werden. Nach in der Regel 10 Jahren sollten die wasserführenden und mechanischen Teile erneuert werden, da diese durch Verschleiß, Verschmutzung und Korrosion nicht unbegrenzt mit gleichbleibender Funktion betrieben werden können. Bei Erneuerungen sollten vorrangig digitale Meßsysteme wie die Wippe eingesetzt werden, um direkt oder später die Daten über Fernwirktechnik auslesen und durch Einsatz geeigneter Software regelmäßig und wirtschaftlich die Daten auf Plausibilität prüfen und vergleichen zu können. Damit werden Fehler schneller und sicher erkannt. Die Archivierung wird erleichtert, wobei jedoch auch die digitalen Archive nur eine begrenzte Lebensdauer haben und z.Z. alle 2 bis 5 Jahre überspielt werden sollten.

Eine Fernübertragung der Niederschlagsdaten ist im Einzugsgebiet der Entlastungsbauwerke zu empfehlen und bei einer Bewirtschaftung nach Optimierungsstrategien auch notwendig. Eine gleichmäßige Auslastung des gesamten verfügbaren Speicherraumes bei möglichst kurzer Entleerungszeit setzt die Kenntnis der lokal und zeitlich veränderlichen Niederschläge voraus.

3.4.4.2.5 Pegelstationen an den Bonner Bächen

Ein Starkregen innerhalb eines Bacheinzugsgebietes führt bekanntlich nicht unbedingt zu einem Hochwasser oder gar zu einer Überflutung in dem betreffenden Gewässer.

Entscheidend hierfür sind mehr als für den Rhein und seine Nebenflüsse Größe und Form des Einzugsgebietes, Untergrundbeschaffenheit und aktuelle Wasseraufnahmefähigkeit, Geländeneigung sowie Landnutzung. Auch bestehen erhebliche Unterschiede zwischen Flüsse und Bäche, wenn der Normalwasserabfluß mit z.B. dem 100-jährlichen Ereignis verglichen wird. So liegt das Verhältnis im Rhein bei etwa 1:5, im Godesberger Bach dagegen bei etwa 1:200.

Verlässliche Abflußdaten, wonach Ausbaumaßnahmen nach Möglichkeit erst erfolgen sollten, sind nur über langjährige kontinuierliche Wasserstandsmessungen möglich. Hierzu ist der Betrieb von Pegelstationen sowie eine fundierte Auswertung der Meßdaten unumgänglich erforderlich.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Derzeit werden an den Bonner Bächen folgende Pegel betrieben:

- Katzenlochbach, Röttgener Straße seit 1984
- Godesberger Bach, Im Äulchen seit 1989
- Mehlemer Bach, Wachtberg-Niederbachem seit 1992

Ein am Hardtbach/Der Alte Bach projektiertes gemeinsamer Pegel mit der Gemeinde Alfter sollte im Zuge eines naturnahen Hochwasserausbaues in Höhe der Brücke Pinsdorf errichtet werden. Da die Maßnahme derzeit nicht weiter verfolgt werden soll, ist bisher auch kein Pegel errichtet worden.

Für die beiden o.a. von der Stadt gebauten Pegel und auch für den Wachtberger Pegel erfolgt bisher die Betreuung durch das StUA Köln. Die Aufzeichnungen des Pegels im Katzenlochbach sind bisher noch nicht digitalisiert und ausgewertet worden. Bei den beiden anderen Pegeln ist dies seitens des Landes aus finanziellen Gründen für die Zukunft nicht mehr sichergestellt. Für die zeitaufwendige Digitalisierung bedient sich das StUA Köln Büros. Die Auswertung erfolgt mittels eigener EDV. Bei Betreuung der Pegelstationen durch die Stadt wäre das Landesumweltamt -LUA- Düsseldorf bereit, die hierfür entwickelte Software unentgeltlich zur Verfügung zu stellen. Jedoch stehen derzeit weder die erforderliche Hardware, noch das Personal für die Digitalisierung und Auswertung zur Verfügung, analog wie für die Niederschlagsmeßstationen, um die Pegel nutzbringend zu unterhalten.

Langfristig ist es wünschenswert, ein Pegelnetz zu betreiben, um über die Abflußverhältnisse in den Bonner Bächen genauere Kenntnis zu erhalten.

3.4.4.3 Übergeordnete Strategien in den Klärwerkeinzugsgebieten

3.4.4.3.1 Einzugsgebiet KW Beuel

Charakteristisch für das Einzugsgebiet Beuel ist eine relativ große Zahl von Pumpwerken zwischen den Staukanälen, die i.d.R. den behandlungspflichtigen Abwasseranteil in Richtung Klärwerk ableiten. Die Pumpen fördern bisher das gesamte zufließende Abwasser, soweit der mögliche Förderstrom nicht überschritten wird, auch, wenn der nachgeschaltete Speicherraum überläuft.

Die beste Beurteilung der Belastungszustände erhält man durch Wasserstandsmessungen unmittelbar oberhalb der Überlaufschwelen oder in den Auslaßkanälen. In Einzelfällen kann es bei flachem Gefälle und nicht zu großem Abstand auch möglich sein, über den Wasserstand unterhalb des Pumpwerkes die Auslastung des folgenden Speichers abzuschätzen und damit die Optimierung als ausschließlich lokale Steuerung zu realisieren. Für Pumpwerke unterhalb von Staukanälen ohne Überlauf (Regenrückhaltebecken) ist ein vorübergehendes Abschalten nicht ratsam, wenn der

Rückhalteraum nicht über nennenswerte Leistungsreserven verfügt, z.B. bei Teilauslastung eines bereits für den Endausbau realisierten Volumens. Nach den vorliegenden Berechnungen kann, insbesondere für den Überlauf 18, Rheindorfer Straße eine Verminderung der Entlastungstätigkeit erwartet werden.

Das Klärwerk Beuel kann solange betrieben werden, bis eine Überströmung der umgebenden Deiche erfolgt. Die niedrigste Deichkronenhöhe des vorgelagerten Rheindeiches liegt derzeit bei Rhein-km 656,6 auf 11,17 m BP. Jedoch erfolgt ab 10,35 m BP, ohne 2. Deichverteidigungslinie (siehe Kapitel 4.1.3) eine Überflutung von Schwarz-Rheindorf über die Kaiser-Konrad-Straße. Somit ist derzeit der Höhenrücken zum Vilicher Bach mit einer minimalen Höhe von 10,97 m BP maßgebend.

3.4.4.3.2 Einzugsgebiet KW Salierweg

Typisch für die Regenwasserbehandlung sind die Hauptachsen parallel zum Rhein und die quer dazu einleitenden, vorentlasteten Nebenkanäle mit vorgeschalteten Regenrückhalteräumen. Ähnlich wie für das Einzugsgebiet Beuel beschrieben, kann durch Schließen von Drosselorganen in den Nebenkanälen bei voll gefülltem Hauptkanal der Speicherraum oberhalb der Drosseln weitergehend genutzt werden. Ebenso ist es möglich, bei voll gefülltem Nebenkanal und nennenswerter Speicherkapazität in den Hauptachsen die Drosseln über den Sollwert hinaus zu öffnen, wenn die weitere Belastung für das aktuelle Ereignis einschätzbar ist.

Gleichermaßen können hintereinander liegende Drosseln in den Hauptachsen betrieben und damit die Hauptachsen selbst bewirtschaftet werden. Dabei ist die Fließzeit zwischen den Entlastungen zu berücksichtigen, die zu einer entsprechenden zeitlichen Verzögerung der Auswirkungen führen. Um nachteilige Steuerungen zu vermeiden, sind hier zusätzliche Bedingungen und Abhängigkeiten für die übergeordneten Steuerbefehle zu berücksichtigen, wie der Auslastungsgrad und der Belastungstrend in den zulaufenden Systemen sowie die gemessenen Niederschläge an benachbarten und entfernteren Meßstellen im Kanalnetzeinzugsgebiet.

Eingriffe sind, bis ausreichende Erfahrungen vorliegen, nur vorzunehmen, wenn ein hohes Maß an Plausibilität und Entscheidung mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann (siehe Kapitel 3.4.4.2.2).

Das Klärwerk Salierweg wird derzeit bis zu einem Rheinwasserstand von 53,00 m ü.NN. betrieben, was bei Rhein-km 657,593 10,88 m BP entspricht.

3.4.4.3.3 Einzugsgebiet KW Godesberg

Bezogen auf das Steuerungspotential zur Optimierung der Regenwasserbehandlung ist das Einzugsgebiet des Klärwerkes Godesberg vergleichbar mit dem des Klärwerkes Salierweg.

Für das Tiefgebiet Mehlem, Gunterstraße/Frankenkeller besteht ähnlich wie in den Beueler Rheinufergebieten die Möglichkeit, die Förderleistungen des Mischwasserpumpwerkes in Verbindung mit dem Hochwasserpumpwerk zu verändern und hierdurch den Auslastungsgrad des Staukanales 341, Kanalstraße zu beeinflussen, wobei aber auch die Verzögerung über den langen Fließweg von der Austraße/Rüdigerstraße bis zur Einmündung in den Staukanal in der Kanalstraße zu berücksichtigen ist. Da das Abwasser dreimal hintereinander gehoben werden muß und das unterhalb der Austraße liegende Einzugsgebiet der Pumpwerke nicht mehr entlastet werden kann, ist eine detailliertere Betrachtung erforderlich. Nach den vorliegenden Berechnungen ist für den Staukanal -KSR 341-, Kanalstraße eine geringere Entlastungstätigkeit zu erwarten, wenn vorgegebene Sollwerte genau eingehalten werden. Dies ist durch den Betrieb von IDM-gesteuerten Elektroschiebern anzunehmen. Da in der Praxis immer mit mehr oder weniger großen Toleranzen und Fehlsteuerungen zu rechnen ist, können sich auch die Belastungen von oberhalb zum KSR 341 verschieben, ohne daß hierauf im bisher konzipierten System Einfluß genommen werden kann.

Die in den KSR 341 einmündenden Staukanäle weisen rechnerisch mit rd. 50 h/a im statistischen Mittel die rd. 10fache Entlastungsdauer auf, womit eine gezielte erhöhte Ableitung zum KSR 341 die gleichmäßige Auslastung der Speicherräume und damit eine Verringerung der Vorflutbelastung und Aufstau bei Hochwasser erreicht werden kann.

Die Störmeldungen der ca. 70 Pumpwerke im Bonner Stadtgebiet werden über Telefon zum Klärwerk Godesberg übertragen.

Das KW Godesberg wird derzeit bis zu einem Rheinwasserstand von 10,85 m BP - Rhein-km 650,730 = 54,26 m ü.NN - vollbiologisch betrieben (hier ist HHW = 10,10 m BP maßgebend!).

3.4.4.3.4 Einzugsgebiet KW Dollendorf

Das Einzugsgebiet Oberkassel entwässert zum Klärwerk Dollendorf der Stadt Königswinter und ist relativ klein. Es läßt für die Regenwasserbewirtschaftung kaum Entscheidungsspielraum zu. Ein Nutzen einer Steuerung könnte sich aus einer Gesamtbetrachtung gemeinsam mit dem Stadtgebiet Königswinter ergeben. Die bisher diesbezüglich erfolgten Untersuchungen lassen jedoch keinen nennenswerten Nutzen erwarten.

3.4.4.3.5 Einzugsgebiet KW Duisdorf

Die Regenwasserbehandlung im Einzugsgebiet des Klärwerkes Duisdorf erfolgt fast ausschließlich durch einen vorgeschalteten Staukanal, den Westlichen Hauptsammler. Ein oberhalb liegender Regenüberlauf und ein Regenrückhaltebecken auf dem Gebiet der Gemeinde Alfter können nicht weiter optimiert werden. Der Spielraum für den Staukanal ist ebenfalls gering. Die Drosselung auf dem Klärwerk wird von der Leistungsfähigkeit des Klärwerkes bestimmt.

Bei Rheinhochwasser ist keine Beeinflussung des Staukanales und Klärwerkes über den Bonner Randkanal zu erwarten.

3.4.4.4 Zusammenfassung und Wertung

In einer Auswertung der Daten des Bonner Rheinpegels aus 1993 über 50 vollständige Kalenderjahre der Jahre 1941 bis 1990, wurden die Wahrscheinlichkeit und die Dauer von Hochwasserereignissen unterschiedlicher Höhe bestimmt. Eine offene Überflutung der Sicherungen am Rheinufer bei 9,50 m BP ist danach ein seltenes Ereignis. Werte über 9,00 m BP traten dagegen im statistischen Mittel alle 8 Jahre auf, bei einer maximalen Dauer von 4 Tagen.

Die Auswertung der Klimadaten der Meßstellen Bonn und Friesdorf des Deutschen Wetterdienstes zeigten, daß bisher bei Rheinwasserständen über 8,00 m BP Niederschläge überwiegend unter 5 mm/d, in einzelnen Fällen aber auch bis 10 mm/d auftraten. Die Intensitäten blieben dabei i.d.R. unter 15 l/(s*ha), wobei aber auch kurzzeitige Spitzen bis 30 l/(s*ha) möglich sind. Das Zusammentreffen relativ großer Niederschlagshöhen mit sehr hohen Rheinwasserständen ist sehr selten und tritt am wahrscheinlichsten in den Monaten März bis Mai auf.

Die Regenüberläufe mit Wehrkronen unter 9,50 m BP müssen gegen Eindringen von Rheinhochwasser in die Mischwasserkanalisation besonders gesichert sein. Es gehört grundsätzlich kein Fremdwasser, also auch kein Hochwasser aus dem Rhein in die Kanalisation, so daß alle Klappen dicht sein müssen. Bei Wehrkronen über 8,50 m BP ist mit dem Einstau von unterhalb nur alle 5 Jahre zu rechnen. Hier genügen zumindest theoretisch einfache Sicherungsmaßnahmen.

Wehrkronen, die im statistischen Mittel mindestens einmal jährlich von unterhalb eingestaut werden, müssen nach den a.a.R.d.At. mit einer Doppelsicherung geschützt und, wo dies hydraulisch erforderlich ist mit einem nachgeschalteten Hochwasserpumpwerk versehen werden. Bei größeren Teileinzugsgebieten mit flacher Kanalisation ist bei den meist vorhandenen Speichervolumen eine Auslegung der Hochwasserpumpstationen für einen Niederschlag von 15 l/(s*ha) bezogen auf die wasserundurchlässige Fläche ausreichend.

Für das Stadtgebiet Bonn ist der Betrieb der 20 Regenmeßstationen auch zukünftig erforderlich, mit einer zusätzlichen in Oberkassel. Ein Austausch der Geräte ist dem Alter entsprechend und nach Wichtigkeit turnusmäßig zu gewährleisten, um eine hinreichende Betriebssicherheit und Meßgenauigkeit zu erreichen, die heute nur bedingt gegeben ist. Bei einem Austausch sollten nur noch digital aufzeichnende Geräte eingesetzt werden, die mit entsprechender Software nach dem Auslesen schnell und wirtschaftlich überprüft werden können und eine geringere Störanfälligkeit aufweisen als die heutigen konventionellen Regenschreiber. Dies auch, um den heutigen manuellen Auswertungsaufwand zu minimieren. Die Überwachung und Pflege der Stationen ist zu verbessern.

Zur Überwachung und zum Nachweis des ordnungsgemäßen Kanalbetriebes sind Wasserstandsmessungen oberhalb der wasserwirtschaftlich bedeutenden Regenüberläufe sinnvoll. Eine Fernübertragung der Daten in eine Zentrale ermöglicht ein schnelles Erkennen schwerwiegender Störungen und einen gezielten Einsatz des Wartungspersonales. Diese Einrichtungen sind jedoch erst nach ausreichenden Erfahrungen mit den z.Z. in Bau befindlichen ersten Meß- und Regeleinrichtungen im Südsammler zum Klärwerk Salierweg vorzusehen.

Die in den vorstehenden Kapiteln zur Kanalisation beschriebene Art der Kanalnetzbewirtschaftung ist für den Hochwasserschutz, insbesondere für Hochwasserschutzhöhen >10,20 m BP, großteils unabdingbar und eine wesentliche Voraussetzung.

4 HOCHWASSERBEREICHE

4.1 BEUEL

4.1.1 SIEGDEICH

Bei den Hochwasser der 80er Jahre wurden Sickerstellen an der Luftseite des Siegdeiches beobachtet. Eine Sickerstelle wurde bereits 1983 wasserseitig abgedichtet.

Während des Hochwasserereignisses im März 1988 sind an mehreren Stellen infolge einer fehlenden bindigen Dichtungsschicht auf der wasserseitigen Böschung erneut Durchsickerungen aufgetreten. Der Damm wurde luftseitig mit einer Kiesauflage und Sandsäcken vorübergehend gesichert. Bei einem erneuten vergleichbaren Hochwasser hätte diese Sicherung der Luftseite des Dammes mit Kiesfiltern zur Vermeidung von Erosionsschäden wieder durchgeführt werden müssen.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Die aufgetretenen Undichtigkeiten des Dammes veranlaßten die Bezirksvertretung Beuel in der Sitzung am 13.04.1988 einstimmig die Verwaltung zu beauftragen,

- den gesamten Siegdeich in dem o.g. Bereich auf Dichtigkeit und Stand-sicherheit zu überprüfen und Vorschläge für eine dauerhafte Sanierung zu unterbreiten,
- ferner die erforderlichen Mittel für die zu treffenden dringlichen Maß-nahmen in 1988 überplanmäßig bereitzustellen.

Das von der Verwaltung beauftragte Leichtweiß-Institut für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig legte bereits im Dezember 1988 ein Gutachten *Sicherheitsanpassung nach grundbautechnischen Gesichtspunkten* vor.

Neben dem Gutachten waren die Forderungen der Deichaufsichtsbehörde, vertreten durch das StAWA (Staatliches Amt für Wasser- und Abfallwirtschaft) Bonn (heute: StUA -Staatliches Umweltamt Köln, Außenstelle Bonn), für den Bau eines landseitigen Deichverteidigungsweges sowie für Erhöhung und Verstärkung des Deiches nach den heutigen Sicherheitsanforderungen des Hochwasserschutzes Veranlassung zur Aufstellung eines Bauentwurfes.

Der Entwurf wurde, bestehend aus einem tiefbautechnischen Teil, unter Einarbeitung der grundbautechnischen Vorgaben des Leichtweiß-Institutes und einer landschaftspflegerischen Begleitplanung, aufgestellt und konnte bereits am 26.04.1989 dem Regierungspräsidenten in Köln (heute: Bezirksregierung Köln), zur Einleitung des Planfeststellungsverfahrens nach § 31 des Wasserhaushaltsgesetzes - WHG -, vorgelegt werden.

Am 08.08.1989 folgte, nach positiven Grundstücksverhandlungen der Stadt mit den betroffenen Landwirten, ein zusätzlicher Antrag auf vorzeitigen Baubeginn für den Bau eines Teilbereiches des landseitigen Deichverteidigungsweges bei der Bezirksregierung. Mit dem Bau konnte im Januar 1990 begonnen werden. Er wurde im April 1990 abgeschlossen.

Durch diese Vorabmaßnahme wurde die zeitliche Verzögerung durch das Planfeststellungsverfahren für die Deichsanierung aufgefangen. Der Weg konnte im Hochwasserfall zur zusätzlichen Sicherung des alten Deiches genutzt und für den Damrneubau als Baustraße herangezogen werden.

Der Planfeststellungsbeschuß vom 08.07.1992 erlangte im Oktober 1992 Rechtskraft. Ebenfalls bereits im Oktober 1992 wurden die Bauarbeiten für den Deichneubau vom Bauausschuß vergeben. Nach Auftragserteilung fand am 26.11.1992 der erste Spatenstich statt. Mit den Bauarbeiten konnte am 08.02.1993 begonnen werden. Die Bauarbeiten wurden im Juni 1994 abgeschlossen. Die Bepflanzung der Deichrandzonen und die landschaftliche Einbindung erfolgt Ende 1994. Das Weihnachtshochwasser 1993 mit einem höchsten Wasserstand am 23. Dez. von 10,13 m Bonner Pegel, brachte für den neuen Deich die erste Bewährungsprobe. Da großteils noch keine Einsaat der Böschungen erfolgen konnte, stellte sich in

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Höhe der Siegfähre eine Abbruchkante am landseitigen Böschungsfuß ein. Hier war auf dem alten Deichkörper, das Teilstück war mit der Autobahn neu gebaut worden, nur eine Deckschicht aufgebracht worden, da keine Gesamterneuerung erforderlich war. Die Abbruchkante wurde unmittelbar durch Kiesauflast gesichert.

Was wäre gewesen, wenn der alte Deich die zwei Jahrhunderthochwasser von 1993 und 1995 hätte standhalten müssen?

Eine Frage, die heute wohl keiner beantworten kann.

Die Frage dürfte aber Grund genug sein, den Siegdeich - alt und neu - genauer zu beschreiben.

Der alte Siegdeich zwischen der Landstraße L269 und der Stadtgrenze nach St. Augustin entsprach nicht mehr den heutigen Anforderungen für einen zukünftigen gesicherten Hochwasserschutz.

Zur Verbesserung des Hochwasserschutzes für das 332 ha große Poldergebiet mit etwa 1500 betroffenen Einwohnern in Geislar wurde der Neubau des Siegdeiches zwischen Siegbrücke und der Stadtgrenze sowie die Geländeanpassung am Autobahnanschluß Beuel-Nord durchgeführt.

Der neue Deich ist 1,00 m - 1,60 m höher als der ehemals vorhandene und hat flachere Böschungsneigungen. Auf der 5,00 m breiten Dammkrone ist ein wassergebundener Weg und auf der luftseitigen Berme ein sogenannter Deichverteidigungsweg auf einem Sickerement angelegt. Der Deich wurde wasserseitig mit bindigem Material gedichtet.

Im mittleren Bereich ist der neue Deich vom ehem. Altarm, der noch zu reaktivierenden Gysse/, abgerückt worden. Ansonsten ist die Trasse des alten Siegdeiches, vom wasserseitigen Deichfuß landeinwärts, beibehalten.

Für die landschaftsgerechte Einbindung, Begrünung und Bepflanzung der Hochwasserschutzanlage, wurde ein landschaftspflegerischer Begleitplan aufgestellt. Diese Begleitplanung zeigt neben den Zielen und Konflikten die notwendigen Ausgleichsmaßnahmen auf.

Eine wesentliche Minderung der Qualmwassermenge im Polder kann durch die neue Hochwasserschutzanlage nicht erzielt werden. Dies wäre nur durch eine flächendeckende Abdichtung des Untergrundes, bis etwa 10 m unter dem Deichfuß, möglich. Eine derartige Abdichtung ist technisch nur schwer zu verwirklichen. Neben der zusätzlichen Unwirtschaftlichkeit wird dies auch vom Wahnachtalsperrenverband, der in Deichnähe zwei große Grundwassergewinnungsbrunnen betreibt, abgelehnt.

Die Kosten der gesamten Maßnahme einschließlich Grunderwerb betragen rd. 6,3 Mio. DM. Zuwendungen des Landes NW wurden aus dem Wasserwirtschaftsfonds bis zu 50 % der zuschußfähigen Kosten erteilt.

4.1.1.1 Vorhandene ehemalige Hochwasserschutzanlage

Der Siegdeich begann/beginnt nach dem Autobahnbau am östlichen Widerlager der Friedrich-Ebert-Brücke und endet an der Stadtgrenze nach St. Augustin, am Wasserwerk in Meindorf.

Auf 850 m wird der Hochwasserschutz durch den 30 m breiten Damm der Autobahn A565 bzw. der Autobahnauffahrt Beuel-Nord gebildet. Der Autobahndamm liegt hier 2 m - 8 m über dem HHW (Höchsten Hoch-Wasser). Die Autobahnauffahrt, d.h. das zur Sieg hin angrenzende Gelände liegt 1 m über dem HHW. Erst ab der Siegbrücke der L269 begann der eigentliche Deich mit einer Kronenbreite von ca. 3 m und Höhen zwischen 3 m - 6 m über Gelände. Die Böschungen waren steil und mit Rasen begrünt. Auf der Deichkrone war ein wassergebundener Fuß- und Radweg angelegt. Die Krone des Deiches lag am Tiefpunkt rd. 40 cm über dem HHW. Ein Deichverteidigungsweg längs des Dammes war nicht vorhanden.

Der alte Deichkörper, 1927 als Arbeitsbeschaffungsmaßnahme errichtet, war überwiegend aus Sand und Feinkies bis Mittelkies in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen mit geringen Beimengungen an Schluff aufgebaut. Ebenso unterschiedlich war die Dicke einer nur teilweise vorhandenen Dichtungsschicht aus Hochflutlehm. Die Deichaufstandsfläche bestand aus dem gleichen bindigen Material. Im Untergrund stand Sand und Kies an.

Das Leichtweiß-Institut für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig kam im Gutachten zum Ergebnis, daß zwar

- für die möglichen auftretenden Lastfälle die Standsicherheit des vorhandenen Deiches noch gegeben war,
- jedoch die Sicherheitsreserven nach den heutigen Kriterien für die Zukunft nicht mehr ausreichten.

Nach Untersuchungen dreier Ausbauvarianten wurde als Lösungsvorschlag der Neubau des Deiches empfohlen.

4.1.1.2 Hochwasserstände von Rhein und Sieg

Für die Hochwasserstände der unteren Sieg ist der Wasserstand des Rheines an der Friedrich-Ebert-Brücke maßgebend.

Das höchste Hochwasser des Rheines ist dort mit 52,35 m ü.NN registriert. Dies entspricht 10,20 m BP vom 28.11.1882. Das HHW vom 01.01.1926 lag bei 10,10 m BP.

Unter Berücksichtigung der in den Jahren seit 1926 stattgefundenen Änderungen der Bettverhältnisse des Rheines ergibt sich nach heutigen Erkenntnissen für das Hochwasserereignis von 1925/26 eine Jährlichkeit von

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

etwa 60 Jahren, die durch das Weihnachtshochwasser von 1993 mit 10,13 m BP bestätigt ist.

Für die Festsetzung der Siegdeichhöhe muß zusätzlich zum Rückstau des Rheinhochwassers die Hochwasserentwicklung der Sieg berücksichtigt werden.

4.1.1.3 Deichhöhe

Der Ausbauwasserstand wurde in Anlehnung an den Hochwasserrahmenplan des Landes NW 1,00 m über das HHW von 1925/26 (bzw. 1882) festgelegt und entspricht ungefähr einer Jährlichkeit von 200 Jahren.

Um den Deich gegen Bruch bei überströmen der Deichkrone zu schützen, wurde ein Sicherheitsmaß, welches Wellenschlag und Windstau berücksichtigt, von zusätzlich 1,00 m festgelegt, so daß die neue Dammkrone rd. 2 m über den gemessenen bekannten HHW-Höhen gebaut wurde, die max. 1,60 m über der des alten Deiches liegt.

4.1.1.4 Deichkörper

Neben der Erhöhung des Deiches sind die Böschungen beidseitig mit flachen Neigungen angelegt.

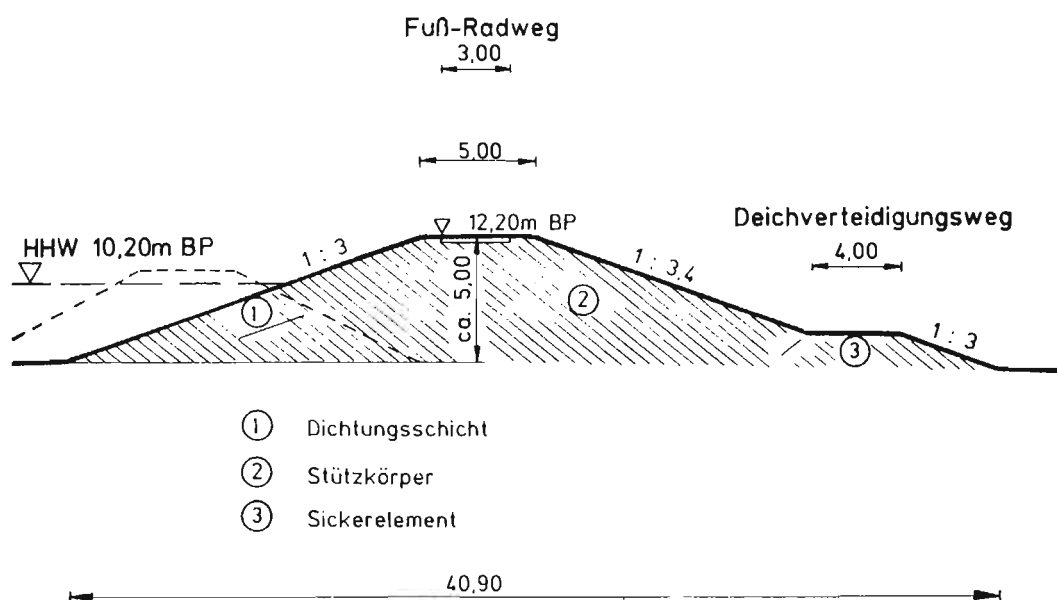


Bild 11: Siegdeichaufbau

Auf der 5 m breiten Deichkrone ist ein 3 m breiter befahrbarer Weg mit wassergebundener Decke vorhanden. Die Bankette bestehen aus Schotterterrassen. Auf der wasserseitigen Böschung ist eine 1,50 m mächtige Dichtungsschicht böschungsparell aus bindigem Material, die etwa dem anstehenden Hochflutlehm entspricht, angebracht. Das vorhandene alte Deichmaterial wurde teilweise in das Innere des neuen Deichkörpers umgelagert und lagenweise verdichtet.

An der Luftseite des Deiches ist, nach Schüttung einer ca. 1 m hohen Berme aus einem Sand-Kies-Gemisch als Sicker-element, der Stützkörper des Deiches mit einem feineren sandigen Material von mind. 2 m Mächtigkeit, senkrecht zur Böschung gemessen, lagenweise aufgebracht und verdichtet worden.

4.1.1.5 Deichverteidigungsweg

Auf der luftseitigen 4 m breiten Berme ist ein sogenannter Deichverteidigungsweg mit Lavaunterbau und Schotterterrassen angelegt, der vorab als Baustraße genutzt wurde. Der Weg ist an die vorhandenen Wirtschaftswege angeschlossen.

Bei dem Hochwasserereignis 1995 wurden auf fast 300 m Länge Sickerwasseraustritte aus der luftseitigen Böschung oberhalb des Deichverteidigungsweges beobachtet. Festgestellt wurde, daß der als wasserdurchlässiger Filterkörper aufgebaute Deichverteidigungsweg in o.a. Bereich, u.a. durch die Nutzung als Baustraße, eine zu starke Verdichtung aufwies.

Um diesen geringen Mangel zu beheben, wurde ein Drängraben im Bereich der Sickerstellen mit Querschlägen (Abflußmulden über den Weg) angelegt.

4.1.1.6 Trassierung des neuen Deiches

Großteils ist die Trasse des alten Deiches beibehalten. Um das Hochwasserabflußprofil der Sieg nicht einzuengen, erfolgte die Verbreiterung des Deichkörpers landseitig. Im westlichen Bereich zwischen Brücke und zweiter Überfahrt erfolgte, wegen des landseitigen wertvollen Baumbestandes, die Verbreiterung des Deiches beidseitig. Jedoch mußten aufgrund der für erforderlich gehaltenen Kiesauflast während des Weihnachtshochwassers 1993 einige Bäume nachträglich entfernt werden, einschließlich deren Wurzelwerk um den Deich nicht langfristig zu schwächen. Die wasserseitige Dammverbreiterung wirkt sich strömungstechnisch in diesem Abschnitt nicht negativ aus, da drei vorhandene Rampen den Abflußquerschnitt bereits beeinflussten.

Der ehemalige Altarm *Gysel*, der bis an den alten Deichfuß heranreicht, soll nach dem Deichbau wieder reaktiviert und ein Wasserdurchfluß er-

möglichst werden. Hierfür ist das Planfeststellungsverfahren am 25.08.1994 bei der Bezirksregierung beantragt worden.

Um den neuen Deichfuß nicht ständig dem Wasserangriff auszusetzen und um das ökologisch wertvolle Gebiet durch Schaffung einer Pufferzone zu schützen, weicht die Trasse des neuen Dammes hier nach Süden hin aus.

Für die neue Hochwasserschutzanlage ist eine Fläche von 4,4 ha zusätzlich, die teilweise als Brach-, Wiesen oder Ackerland genutzt wurde, zu der vorhandenen Deichfläche benötigt worden. Es mußten Grundstücke ganz oder teilweise mit einer Gesamtfläche von 4,0 ha erworben werden.

4.1.1.7 Bauablauf

Der Bau des Deiches vollzog sich in Teilabschnitten, so daß auch bei plötzlich auftretenden Hochwasser die Deichlinie innerhalb von 2 bis 3 Tagen geschlossen werden konnte und funktionsfähig blieb.

Vor dem eigentlichen Baubeginn eines jeden Bauabschnittes stand die Sicherung derjenigen Landschaftsbereiche, die besonders empfindlich gegenüber jeglicher Belastung bzw. Beeinträchtigung waren. Die Flächen wurden gegenüber vorübergehender Beanspruchung geschützt.

Die Oberbodenaufgabe auf den Altdeichböschungen war gesondert nach Nord- und Südexposition, getrennt vom Oberbodenabtrag aus dem Bereich der neuen Deichfläche, gelagert. Als Lagerungsflächen waren diejenigen Bereiche, deren ökologisches Wirkungsgefüge besonders störepfindlich ist, ausgeschlossen.

Es mußten rd. 195.000 m³ Erdreich bewegt werden, dies entspricht etwa 20.000 LKW-Ladungen. Nach Anlage des Weges auf der Deichkrone und des Deichverteidigungsweges erfolgten die Ansaaten in Teilabschnitten. Die Bepflanzungen wurden Ende 1994 vorgenommen.

4.1.1.8 Landschaftsbild und Erholungsfunktion

Der Siegdeich, ein vom Menschen geschaffenes funktionales Trennungselement zur Eindämmung der Hochwasser, wirkt als scharfe Zäsur in der Landschaft, wenn er nicht, wie östlich der L269 durch Auwaldrelikte, etwas *abgedeckt* ist.

Der Deich bewirkt auch eine scharfe räumliche Trennung zwischen den beiden an ihn angrenzenden Landschaftsräumen, die sich erst als Folge des Deichbaus in verschiedenartiger Weise entwickelten bzw. nutzen ließen und deshalb heute ein unterschiedliches Aussehen haben:

- im Norden der engräumige, durch viele Einzelbäume, Baumgruppen und Auwäldchen gegliederte Bereich, der heute noch periodisch überfluteten

Aue; das Bodenrelieff zeigt Senken und Mulden und eine dementsprechende Vielfalt im Bodenbewuchs. Auwald mit Weiden, Pappeln, Eichen, Eschen und Erlen umschließt den ehemaligen Altarm der Sieg;

- im Süden grenzt eine überwiegend weitläufige, heute überflutungsfreie Restaue an den Deich an. Nur noch wenige Bäume und Waldreste erinnern daran, daß auch hier ursprünglich Siegaue war. Besonders bedeutend und erhaltenswert sind eine Eiche (Naturdenkmal), Baumweiden und Schwarzpappeln.
- Die weiteren Ackerflächen erfahren lediglich durch den Bewuchs der Wasserschutzzone I, durch südöstlich des Gyssel liegende verbuschte Brache und durch den Gehölzbestand am Wasserwerk Meindorf eine Gliederung.

Große Bäume und Waldbereiche auf der jeweils anderen Deichseite sind trotz des trennenden Deiches sichtbar und erlebbar. Bereiche mit guter Ausstattung an gliedernden und belebenden Elementen, in denen die Lebensbedingungen für den Menschen bioklimatisch möglichst nur gering belastend sind, haben Erholungsfunktion. Hier ist es zwar nur der Weg auf der Deichkrone, doch ermöglicht er einen abwechslungsreichen Ausblick in die benachbarten Landschaftsräume, die mit gliedernden und belebten Elementen ausgestattet sind, wodurch das Landschaftserlebnis und damit die psychische Erholungswirkung der Landschaft wesentlich geprägt wird.

Im feuchten Siegmündungsgebiet muß an 40 % der Tage mit bioklimatisch belastenden Verhältnissen (Schwüle) gerechnet werden. An 55 bis 60 Tagen, von Mai bis September, liegen *belastende Verhältnisse* vor. Die Stadt Bonn hat im Vergleich an 45 bis 53 Tagen *teilbelastende Verhältnisse*. Deshalb ist eine Erholungswirkung für den am wenigsten *schwülen* Bereich, hier nur die Deichkrone, da die Luftventilation höher ist als in den angrenzenden Flächen, gegeben.

4.1.1.9 Ausgleichsmaßnahmen für Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes

Der Siegdeichneubau bewirkte Landschaftsveränderungen vorübergehender und dauernder Art.

Die Landschaftsveränderung vorübergehender Art entstand durch die Inanspruchnahme von Lagerungs- und Betriebsflächen für die Dauer der Baumaßnahme.

Die Landschaftsveränderung dauernder Art geht einher mit der Veränderung der Flächennutzung auf der betroffenen Grundfläche. Dies hatte/hat Auswirkungen auf den Naturhaushalt der betroffenen, zum Teil auch der angrenzenden Bereiche und auf das Landschaftsbild. Sie können zu Beeinträchtigungen der Funktion und Werte des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes führen.

Die nicht vermeidbaren Beeinträchtigungen wurden durch landschaftspflegerische Maßnahmen ausgeglichen, so daß keine nennenswerten Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes zurückbleiben.

Die Ausgleichsmaßnahmen orientierten sich an den Leitbildern bzw. den Entwicklungszielen der Landschaftsplanung. Für die heute noch überflutete Aue ordnet sich die *Erhaltung* an, für die übrigen Bereiche des Planungsraumes die *Anreicherung mit gliedernden und belebenden Elementen*.

Bei den Pflanzungen wurden bodenständige Gehölze verwendet, deren Artenauswahl sich bei den naturnahen Anpflanzungen an der potentiell natürlichen Vegetation orientierte. Bei den Obstbaumpflanzungen wurden entweder Wildsorten oder alte rheinische Sorten vorgesehen.

4.1.1.10 Alternativplanung und Prognose für die Zukunft

Im Zuge der Vorplanung für den Neubau des Siegdeiches wurden auch Alternativen überprüft und die folgend beschriebene u.a. der Bezirksvertretung Beuel am 08.03.1989 vorgestellt sowie dem heutigen Staatlichen Umweltamt zur Entscheidungsfindung am 01.03.1990 vorgelegt.

Um das Poldergebiet südlich der Autobahn mit den heute ca. 1500 Einwohnern im Unterdorf von Geislar vor Überflutung zu schützen, ist es denkbar, statt des Siegdeiches unter Einbeziehung des Autobahndammes einen bis zu 5,00 m hohen Damm parallel der Landstraße L 269 zu bauen. Der Damm war auf einer Länge von 120 m konzipiert.

Neben diesem Damm ist zusätzlich ein Hochwassertor in der Autobahnterführung der Siegauenstraße erforderlich.

Die L 269 wäre somit vor Überflutungen geschützt. Die L 16 nach Meindorf würde bei höchsten Hochwasser zwischen Geislar und Meindorf ohne einen weiteren Dammbau parallel zur Landstraße überflutet. Um diese Straßenverbindung aufrechtzuerhalten ist auf 700 m Länge ein etwa 1,80 m hoher Wall erforderlich.

Der Autobahndamm hat eine niedrigste Höhe von 53,00 m ü.NN. Diese Höhe entspricht einer Pegelhöhe von 10,80 m und liegt somit 1,20 m unter der Höhe des neuen Siegdeiches. Hierdurch ergibt sich ohne Anpassung des Autobahndammes eine Ausgangshöhe für die übrigen Maßnahmen. Eine Höhenanpassung auch des Autobahndammes wurde letztendlich nicht in Erwägung gezogen, da dieser nicht als Hochwasserdamm geschützt worden ist und kostenmäßig zusätzliche Sicherungsmaßnahmen nicht vertretbar sind.

Der alte Deich sollte bei dieser Lösung auf 150 m um 2,00 m abgetragen werden um die Standsicherheit zu erhöhen. Die Polderüberflutung wäre ab 8,60 m eingetreten.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Durch einen Autobahnkanal (Ei 700/1050 mm), eine Wasserhauptversorgungsleitung (DN 800 mm) und andere Versorgungsleitungen, die gesichert werden müßten traten weitere Schwierigkeiten auf, die zu wichten waren.

Die 1989 ermittelten Gesamtkosten für die nicht gleichwertige Alternative zum Deichneubau lag bei 3,2 Mio. DM.

Folgende Nachteile waren zu werten:

- Die Nutzung des Autobahndammes als Hochwasserdeich konnte nicht empfohlen werden, da die Durchlässigkeit kritisch zu sehen ist. Die Böschungen sind zu steil und der dichte Baumbewuchs ist im Hochwasserfall erosionsgefährdet.
- Die Überflutungsgefahr bei extremen Hochwasserereignissen bestand weiterhin.
- Die Gefahr des Dammbbruchs war gegeben und die potentielle Gefahr für das Hinterland hätte sich vergrößert.
- Die erheblichen Bedenken des Wahnbachtalsperrenverbandes bei Überflutung der Grundwasserbrunnenanlagen.
- Die Überflutung der intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen, die bei dem Überflutungswasserstand von 8,60 m BP bereits größtenteils unter Wasser gestanden hätten.

Folgender Vorteil war, besser gesagt, wäre heute zu werten:

- Durch die Realisierung der Alternative kann bezogen auf 11,00 m BP ein Polder von über 100 ha mit etwa 2 Mio. m³ Rückhalteraum geschaffen werden.

Unter dieser Kenntnis wurde die Alternative 1989 im Stadtplanungsausschuß und in der Bezirksvertretung Beuel abgelehnt. Auch die Aufsichtsbehörden schlossen sich dieser Meinung an.

Sicher wäre heute die Diskussion nach den beiden 10 m-Hochwasserkontroverser diskutierbar, jedoch stehen die Nachteile auch aus heutiger Sicht gegen eine in den nächsten Jahrzehnten mögliche, aber kaum umzusetzende Alternative.

Unter diesem Hintergrund wurde im Siegauenprogramm des Landes NW die Option für eine spätere Rückverlegung des Deiches, wie in der Alternative dargestellt, eingearbeitet. Ob sich diese Möglichkeit im nächsten Jahrhundert oder später ergibt mag sich zeigen.

4.1.2 RHEINUFER

4.1.2.1 Friedrich-Ebert-Brücke bis Kaiser-Konrad-Straße

Der rechtsrheinische nördliche Rheindeich, der an den Siegdeich anbindet, beginnt an der Friedrich-Ebert-Brücke bei Rhein-km 657,1 und verläuft landseitig hinter dem *Wolfsgassendeich* bis zur Kreuzung Prof.-Neu-Allee/Kaiser-Konrad-Straße bei Rhein-km 655,2.

Nach dem Hochwasserereignis von 1926 wurde zunächst der Deich vom Höhenrücken in Schwarz-Rheindorf bis zum Vilicher Bach und darüber hinaus bis zum Jüdischen Friedhof in seiner heutigen Form gebaut. Hier-nach anschließend erfolgte der Bau des Siegdeiches bis zum Wasserwerk Meindorf.

Der Deichabschnitt zwischen Friedrich-Ebert-Brücke und Vilicher Bach, der bei Rhein-km 656,567 in den Rhein mündet, war als *schlanke* Hochwasserschutzanlage konzipiert. Dagegen erhielt der weitere Damm bis Kaiser-Konrad-Straße eine wesentlich breitere Dammkrone. Diese dort 11 m breite Krone wurde damals vor dem Hintergrund gebaut, den Damm als Straße zu nutzen.

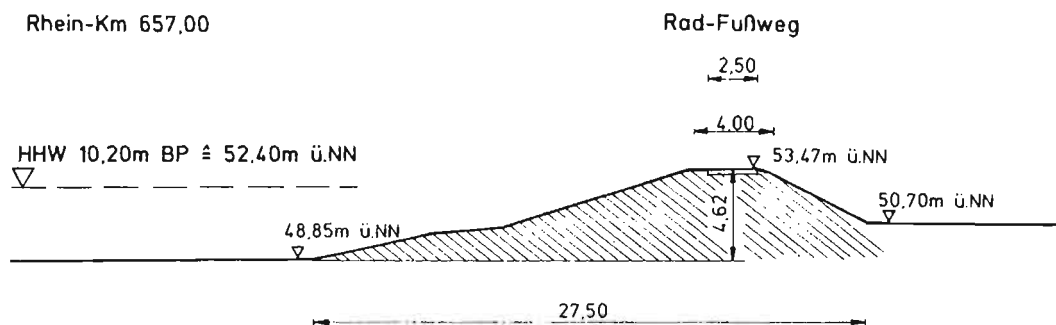


Bild 12: Deichprofil am Jüdischen Friedhof

Mit dem Bau der Bundesautobahn A565 in den Jahren 1964 - 1967 erfolgte neben dem teilweisen Neubau des Siegdeiches auch die Anbindung des Rheindeiches von der Friedrich-Ebert-Brücke bis zum Jüdischen Friedhof auf etwa 100 m Länge.

Die Höhe des Rheindeiches beträgt an der niedrigsten Stelle, in Höhe der Kläranlage Beuel bei Rhein-km 656,6 11,17 m BP = 53,49 m ü.NN.

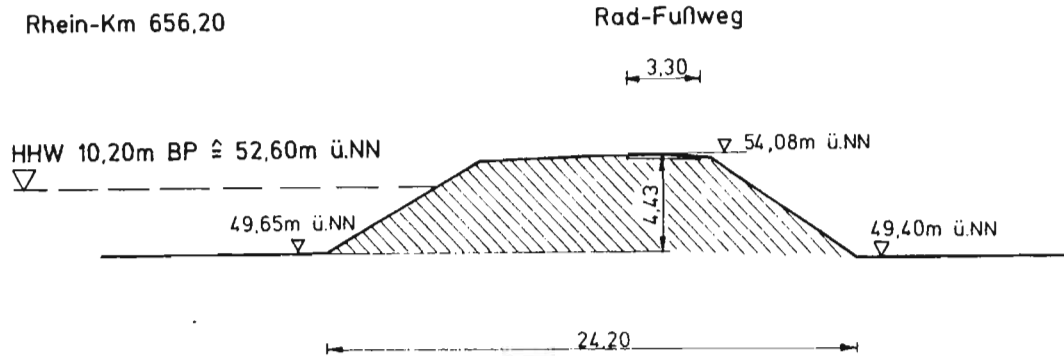


Bild 13: Deichprofil in Höhe der Doppelkirche

Der Generalplan für den Hochwasserschutz am Rhein im Regierungsbezirk Köln aus dem Jahre 1991 fördert für den beschriebenen Bereich u.a.:

- Bau eines Deichverteidigungsweges zwischen Friedrich-Ebert-Brücke und Kläranlage,
- Entfernung der Bäume auf Deichkrone und wasserseitiger Böschung.

In den Jahren 1994 bis 1996 erfolgten durch das Leichtweißinstitut der Universität Braunschweig Untersuchungen zur Standsicherheit des Rheindeiches. Hiernach liegen die Sicherheitsreserven noch im zulässigen Bereich. Am landseitigen Deichfuß jedoch wurden zwei Stellen ermittelt, so, wie es die letzten Hochwasser auch vermuten ließen, die keine bzw. nur eine geringe Lehmdeckschicht aufweisen. Dies einmal im Bereich Hundeshagenstraße und am Jüdischen Friedhof. Nach dem Gutachten besteht kein Anlaß unmittelbar Sanierungsmaßnahmen durchzuführen, da durch die zahlreichen Fehlstellen im gesamten Hinterland der Druck des aufsteigenden Grundwassers so weit entspannt ist, daß ein hydraulischer Grundbruch (vergleiche Bild 10) nicht zu befürchten ist. Um diese gutachterliche Aussage auch sicher belegen zu können, wurden im Einvernehmen mit der Bezirksregierung Köln Beobachtungsbrunnen am Deich angelegt, um Messungen bei den nächsten Hochwasserereignissen durchzuführen und hiernach das weitere Vorgehen festzulegen.

Im Deichhinterland des Jüdischen Friedhofs wird bei Hochwasser das Polderwasser an der Anschlußstelle Beuel-Nord/L16 kontrolliert über das Pumpwerk der Autobahn abgeleitet. Hier stellen u.a. die vorhandenen Leitungstrassen - Hauptversorgungsleitung des WTV DN 800 mm und Schlammdruckleitung DN 150 mm, zwischen den Klärwerken Beuel und Salierweg -, aber auch die Altarme der Sieg - Flurbezeichnungen *In der Alten Sieg* und *Am Lettermannsloch* - deichnahe Fehlstellen dar.

Der ca. 200 m hinter der Kläranlage Beuel liegende Weiher lief dagegen beim 1995er Hochwasser nicht über. Der freie Grundwasserspiegel wurde angrenzend rd. 2 m unter der Wasserspiegellage des Rheines gemessen, was auf die vor beschriebene Entspannung zurückzuführen ist.

Die Fehlstelle im Bereich der Hundeshagenstraße ist durch eine Fliegerbombe im 2. Weltkrieg verursacht worden. Weitere Fehlstellen, etwa in der dort angrenzenden verfüllten Kiesgrube, wurden nicht festgestellt, können jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Eine in den letzten Jahren angedachte Aufbringung von Hochflutlehm und Oberboden auf die entsprechende Fläche hinter dem Deich, aus dem Erschließungsgebiet Geislar-West, wurde von der Grundstückseigentümerin abgelehnt. Diese Möglichkeit der Verbesserung des Hochwasserschutzes sollte in späteren Jahren wieder aufgegriffen werden, da hier keine vergleichbare Alternative besteht.

Nachteilig für die Sicherung des Deiches ist die in den letzten Jahren erfolgte und in naher Zukunft vorgesehene deichnahe Bebauung im Wolfsgassenbereich zu sehen. Hierdurch wurden bzw. werden auch die Lehmdeckschichten ohne Ausgleichsmaßnahme gestört.

Neben den Fehlstellen stellt der Gehölzbewuchs grundsätzlich eine Gefährdung der Standsicherheit des Deichkörpers dar. Insbesondere ist dies bei Einsturz von Einzelgehölzen auf der wasserseitigen Böschung und im Schattenbereich der Baumkronen gegeben. Der Einsturz kann unmittelbar durch Windwurf hervorgerufen werden. Ferner stellen die Einzelgehölze auf der wasserseitigen Böschung eine besondere Erosionsgefahr dar, weil die ungebremste Strömung an ihnen angreift und sich verstärkt kolkbildende Wirbel bilden, so daß es zum Einsturz kommen kann.

Die Untersuchung ergab, daß im Bereich zwischen Kläranlage und Kaiser-Konrad-Straße die 11 m breite Deichkrone nicht als standsicherheitsgefährdend durch Bäume zu sehen ist. Im nördlichen Bereich jedoch ist die Deichkrone nur 4 m breit. Die Einzelgehölze auf der wasserseitigen Böschung stellen hier eine Gefährdung dar und sind deshalb mittelfristig zu entfernen. Um die Entstehung bevorzugter Sickerwege durch abgestorbenes Wurzelwerk zu verhindern, müssen dann auch die Wurzeln mit entfernt werden. Diese Maßnahme ist zweckmäßig mit dem in diesem Bereich geforderten Deichverteidigungsweg umzusetzen.

4.1.2.2 Werdstraße bis Marienstraße

Aufgrund des Rheinhochwasser vom Februar 1970 mit 9,43 m Bonner Pegel wurde die Stadt Bonn vom heutigen Staatlichen Umweltamt Köln, Außenstelle Bonn (StUA) aufgefordert, Untersuchungen und Vorplanungen für einen *möglichen* Hochwasserschutz für Bonn, insbesondere für Beuel aufzustellen.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Nach einer schriftlichen Befragung der vom Hochwasser betroffenen Beueler Bürger im Sommer 1973 sprach sich die Mehrheit für die Durchführung von Hochwasserschutzmaßnahmen aus.

Im Einklang mit dem Antrag der Bezirksvertretung Beuel vom 23.11.1977, auf Aufstellung einer Planung für den Ausbau und Gestaltung des nördlichen Rheinuferes, wurden von der Verwaltung Vorentwurfspläne erarbeitet. Der Vorentwurf sah die Rheinufergestaltung mit integriertem Hochwasserschutz zwischen Werdstraße und Kennedybrücke für einen Ausbauhochwasserstand, gemäß dem damaligen Rahmenplan für den Hochwasserschutz am Rhein der heutigen Bezirksregierung Köln, von HHW + 1,00 m = 11,10/11,20 m Bonner Pegel vor.

Die daraufhin im Sommer 1978 durchgeführte Bürgerbeteiligung ergab, daß die überwiegende Mehrheit der betroffenen Bürger den vorgegebenen Ausbauhochwasserstand für stark überzogen ansahen.

Die Mehrheit der Bürger vertrat vielmehr die Auffassung, lieber ein Hochwasser in Kauf zu nehmen als die Sicht bzw. die Beziehung zum Rhein durch hohe Mauern und Dämme zu verlieren. Es wurde ein Uferausbau durch Geländeanhebung um 1,00 - 1,50 m gefordert.

Nach dem Gestaltungskonzept mit integriertem Hochwasserschutz vom August 1980 wurde daraufhin 1984/85 das Rheinufer zwischen Wolfsgasse und Basaltunion auf 8,90 m BP ausgebaut. Durch diesen ersten Bauabschnitt war jedoch noch kein Hochwasserschutz gegeben, da das Wasser von der tiefsten Stelle im Norden weiterhin ungehindert eindringen konnte.

Aufgrund des Hochwasserereignisses vom März 1988 mit 9,40 m BP wurde am 11.05.1988 von der Bezirksvertretung Beuel nach Anhörung der Verwaltung gefordert, die weitere Ausbauplanung des Beueler Rheinuferes für eine Hochwasserschutzhöhe von 9,50 m BP auszulegen. Dies besonders deshalb, da nach 1926 bis zu diesem Tag sechs Hochwasserereignisse registriert waren, deren Pegel an 22 Tagen zwischen 8,90 m und 9,44 m lagen.

Mit dieser Ausbauhöhe von 9,50 m BP wäre also seit 1926 keine Überflutung des Planbereiches aufgetreten. Bekanntlich wurde diese Höhe erstmals wieder im Dez. 1993 überschritten.

Nach wiederholten Vorstellungen des Vorentwurfes mit Alternativen und einer Bürgerversammlung am 13.03.1990 wurde die Planung von der Bezirksvertretung Beuel am 12.09.1990 einstimmig beschlossen und die Verwaltung beauftragt das Planfeststellungsverfahren zu beantragen.

Ferner wurde die Verwaltung beauftragt, die weitergehende Planung nach Süden für einen 9,50 m-Hochwasserschutz bis zum alten Beueler Wassersport, etwa bis Rhein-km 653,6, südlich der Ernst-Moritz-Arndt-Straße, zu betreiben.

Die Durchführung des Planfeststellungsverfahrens für den 1. Planbereich wurde am 30.04.1991 bei der Bezirksregierung Köln beantragt. Die Öffent-

liche Auslegung fand in der Zeit vom 01.07.1991 bis 01.08.1991 statt. Der Erörterungstermin erfolgte am 27.03.1992. Der Planfeststellungsbeschuß erging am 23.12.1992. Nach einer Klage gegen den Beschuß wurde das Verfahren vor dem Verwaltungsgericht Köln nach Einigung der Parteien in der Hauptsache am 03.12.1996 eingestellt und es erging daraufhin am 10.01.1997 ein Nachtragsplanfeststellungsbeschuß der Bezirksregierung Köln.

Den Planfeststellungsunterlagen lag u.a. eine Modellrechnung der Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe für den Bereich zwischen Oberkassel und Siegaue aus 1990 bei, die keine negative Beeinflussung des Hochwasserabflusses für Ober- und Unterlieger durch den vorgesehenen Ausbau nachwies, da sich eine bessere Gerinnegeometrie einstellen wird. In der Zusammenfassung des Gutachtens heißt es:

Mit Hilfe eines in der Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe installierten eindimensionalen numerischen Modells der Rheinstrecke Bonn-Beuel (Rhein-km 650,000 bis Rhein-km 658,000) wurde untersucht, inwieweit eine von der Stadt Bonn geplante Umgestaltung des rechten Rheinuferes im Bereich der Kennedybrücke (Rhein-km 655) den Hochwasserabfluß beeinflusst.

Die Untersuchungen ergaben, daß der abflußbehindernde Flächenverbau auf dem rechten Vorland durch eine Vergleichmäßigung der Gewässergeometrie kompensiert wird, so daß sich die Maßnahmen hochwasserneutral verhalten. Lediglich der Hochwasser-Retentionsraum des Rheines wird durch die Vorlandveränderungen eingeschränkt.

Ferner war Bestandteil des Planfeststellungsverfahrens eine Umweltverträglichkeitsprüfung, die erforderliche Ausgleichsmaßnahmen festlegte. Hierzu wurde ein landschaftspflegerischer Begleitplan erstellt.

Nach Durchführung der Maßnahmen im 1. Planfeststellungsbereich werden ca. 1.100 Bürger bis 9,50 m BP von den Schlammfluten des Rheinhochwassers geschützt sein.

4.1.2.2.1 Deich Wolfsgasse

Um das Eindringen des Hochwasser über die Wolfsgasse in die Rheinaustraße zu verhindern, wurde im 1. Bauabschnitt ein Hochwasserdamm an der nördlichen Poldergebietsgrenze gebaut. Die Baumaßnahme wurde in der Zeit vom August 1993 bis Juli 1994 mit Kosten in Höhe von 1,1 Mio.DM durchgeführt. Das Land NRW unterstützte den Bau mit einem Zuschuß in Höhe von 70 % der zuschußfähigen Kosten. Der Damm beginnt nördlich des Einzelgebäudes Rheinaustraße Nr. 7 (zwischen Werdstraße und An der Wolfsburg) und bindet dort an den Hochwasserdamm Friedrich-Ebert-Bücke/Kaiser-Konrad-Straße an.

Damit nur wenig Retentionsraum verloren ging, erfolgte die weitere Dammschüttung entlang der Rheinaustraße und der Wolfsgasse. Am Haus Rheinaustraße Nr. 7 wurde ein 1,12 m hohes zweiflügeliges Hochwas-

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

serstemmtor -Rhein-km 655,780- mit einer Durchgangsbreite von 2,80 m angeordnet, womit die Hochwasserschutzhöhe von 9,50 m = 51,92 m ü.NN eingehalten ist.

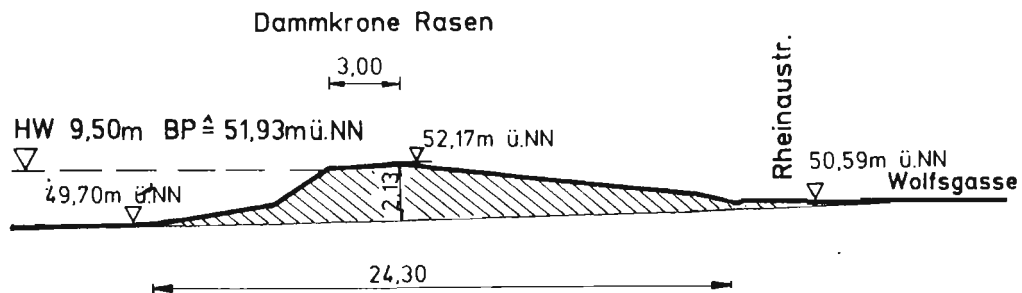


Bild 14: Deich Wolfsgasse

Die Rheinaustraße wurde zwischen Wolfsgasse und Hochwasserstemmtor bis zu 70 cm angehoben. Hierdurch ist der Damm auch optisch kein allzugroßer Fremdkörper in der Landschaft geworden, zumal die landseitige Böschung so angelegt wurde, daß auch seitens der Aufsichtsbehörden einer Bepflanzung bis auf 2/3 der Dammhöhe zugestimmt werden konnte.

Der Erddamm wurde 20 cm höher als die beabsichtigte Hochwasserschutzlinie von 9,50 m BP gebaut, um eine Überflutung nur an vorgesehenen befestigten Stellen der Ausbaustrecke zu bewirken und eine Schädigung des Dammes zu vermeiden. Die Böschungsneigung beträgt wasserseitig 1:3 und luftseitig 1:5. Die Breite der Dammkrone beträgt 3,00 m.

Die Dammschüttung erfolgte als homogener Körper aus sandigem, kiesigem Lehm nach Abschiebung der Mutterbodenschicht und weicher sowie loser Aufschüttungsbereiche direkt auf dem anstehenden Lehm bzw. der festen Aufschüttung. Am luftseitigen Böschungsfuß wurde ein muldenförmiger Graben zur Ableitung von Drängewasser angeordnet.

Der westliche, zum Rhein liegende Teil der Wolfsgasse -Rhein-km 655,641- wurde als Rampe mit einem Hochpunkt von 51,93 m ü.NN ausgebildet.

Ein höherer Hochwasserschutz als 9,50 m BP ist im Dammbereich möglich, jedoch müßte entweder der Damm fast vollständig erneuert werden, der dann nicht mehr in das Landschaftsbild passen würde oder es müßte eine aufwendige Gründung für einen mobilen Hochwasserschutz erfolgen.

4.1.2.2.2 Wolfsgasse bis Durchlaß Bröltalbahn

Der im Zuge der Neugestaltung des Rheinuferes 1984/85 angelegte Damm in Höhe der Häuser Rheinaustraße Nr. 22-88 hatte eine max. Ausbauhöhe von 9,06 m BP und eine Dammkronenbreite von 3,00 m. Die Dammkrone war mit Betonsteinpflaster befestigt und als Fuß- und Radweg gedacht.

Mit dem 2. Bauabschnitt des Ausbaus auf 9,50 m BP erfolgte in der Zeit von Jan. 1997 bis Sept. 1997 der Bau einer rheinseitig liegenden Betonmauer, 50 bis 60 cm über dem ehemaligen Ausbauniveau. Der Rad- und Fußweg wurde auf 5,00 m verbreitert und an der Mauer ein zusätzlicher 50 cm breiter Pflanzstreifen vorgesehen.

Die Verbreiterung wurde einmal vorgenommen, da der Untergrund aus locker gelagerter durchlässiger Aufschüttung besteht, im Pappelwäldchenbereich eine *unschädliche* Altlast vorhanden ist und somit eine Unterströmung auch der neuen Hochwasserschutzmauer nicht mit vertretbaren Kosten verhindert werden kann. Die Verbreiterung bewirkt in Zusammenarbeit mit der vorgesetzten Mauer, dass die Sicherheit bzw. Stabilität der luftseitigen Böschung gegen hydraulischen Grundbruch für die Hochwasserausbauhöhe von 9,50 m BP gegeben ist.

In den Bereichen, wo während der letzten Hochwasser Drängewasser verstärkt aufgetreten ist, auch bereits bei dem relativ geringen Hochwasserereignis vom Febr./März 1997 mit 8,01 m BP, wurde im Zuge des Ausbaus ein Bodenaustausch im Gründungsbereich vorgenommen.

Das dennoch in Zukunft bei Hochwasser anfallende Drängewasser wird über eine Drainageleitung bzw. über einen Ableitungskanal DN 300 zu einem Pumpenschacht mit Siel, in Höhe Haus Rheinaustraße Nr. 40 geleitet und dort bei Erfordernis mittels transportabler Pumpe in den Rhein übergepumpt. Das Überpumpen ist erst vorgesehen, wenn nach Überflutung der tiefliegenden Gärten die Überflutung auch der Wohngebäude zu befürchten ist. Hierdurch wird die Gefahr eines hydraulischen Grundbruches oder Abbruch des Deichfußes verringert. Ein Stromanschluß konnte durch das Entgegenkommen der anliegenden Wohnungseigentümer unbürokratisch installiert werden. Die Ableitung der Polderwassermenge aus den Gärten, von einer Fläche von ca. 9.300 m² und 50 cm Wassertiefe erfolgt entweder über Versickerung nach Abklingen der Hochwasserwelle oder durch Ableitung über das Siel -Rhein-km 655,602- mit einem Querschnitt von DN 600 mm.

Im Bereich des Pappelwäldchens wurde die neue etwa 340 m lange Ufermauer aus Kostengründen lt. Beschluß der Beueler Bezirksvertretung vom 11.09.1996 größtenteils zunächst nicht mit einer Basaltverkleidung versehen. Die Mauer ist aber so ausgebildet, daß eine spätere Verblendung ohne zusätzliche Kosten erfolgen kann.

Im Bereich der Wiesenfläche wurde die im Gelände auslaufende Mauer rheinseitig angebösch. Im RSE-Trassenbereich -Rhein-km 655,323- erfolgte das Erreichen der 9,50 m-Höhe fast gänzlich durch die Erhöhung des

gesamten Platzbereiches um etwa 50 cm. Bis zum ehemaligen Durchlaß der Bröhlalbahn -Rhein-km 655,234- wurde das Gelände ebenfalls auf diese Höhe angehoben. Der dadurch entstandene Höhenversatz zum Rheinufer ist durch eine mit Basalt verkleidete Mauer von etwa 60 cm Höhe über dem ehemaligem Gelände aufgefangen worden, ohne die alte Ufermauer statisch zu belasten (siehe auch Kapitel 4.1.2.2.3).

Der 2. Bauabschnitt endet am o.a. Durchlaß der Bröhlalbahn, der im Dezember 1991 geschlossen worden ist. Die ehemalige Funktion dieses Durchlasses ist hierbei erkennbar geblieben. Zur Rheinaustraße hin in Höhe Haus Nr. 108 -Rhein-km 655,237-, ist eine schmale Wegeanbindung mit 1,40 m Breite geschaffen worden. Bis zur Fertigstellung des nördlichen Polders ist hier eine Absperrung vorzuhalten, damit ein Schutz von etwa 8,85 m BP gewährleistet ist. Der Mauerdurchgang liegt auf 51,17 m ü.NN = 8,68 m BP. Nach Abriß der Grundstücksmauer auf dem Schulgelände der Basalt-Union wird zusammen eine 13 m breite Sichtverbindung zwischen Rheinaustraße und Rhein vorhanden sein.

Ein höherer Hochwasserschutz als 9,50 m BP ist im Abschnitt des 2. Bauabschnittes kaum denkbar. Dies erstlinig wegen der durchlässigen Bodenschichten im ehemaligen Deponiebereich. Spundwände müßten 10 m bis 15 m tief ins Erdreich geschlagen werden, um die vor beschriebene starke Durchsickerungszone ausreichend zu dichten, damit hierauf ein mobiler Hochwasserschutz angebracht werden kann.

In der RSE-Trasse besteht ein Kanalstauraum KSR 20 mit Überlauf -Rhein-km 655,350- zum Rhein. Bereits ab 5,50 m BP muß der Überlauf gemäß Hochwasseralarmplan abgeschiebert und das Hochwasserpumpwerk in Betrieb genommen werden, um die Abwasserableitung sicherzustellen. Das Hochwasserpumpwerk, das auch die nördliche Polderentwässerung vom Wolfsgassendeich bis zur Kennedybrücke gewährleisten muß, bildet ein Nadelöhr, da hier im Hochwasserfall auch die Überlaufwasser der Kanalstauräume KSR 9, 18 u. 650 übergepumpt werden müssen. Das Pumpwerk ist den derzeitigen Erfordernissen angepaßt.

4.1.2.2.3 Durchlaß Bröhlalbahn bis südlich Bahnhöfchen

Ab dem Durchlaß der Bröhlalbahn, in Höhe des vor angegebenen Hauses Rheinaustraße 108, entlang der Grenze zu den Gebäuden der Basaltunion, ist ein 4,00 m breiter Rad- und Fußweg vorgesehen, der auf die Hochwasserausbauhöhe von 9,50 m BP festgelegt ist und bis zum Fest-/Parkplatz südlich des Bahnhöfchens verläuft.

Vor dem Schulgebäude der Basaltunion Rheinaustraße 110-112 bleibt die Böschungsmauer, ein Uferdeckwerk aus Basalt, mit dem vorhandenen Bewuchs erhalten. Da die Vegetationsgesellschaften auf, in und an den Uferanlagen, sehr hochwertige floristische und faunistische Standorte darstellen, ist mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber einer Veränderung vorzugehen. Durch eine eigene Tragkonstruktion des Rad- und Fußweges wird diesen Belangen Rechnung getragen und eine kritische Belastung des

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

alten Deckwerkes vermieden. Auf etwa 40 m Länge, bis etwa Rhein-km 655,200, soll die Wegeverbindung auf Bohrpfählen aufgeständert werden. Nach einer Vorstudie sind die Pfähle im 10 m Raster mit Längen von 7,50 m und 0,80 m Durchmesser bis in den dort anstehenden tragfähigen Kies zu gründen.

Die durch die Hochwasserschutzanlage entstehende Höhendifferenz zum Privatgelände von etwa 1,00 m wird durch eine Mauer aufgefangen.

Im Bereich des Bahnhöfchens muß eine neue Böschungsmauer errichtet werden, um einmal den 4,00 m breiten Fuß- und Radweg zu ermöglichen und um die Höhendifferenz zu der vorhandenen Rampe von ca. 1,50 m bis 2,00 m aufnehmen zu können.

Vor dem unter Denkmalschutz stehenden Bahnhöfchen, das als historisches Zeugnis erhalten werden muß, wird die Terrasse geringfügig mit neuen Gefällen angehoben, um trotz Hochwasserschutzmauer, die gleichzeitig die Grundstücksbegrenzung wird, die Sichtverbindung zum Rhein auch weiterhin zu gewährleisten. Die Mauerkrone liegt mit 52,10 m etwa 1,10 m über dem heutigen Ufergelände, jedoch nur 0,45 m über der neuen Terrasse bzw. dem Rad- und Fußweg. Bei Rhein-km 655,134 endet die Grundstücksbegrenzungsmauer.

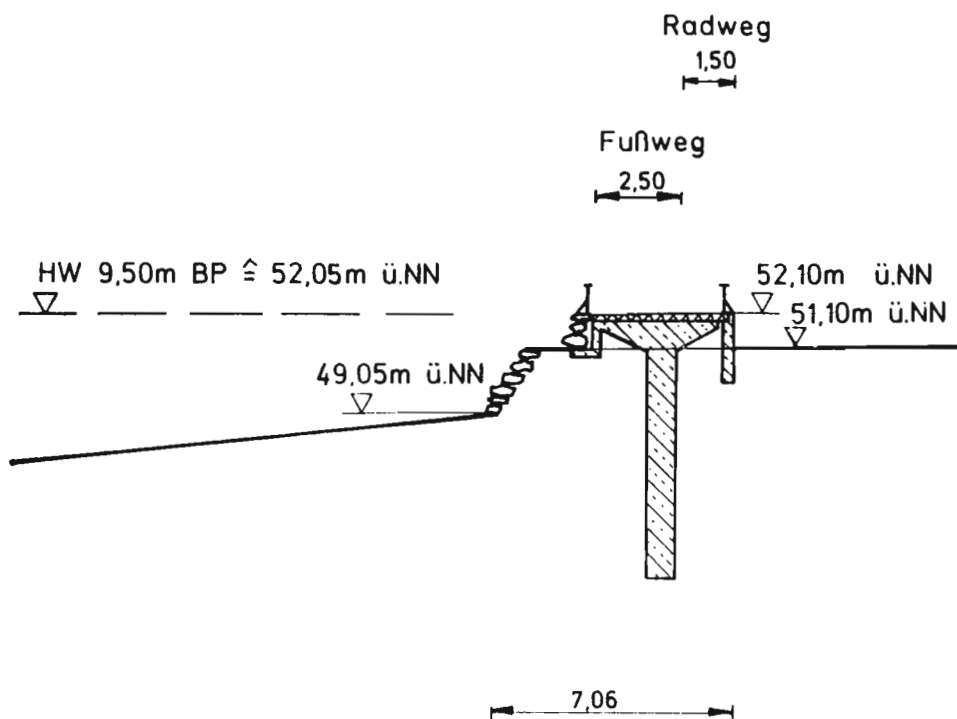


Bild 15: Aufständigung entlang der Basaltunion

Die Anbindung des Rad- und Fußweges an den Park- und Festplatz erfolgt etwa bei Rhein-km 655,100 und wird auf die Hochwasserausbauhöhe von 9,50 m BP = 52,05 m ü.NN hochgezogen.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Ein höherer Hochwasserschutz als 9,50 m BP ist aufgrund der nicht belastbaren Ufermauer mit mobilen Elementen als Aufständigung auf den Rad- und Fußweg oder auf Privatgelände zwar möglich. Jedoch ist er ohne die fragliche Anbindung nach Norden hin (siehe Kapitel 4.1.2.2.2) nicht durchführbar.

4.1.2.2.4 Bahnhöfchen bis Kennedybrücke

Der heutige Park- und Festplatzbereich erhält von der Rheinaustraße aus zum Rhein hin eine kontinuierliche Erhöhung bis zur Ausbauhöhe von 52,10 m ungefähr in Platzmitte und liegt dann 1,20 m über dem heutigen Platzniveau. Von dort fällt die Fläche wieder bis zu einem 6 m breiten Grünstreifen auf 51,00 m ab. Über eine Pflanzfläche werden 0,60 m und über die Pflanzbeetbegrenzungsmauer weitere 0,80 m an Höhendifferenz aufgenommen, um auf das heutige Niveau des Weges an der Ufermauer zu gelangen, das unverändert bleibt. Hierdurch wird gewährleistet, daß die Ufermauer nicht zusätzlich statisch belastet wird.

Das Denkmal von 1877 wird an seiner heutigen Stelle belassen.

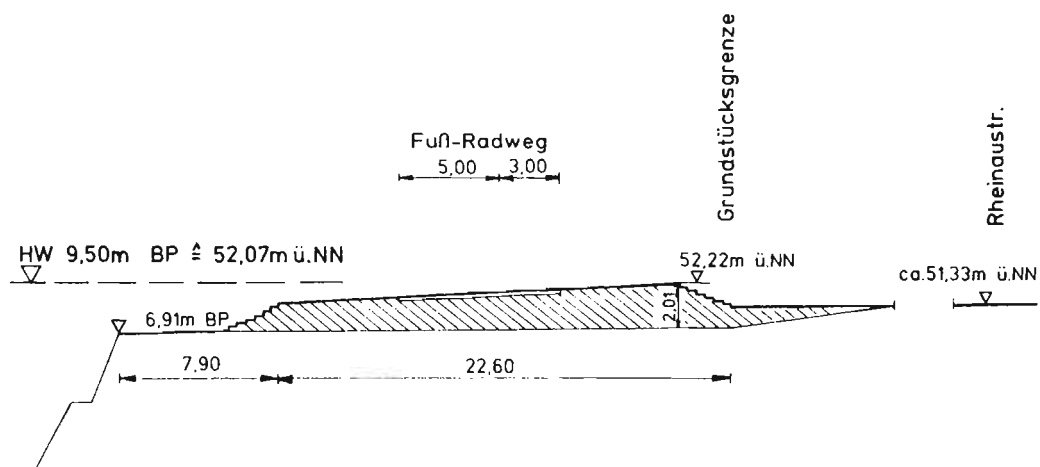


Bild 16: Querprofil bei Rhein-km 655,033

Analog wie im Festplatzbereich erfolgt der Ausbau des weiteren südlichen Uferstreifens auf 9,50 m BP zwischen dem Platz Rhein-km 655,044 und der Kennedybrücke Rhein-km 654,934 durch Anhebung des Geländes um max. 1,50 m bis 2,01 m, ohne in der Regel die vorhandenen Gartenbegrenzungen anzutasten. Die Höhendifferenzen zu den Gärten erfolgt durch eine 2,00 m bis 3,00 m breite Pflanzfläche.

Ein höherer Hochwasserschutz als 9,50 m BP, der am Rhein-km 655,033 einer NN-Höhe von 52,08 m entspricht, ist mit mobilen Elementen in diesem Uferabschnitt machbar. Jedoch aufgrund der Tatsache, daß nördlich der Kennedybrücke ein eigenständiges Kanalnetz mit Hochwasserpumpwerk besteht und der Schwierigkeiten in den vor beschriebenen Abschnitten ab Werdstraße, kaum umsetzbar.

Im Vorgriff auf den Uferausbau wurden zwei Einleitungsstellen in den Rhein, Niederschlagswasser der Parkflächen sowie der Kennedybrücke, aufgehoben und über einen neuen Kanal im Uferbereich an das Regenüberlaufbecken RÜB13 in der Grünanlage südlich der *Rheinlust* angeschlossen. Über diesen Kanal können nun auch die Abwässer bei Rheinfestveranstaltungen abgeleitet werden. Bei Hochwasser wird der Kanal am RÜB13 abgeschiebert, die Einläufe tagwasserdicht verschlossen. Die Brückenentwässerung wird in dieser Zeit ebenfalls vom Kanalnetz getrennt.

4.1.2.2.5 Kennedybrücke bis Marienstraße

Unter der Kennedybrücke quer zur Rheinaustraße wird der nördliche und der südliche Polder durch eine mobile etwa 45 cm hohe Wand getrennt. Die Kanalisation ist hier bereits getrennt und kann im Bedarfsfall, wenn ein Hochwasserpumpwerk ausfallen sollte, zumindest annähernd die Funktion der anderen übernehmen.

Zwischen der Kennedybrücke und der verlängerten Friedrich-Breuer-Straße wird sowohl die obere als auch die untere Promenade analog dem Abschnitt nördlich der Kennedybrücke gestaltet. Jedoch fällt hier das Gelände in der Kanal- und Radfahrwegetrasse um 1,55 m, von 51,70 m ü.NN nördlich der Brücke auf 50,15 m ü.NN südlich der Gaststätte Rheinlust, ab.

Für die in der Brückenkammer untergebrachten Kanuten müssen neue Ausgänge geschaffen werden. Die unter der Hochwasserausbauhöhe von 9,50 m BP liegenden Böden werden teilweise aufgefüllt, um ein aufschwimmen zu verhindern. Der Fußweg zwischen Brückenrampe und Wasserschutzpolizei -Rhein-km 654,915- wird um bis zu 1,35 m angehoben. Um den Hochwasserschutz von 9,50 m BP = 52,15 m ü.NN zu erreichen, wird zusätzlich ein Dammtor von etwa 60 cm Höhe aufgesetzt.

Die weitere Hochwasserausbaulinie wird von der Brücke aus durch das Gebäude der Wasserschutzpolizei und durch eine neue Mauer vor der Biergartenanlage der Gaststätte Rheinlust sichergestellt. Ab südlicher Ecke des Biergartens der Gaststätte Rheinlust wird die Hochwassermauer im rechten Winkel bis zur Rheinaustraße gezogen. Die Treppenaufgänge in diesem Teilstück werden durch klappbare Hochwassertore gesichert.

Der planfestgestellte Bau einer Brunnengalerie in der verlängerten Friedrich-Breuer-Straße wird aus finanziellen Gründen vorerst nicht weiter verfolgt, kann jedoch jederzeit nachgerüstet werden.

Entlang der Rheinaustraße bzw. des Stadtgartens, zwischen Friedrich-Breuer-Straße und verlängerter Marienstraße (Johann-Link-Straße), wird der Hochwasserschutz durch eine Mauer, die ca. 1,00 m über dem Niveau der Rheinaustraße liegt, sichergestellt. Bei Rhein-km 654,8 vor dem Haus Rheinaustraße 139 entsprechen 9,50 m BP = 52,15 m ü.NN. Der Kanaldeckel liegt dort auf 51,17 m ü.NN. Die Parkbuchten werden hier umgebaut und die Fußgänger zukünftig durch den Park geführt.

Die Anbindung der Hochwasserausbaulinie von 9,50 m BP zum späteren 2. Planfeststellungsbereich in Richtung Süden erfolgt in der verlängerten Marienstraße von der Rheinaustraße bis zur Uferpromenade, indem die Linie in dem teilweise neu zu gestaltenden Kinderspielplatz integriert wird.

Die ursprünglich vorgesehene Arena mit Glaspavillon wird ebenso wie die oben erwähnte Brunnenanlage zunächst aus Kostengründen nicht errichtet.

Um den Hochwasserschutz für den planfestgestellten Bereich zwischen Werdstraße/Wolfsgasse und Marienstraße sicherzustellen, muß zumindest für die Übergangszeit, d.h. bis zur Fertigstellung des in Planung befindlichen 2. Planfeststellungsbereiches in südlicher Richtung, eine mobile Absperrung mit ca. 1,15 m Höhe - =52,18 m ü.NN - über die Rheinaustraße - Rhein-km 654,66 - hinweg erfolgen. Die Anbindung durch den Durchgang der Wohnbebauung Hs.-Nr. 163-165 zur Agnesstraße erfolgt durch den Bau einer sich abflachenden Mauer. Die Kreuzung dieser Querschottung durch einen Hausanschluß wird zunächst in Kauf genommen. Der Mischwasserhauptsammler in der Rheinaustraße dagegen wird bei Straßenüberflutung des noch nicht gesicherten südlichen Bereichs auf die 2-fache Trockenwettermenge mittels Schieber gedrosselt. Südlich vor der mobilen Wand und dem Drosselbauwerk besteht in der verlängerten Marienstraße ein abgeschieberter Abschlagkanal zum Rhein, an dem noch 3 Straßeneinläufe angeschlossen sind, der aufgehoben werden kann.

Für das so entstehende südliche Polder zwischen Kennedybrücke und Marienstraße wird in 1998 am Überlauf des in der Parkfläche der verlängerten Friedrich-Breuer-Straße liegenden Regenüberlaufbeckens RÜB 13 eine neues Hochwasserpumpwerk gebaut. Somit wird hier analog dem nördlichen Polder mit dem Hochwasserpumpwerk in der RSE-Trasse einmal die Abwasserableitung bis 9,50 m gewährleistet und andererseits zumindest die Straßenoberkante der Rheinaustraße *trocken gehalten*. Die Pumpen sind so dimensioniert, daß neben dem Abwasser (Schmutz- und Regenwasser), auch das nicht zu vermeidende Drängewasser sowie die von außerhalb zufließende 2-fache Trockenwettermenge abgepumpt werden kann.

Nicht nur die Altbebauung muß bei steigendem Grundwasser ihre Keller fluten, damit die Böden nicht aufschwimmen bzw. brechen. Auch die Tiefgarage des Brückenforums ist mit einer Fußbodenhöhe von 50,20 m ü.NN = 7,56 m BP nicht auftriebssicher gebaut worden und wird durch Ventile automatisch geflutet. Da der Grundwasserstand aus Erfahrung bei 9,50 m BP um rd. 1 m niedriger liegt als der Rheinspiegel, wird sich in der Tiefgarage ein Wasserstand von ca. 1 m über Garagenboden einstellen. Die Ein- und Ausfahrt zur Friedrich-Breuer-Straße liegt mit 51,50 m ü.NN demnach hoch genug, so daß das Polder von hier aus nicht rückwärts geflutet wird.

des vorgesehenen Querprofiles möglich. Mobile Elemente könnten auf oder hinter die Brüstungsmauer aufgeständert werden, ohne daß unmittelbar in die Fundamentierung für den 9,50 m-Schutz wirtschaftlich nicht zu vertretende Investitionen in Vorausleistung getätigt werden müssen, zumal Höhen über 9,50 m BP - wie in Kapitel 4.1.4 beschrieben - in absehbarer Zeit nicht zu verwirklichen sein werden. Deshalb wurde in diesem Konzept auf die geschätzten Mehrkosten in Höhe von ca. 6,0 Mio.DM für einen Schutz bis 11,00 m BP südlich der Kennedybrücke nicht weiter eingegangen.

Zwischen Ringstraße und Ernst-Moritz-Arndt-Straße ist, um den Hochwasserschutz von 9,50 m BP sicherzustellen, die öffentliche Grünanlage in Höhe der Marschstraße -Rhein-km 653,85- um 1,36 m auf 52,36 m ü.NN über das Straßenniveau der Rheinaustraße anzuheben. Auf dem Gelände des alten Beueler Wassersport kann das südliche Polder bei Rhein-km 653,6 geschlossen werden.

4.1.2.4 Ernst-Moritz-Arndt-Straße bis Wasserwerk Limperich

Für einen möglichen höheren Hochwasserschutz als 9,50 m BP wären ggf. mobile Elemente auf 600 m Länge, zwischen dem alten Beueler Wassersport und dem Wasserwerk in Limperich erforderlich. Die Wand hätte in diesem Bereich für einen 11,00 m-Schutz eine max. Höhe von rd. 3,00 m.

4.1.3 PROF.-NEU-ALLEE UND HERMANNSTRASSE

Nach dem Hochwasseralarmplan der Stadt wird die Straßeneinmündung Kaiser-Konrad-Straße/Prof.-Neu-Allee, deren Oberkante - OK - bei ca. 52,80 m ü.NN liegt - Rhein-km 655,2 - ohne die bisherige Sandsackbarriere oder einer anderen mobilen Sicherung ab 10,30 m BP überflutet.

Analog erfolgt die Überflutung des Kreuzungsbereiches Combahnstraße/Prof.-Neu-Allee, deren OK bei ca. 53,15 m ü.NN liegt - Rhein-km 655,1 - ab 10,60 m BP.

Erfolgt aus diesem Straßenabschnitt die Flutung von Vilich- und Schwarzhieindorf, so wird der Querdamm vor dem Klärwerk Beuel - Rhein-km 656,5 - bei einem Pegelstand von 10,97 m = 53,47 m ü.NN überströmt. Das Gefälle des Hochwasserabflusses zwischen Kaiser-Konrad-Straße und Klärwerk von 15 cm ist dann aufgehoben.

Die Auf- und Abfahrt der Kennedybrücke bilden einen Hochpunkt.

Südlich der Brücke wird die Straßenkreuzung Hermannstraße/Friedrich-Breuer-Straße - Rhein-km = 654,845 - etwa ab dem HHW = 10,20 m BP = 52,84 m ü.NN überströmt. Das Überlaufen in das Tiefgebiet von Beuel/LiKüRa erfolgt dagegen über die Friedrich-Breuer-Straße in die Gottfried-Claren-Straße etwa ab 10,90 m BP = 53,54 m ü.NN. Jedoch wird vor-

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

her die Einströmung über den Konrad-Adenauer-Platz aus Vilich-Rheindorf stattfinden, bei einem Pegelstand von rd. 10,50 m.

Die Überströmung der Hermannstraße ist somit vermeintlich kein kritischer Punkt, der zu beachten ist. Die Kanalisation hingegen stellt hier ein Nadelöhr dar, das der ganz besonderen Aufmerksamkeit bedarf.

In der Hermannstraße unmittelbar vor dem Brückenkopfkomplex liegt einmal ein Regenüberlaufbecken - RÜB12 -. In der Brückenkopfbebauung selbst ist ein Hochwasserpumpwerk - HWPW - integriert (siehe Kapitel 3.4.4.1). Aus dem Tiefgebiet Beuel/LiKüRa kommt ein Hauptsammler - HS - als Kanalstauraum - KSR12 - DN1400 mm von der Gottfried-Claren-Straße mit Zulauf aus der oberen Friedrich-Breuer-Straße und endet am RÜB12. Das Abwasser wird hier gemeinsam mit dem von der Prof.-Neu-Allee zufließenden in den ebenfalls in der Prof.-Neu-Allee liegenden HS Ei 900/1350 mm zum Klärwerk Beuel abgepumpt. Ferner kommt von Süden in der Hermannstraße ein gedrosselter Zufluß in diesen HS, aus dem KSR17 DN600/900 mm. Die Überlaufwässer des RÜB12 und des KSR17 werden im Hochwasserfall ab 5,30 m BP über das o.a. HWPW in den Abschlagkanal Friedrich-Breuer-Straße zum Rhein hin abgeleitet. Zusätzlich erfolgt ein Zufluß zum HS mittels Druckleitung aus dem in der Parkfläche der verlängerten Friedrich-Breuer-Straße liegenden RÜB13 (siehe u.a. Kapitel 4.1.2.2.5).

Die Erkenntnis hieraus ist einmal, daß bei Überflutung der Hermannstraße, aber auch bei Überflutung der Prof.-Neu-Allee zwischen den vor beschriebenen Straßenkreuzungen, das Rheinwasser über Kanaldeckel, Sinkkästen und Wohnbebauung in die Kanalisation vor dem HWPW gelangt und selbst bei voller Funktion des HWPW Rückstau in das Tiefgebiet Beuel/LiKüRa und in die übrigen Kanalteilnetze bewirkt. Fällt das HWPW gar aus, was z.B. durch Überfluten der Schaltwarte durchaus aufgrund der bisherigen Erfahrung nicht ausgeschlossen werden kann, so ist eine Katastrophe ebenfalls nicht mehr auszuschließen.

Unter diesen Gesichtspunkten hat die Bezirksvertretung Beuel am 12.06.1996 - TOP 2.4.2 - den Auftrag für eine Voruntersuchung und Vorplanung einer sogenannten 2. *Verteidigungslinie* vergeben.

Nach dieser Planung ist folgende Ausführung der 2. *Verteidigungslinie* zweckmäßig und wie vor begründet als notwendig anzusehen:

- Prof.-Neu-Allee

Der in Richtung Rhein verlaufende Kanal in der Kaiser-Konrad-Straße erhält einen neuen Anfangsschacht vor einer mobilen Hochwasserschutzwand und hat somit keine Anbindung mehr zum Hinterland.

In der Prof.-Neu-Allee wird etwa ab Haus Nr. 47 in Richtung Combahnstraße ein neuer Kanal DN 300 mm verlegt, an den alle rheinseitig liegenden Grundstücksanschlußkanäle angeschlossen werden. Der bestehende HS auf der östlichen Straßenseite wird hierdurch rückstaufrei gegenüber dem Rheinhochwasser aus der westlich liegenden Kanalisation.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Der Anschluß des neuen Kanals erfolgt an den vorhandenen Sammler in der Combahnstraße, der Richtung Rhein verläuft.

Eine mobile Hochwasserschutzwand, die im Norden an den Hochwasserschutzdamm Friedrich-Ebert-Brücke/Kaiser-Konrad-Straße anbindet (siehe Kapitel 4.1.2.1), wird von dort in der Prof.-Neu-Allee zwischen den beiden dann vorhandenen Kanälen bis etwa Haus Nr. 21 aufgestellt. Um den Schutz bis 11,00 m BP sicherzustellen, wird die Oberkante der mobilen Wand auf 53,50 m ü.NN bis 53,60 m ü.NN, also max. 70 cm - 80 cm über Straßenniveau liegen.

Der Schacht in der Kreuzung Combahnstraße/Prof.-Neu-Allee des rheinseitigen Kanals wird als Anfänger in Richtung Süden ausgebildet und erhält keine Verbindung zum Kanal Combahnstraße in Richtung Rhein. Zwischen Combahnstraße und Kennedybrücke sind, sofern noch nicht geschehen, alle Grundstücksanschlußkanäle der Ostseite an den östlichen HS umzuklemmen

Der westlich der mobilen Hochwasserschutzwand verlaufende Kanal ist ab der nördlichen Seite der Kennedybrücke bereits als Drosselstrecke ausgebildet, so daß hierdurch keine Überlastung des Hochwasserpumpwerkes zu erwarten ist.

- Hermannstraße

Vor dem Brückenforum, Ecke Hermannstraße/Friedrich-Breuer-Straße, wird eine mobile Hochwasserschutzwand gesetzt, so daß die Einrichtungen des Pumpwerkes aus dem Überstaubereich herausgenommen sind.

Aus dem Bereich der Josefschule/Sporthalle an der Friedrich-Breuer-Straße/Agnesstraße sind sowohl Kanalanschlüsse in Richtung Hermannstraße als auch in Richtung Agnesstraße vorhanden. Die Untersuchungen ergaben, daß es ohne größeren Aufwand nur vertretbar ist, die Schutzlinie durch das Schulgelände östlich der Gebäude zu führen, wodurch dann vermeintlich nur die Trafostationen geschützt werden. Die Hochwassersicherung der Schulgebäude kann jedoch unabhängig wie bisher erfolgen. In den Anschlußkanal zur Hermannstraße wird ein Handschieber eingebaut, um hier ggf. die Verbindung unterbrechen zu können.

Die Querung der Friedrich-Breuer-Straße, zwischen Brückenkopfbebauung und Schulgelände sowie des Schulgeländes, erfolgt mit mobilen Elementen. Zwischen dem Schulgelände und etwa der Johann-Link-Straße, also parallel zur Hermannstraße bzw. zur Agnesstraße, ist die Schutzlinie als feststehende Mauer entlang der Grundstücksgrenzen mit einer max. Höhe von 1,20 m vorgesehen. Der Treppenabgang zur Tiefgaragenverbindung Hermannstraße/Agnesstraße wird in den Schutz mit einbezogen. Die Tiefgaragenzufahrt Agnesstraße zwischen Haus Nr. 19 und Nr. 21 muß unten an der Durchfahrt wasserdicht verschlossen werden, so daß von hier kein Oberflächenwasser eindringen kann.

Abschluß der Schutzmaßnahme bildet eine mobile Wand, die die Hermannstraße quert und an die St. Josefs Kirche - Rhein-km 654,7 - mit einer max. Höhe von 0,60 m = 53,67 m ü.NN anbindet. In den im KSR17 auf der Hermannstraße/Gottfried-Claren-Straße befindlichen Schacht ist ein Handschieber einzubauen, damit hier auf die Leistungsfähigkeit des HWPW gedrosselt werden kann.

4.1.4 BEURTEILUNG DER GEPLANTEN HOCHWASSERAUSBAUHÖHE VON 9,50 M BP MIT DEN IN DISKUSSION STEHENDEN HÖHEN VON 10,20 M BP UND 11,00 M BP SÜDLICH DER KENNEDYBRÜCKE

Für die Genehmigung des 2. Planfeststellungsbereiches südlich der verlängerten Marienstraße ist es wichtig einen Kenntnisstand darüber zu haben, welches Retentionsvolumen bei der Hochwasserausbauhöhe bzw. bei Alternativhöhen verloren gehen. Nur bei Kenntnis hierüber kann eine Abwägung über vorgesehene Ausbaumaßnahmen seitens der Aufsichtsbehörden erfolgen und ggf. Ausgleichsmaßnahmen festgeschrieben werden.

Nach einer überschläglichen Ermittlung entfallen durch eine Ausbauhöhe in 1. Linie, so wie in den vor stehenden Kapiteln beschrieben, bei

- 11,00 m BP >660.000 m³
- 10,20 m BP 360.000 m³
- 9,50 m BP 110.000 m³

Retentionsraum. Die vorhandene Bebauung ist in diesen Zahlen schon nicht mehr enthalten.

Wie u.a. im Kapitel 4.1.1.10 beschrieben, ist ein Ausgleich von Retentionsraum im Stadtgebiet von Bonn nur an der Sieg möglich.

Zur 11,00 m-Höhe kommt hinzu (siehe Kapitel 3.4.4) daß das Kanalnetz hierfür nicht ausgelegt ist und erhebliche zusätzliche Investitionen in Millionenhöhe getätigt werden müßten, die heute nicht greifbar sind. Die Ausbaulinie müßte bis zum Wasserwerk in Limperich gezogen werden, mit mobilen Elementen, die dann ab Ernst-Moritz-Arndt-Straße Höhen von 2,50 m bis 3,00 m aufwiesen. Wird zudem auf der fast 2 km langen Strecke südlich der Kennedybrücke die dann vorhandene max. Schutzhöhe von 4 m objektiv betrachtet, so kann ein technisches Versagen nie ganz ausgeschlossen werden. Todesfälle könnten hierdurch ebenfalls nicht ausgeschlossen werden.

Die Bezirksregierung Köln hat aus dieser Kenntnis heraus bereits mehrfach deutlich gesagt, daß ein solcher Hochwasserschutz nicht genehmigungsfähig sei.

Für eine 10,20 m-Höhe wäre die erforderliche Länge etwa 150 m kürzer, aber immer noch hätten die mobilen Elemente Höhen von bis zu 2,00 m, auf der Gesamtstrecke folglich bis über 3,00 m.

Die gesamte mit mobilen Elementen zu versehenende Strecke, von der Kennedybrücke bis zur Sportanlage vor dem Wasserwerk in Limperich, beliefe sich auf fast 2 km. Aufbau und Vorhaltung einer solchen Hochwasserschutzes sowie dessen Gewährleistung ist realistisch gesehen in Bonn nicht umsetzbar.

Betrachten wir nur den Minimalausbau von 9,50 m BP, so ist selbst für diese Höhe die Schaffung eines Ausgleiches nicht einfach (siehe Kapitel 4.4).

Jedoch hat zunächst hier die Aussage aufgrund der Modellrechnung der Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe aus 1990 Gültigkeit, daß vom 9,50 m-Ausbau in Beuel keine negative Beeinflussung des Hochwasserabflusses für Ober- und Unterlieger nachzuweisen ist (siehe Kapitel 4.1.2.2). Vielmehr erfolgt bei Hochwasserständen >9,50 m BP die Flutung des bis dahin geschützten Uferbereiches, wodurch die heute vorhandene Retentionsfläche fast vollständig zur Verfügung steht.

Der reine 9,50 m-Ausbau mit dem Radwegedamm in einer Höhe von ca. 8,60 m BP (siehe Kapitel 4.1.2.3, Bild 17) verringert auf der Ausbaustrecke, verlängerte Marienstraße bis Ernst-Moritz-Arndt-Straße, den Retentionsraum um etwa 4.000 m³ bis 5.000 m³.

Unabhängig vom 9,50 m-Ausbau ist die Sicherstellung der 2. Verteidigungslinie - Prof.-Neu-Allee/Hermannstraße - (siehe Kapitel 4.1.3) zu betreiben, damit der mögliche Katastrophenfall, Überflutung des Tieflandes Beuel/LiKüRa sowie Rheindorf überschaubar und beherrschbar bleibt.

4.2 BAD GODESBERG

4.2.1 MEHLEM

Nach dem Hochwasser vom Februar 1970, mit einem Scheitelwert am 25. von 9,44 m BP, wurden auch auf der linksrheinischen Seite von Bonn die Stimmen laut, die über einen verbesserten Hochwasserschutz nachdachten.

Dies erfolgte erstlinig für Mehlem und hier insbesondere für die vorgesehene Erschließung des Gebietes Im Frankenkeller/Am Vogelsang südlich der Gunterstraße.

Nach Ausarbeitung eines Vorentwurfes mit alternativen Schutzhöhen beschloß der Hauptausschuß am 01.06.1976 - TOP 1.5.22 - nach Mitberatung des Bauausschusses und der Bezirksvertretung Bad Godesberg:

Die Verwaltung wird beauftragt, die Planungen für den Hochwasserschutz und für die Erschließung in Bonn-Mehlem auf der Grundlage des vom Tiefbauamt ausgearbeiteten Vorentwurfes vom November 1974 unter Zugrundelegung eines Ausbauhochwasserstandes von 9,10 m BP (entspricht

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

heute 10,10 m BP; siehe Kapitel 3.2.3) *aufzustellen und das erforderliche Planfeststellungsverfahren zu beantragen.*

Die damals recht gut in das Landschaftsbild zu integrierende alternative Schutzhöhe von 9,50 m BP wurde erstlinig deshalb nicht weiter verfolgt und der 10,10 m-Schutz vorgesehen, weil die Bezirksregierung Köln mit Verfügung vom 28.08.1975 mitteilte, daß ein Hochwasserausbau unter 10,10 m BP nicht bezuschußt würde. Bei den damals geschätzten Baukosten von 2,3 Mio.DM war deshalb der Beschluß bzgl. der Ausbauhöhe schon vorgegeben.

Zunächst wurde daraufhin als 1. Bauabschnitt Anfang 1979 ein Querdamm im Mehlemer Süden bei Rhein-km 642,8 mit Anbindung an die Straße Im Frankenkeller gebaut. Die Höhe des Erddammes liegt mit einem Sicherheitsfreibord von 50 cm auf 56,03 m ü.NN = 10,60 m BP. Hierdurch erfolgte eine unmittelbare Verbesserung des Hochwasserschutzes, da vorher bereits ab etwa 8,60 m BP das Rheinwasser in das Polder südlich der Gunterstraße strömte.

Parallel wurde das Poldergebiet nach genehmigten Entwürfen kanalisiert und mit Bau eines Hochwasserpumpwerkes 1986 sowie Regenüberlaufbeckens - RÜB610 - 1990 in der Gunterstraße - Rhein-km 643,450 - einmal die ordnungsgemäße Abwasserableitung und der Hochwasserschutz bis 9,20 m BP sichergestellt. Durch Sandsackbarrieren konnte diese Höhe in den folgenden Hochwasserperioden noch geringfügig heraufgesetzt werden.

Der Bebauungsplan - Nr. 8414-17 - für den Bereich südlich der Gunterstraße setzt diesbezüglich fest, daß die Erdgeschoßhöhen der Neubauten auf 55,96 m ü.NN liegen müssen, um ca. 50 cm über dem HHW = 10,10 m BP. Leider erfolgte dann mit der Bebauung zwischen 1978 und 1988 die Straßenanbindung der tiefliegenden Garagenzufahrten ohne entsprechende Abstimmung mit dem vorgesehenen Hochwasserschutz, so daß 1988 mit dem Straßenausbau die Straßengradiente nicht höher gelegt werden konnte, als heute vorhanden.

Diesen Werdegang vorausgeschickt, stellt sich heute der mögliche/machbare Hochwasserschutz für Mehlem wie folgt dar:

Nach dem Umdenken über mögliche Schutzhöhen, auch bei der Bezirksregierung Köln, erscheint es analog Beuel vertretbar und auch umsetzbar (siehe Kapitel 4.1.4), zwischen dem Hochwasserquerdamm in Höhe der Villa Eugenie und der Viktor-Schnitzler-Straße sowie westlich der Nibelungenstraße, einen Schutz bis 9,50 m BP zu gewährleisten. Für die Bebauung zwischen Nibelungenstraße und Rhein ist dies nur auf privater Ebene möglich, sofern dies nicht bereits erfolgt ist.

Um den Hochwasserschutz von 9,50 m BP in o.a. Bereich zu erreichen, reichen 1 Querschott neben dem Hochwasserpumpwerk Gunterstraße sowie streckenweise Borde und mobile Elemente geringer Höhe <0,50 m aus. Die Kanalverbindungen der rheinseits liegenden Grundstücke werden nicht gesondert gesichert, da ein hierüber erfolgender Hochwasserzufluß durch

das Hochwasserpumpwerk an der Austraße zu keiner Überlastung des Kanalnetzes führen wird.

Detailangaben können erst nach einer genauen Vermessung der Örtlichkeit erfolgen. Die zu erwartenden Kosten liegen in einem vertretbaren Rahmen, die sich bei Hochwasser schnell amortisieren.

Auch hat die Maßnahme den Vorteil, daß auf die bisherigen Sandsackbarrieren verzichtet werden kann. Eine Hochwassersicherung der Kanaldeckel und Straßeneinläufe, die außerhalb des zu sichernden Bereiches unter 9,50 m BP liegen, über die bei Überflutung Rheinwasser in die Kanalisation eindringt, werden ebenfalls aufgrund des vorhandenen Hochwasserpumpwerkes - HWPW - an der Austraße nicht gesondert gesichert. Die Kapazität des HWPW reicht aus, da einmal während des Hochwassers nicht mit einem Berechnungsregen zu rechnen ist (siehe Kapitel 3.4.4.4) und Leistungsreserven vorhanden sind.

Auch würde ein Sichern der Straßeneinläufe fraglich sein, da über die Einläufe auf den dortigen Grundstücken das Rheinwasser dennoch in den Kanal gelangt. Deshalb wurden bzw. werden nur Einläufe gesichert oder ganz geschlossen, wo der Abfluß nicht über ein HWPW erfolgt, sondern über ein Mischwasserpumpwerk, das in der Regel nur die 2-fache Trockenwettermenge fördern kann.

Die Deckelhöhen der tiefsten ungesicherten Kanalschächte liegen derzeit auf 7,84 m und 8,75 m BP.

4.2.2 LANNESDORF

In den letzten Jahren sind die Kanalschächte in den vom Hochwasser betroffenen Bereichen, insbesondere im HS am Rheinufer, hochwasserfrei hier = 10,10 m BP ausgebaut worden. In die Sinkkasteneinläufe wird bei Hochwasser ein Verschlussteller eingelegt.

Die letzte noch zu sichernde Kanalstrecke liegt im John-J.-McCloy-Ufer zwischen Am Rheinblick und dem HWPW Austraße. Es sind noch 7 Schächte anzupassen.

An diesem Rheinabschnitt liegt die Amerikanische Botschaft und das Bundesbauministerium. Diese Liegenschaften sind durch einen privaten Deich bis derzeit rd. 10,10 m BP geschützt. Die Entwässerung erfolgt bei Hochwasser über ein eigenes Pumpwerk in das städtische Kanalnetz zur Deichmanns Aue/Au Straße.

Ohne die *Bachabriegelung* wäre für die Sicherung der nur nördlich der Simrockallee liegenden ca. 30 Häuser ein bis zu 2 m hohes Dammtor-/Mauersystem zu schaffen. Die Zuflüsse der Häuser zwischen Godesberger Bach und Simrockallee müßten ggf. über ein eigenes Kanalsystem entsorgt werden, da sie nicht in diesen Hochwasserschutz einbezogen werden könnten und nicht über ein HWPW entwässert werden (siehe Kapitel 4.2.1). Auch hier wären die Kosten noch hoch und der technische Aufwand kaum vertretbar.

Ein Hochwasserausbau im Mündungsbereich des Godesberger Baches für 10,10 m BP wird deshalb nicht weiter verfolgt.

Wird aber auch hier *nur* die Höhe von 9,50 m BP betrachtet, so ist für die tiefliegenden Grundstücke entlang der Straße Am Büchel, zwischen Simrockallee und der Kreuzung Dollendorfer Str./Mühlenstraße ein Schutz möglich.

Mit einer mobilen Wand im Kreuzungsbereich Am Büchel/Simrockallee, parallel des Godesberger Baches ist die Sicherung für 9,50 m BP mit einem geringen Aufwand machbar, sofern die örtlich vorhandenen Grundstücksbegrenzungsmauern genutzt werden.

Hiergegen sind keine Hinderungsgründe ersichtlich. Noch nicht gesicherte Schachtabdeckungen und Straßeneinläufe sind entsprechend nachzurüsten. Ansonsten sind hier keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

4.3 BONN/GRAURHEINDORF

Die Kanalschächte im Rheinuferbereich, die unter 8,50 m BP liegen, wurden in den letzten Jahren mit tagwasserdichten - bzw. druckwasserdichten Schachtabdeckungen versehen. In die Straßeneinläufe werden vor Überflutung Verschlüßsteller eingebaut.

Da mittlerweile die Mischwassereinleitungsstellen durch den Bau von Kanalstauräumen und Regenüberlaufbecken saniert sind, ist eine weitere Sicherung der Schächte gegen einströmendes Rheinwasser bis etwa 9,50 m BP sinnvoll und durchführbar. Etwa 50 Schächte sind anzupassen.

Bei höheren Rheinwasserständen ist der Zufluß aus der Wohnbebauung gegeben, wodurch aus heutiger Sicht eine Sicherung für solche Pegelstände keinen Nutzen bringen wird.

Für Graurheindorf ist bis auf noch im Detail zu untersuchende Einzelschächte kein verbesserter Schutz über 8,50 m BP erkennbar.

Für den Mündungsbereich des Rheindorfer Baches in den Rhein gilt das in Kapitel 4.2.3 zum Godesberger Bach Gesagte.

Hier ist kein verbesserter Hochwasserschutz möglich, es ist nichts weiteres zu veranlassen.

4.4 AUSGLEICHSMASSNAHMEN FÜR DIE GEPLANTEN HOCHWASSERSCHUTZBAUTEN

Ausgleichsmaßnahmen für die Hochwasserschutzbauten in Beuel (siehe Kapitel 4.1.2.3) und in Bad Godesberg (siehe Kapitel 4.2.1 und 4.2.3) sollten folgende Maßnahmen des Bachentwicklungsplanes -BEP- sein:

- Vilicher Bach, Bach-Nr. 6a, Maßnahme W5; im BEP wie folgt beschrieben:

Zwischen Geislarstraße und der L16 sollte der z.Z. sehr geradlinig verlaufende eingedeichte Bach auf 800 m Länge natürlicher gestaltet werden. Unter Einbeziehung der tiefliegenden Wiesen südlich des Baches, die sich in Privatbesitz des Landschaftsverbandes befinden, könnte die jetzige Eindeichung des Baches wesentlich aufgewertet werden. Es würde ein natürlicher Überflutungsraum geschaffen, der durch entsprechende Gehölzpflanzungen eine wertvolle ökologische Bereicherung erfährt.

Die Bereitstellung dieses einige tausend m³ großen Rückhalteraaumes wird sich positiv auf die Leistungsreserven des Hochwasserpumpwerkes auf dem KW Beuel auswirken und ist somit ein unmittelbarer Ausgleich für die Ausbaumaßnahmen in Beuel. Die Kostenschätzung (siehe Kostenzusammenstellung Anhang 3) ist aus 1987 und dem BEP entnommen. Sie kann durch Reduzierung in der Geländegestaltung eingehalten werden.

- Mehlemer Bach, Bach-Nr. 1, Maßnahme W3; im BEP wie folgt beschrieben:

Anlage eines Stauteiches nördlich der Schießsportanlage zur Verbesserung der Wasserqualität mittels Schilf-Röhrichtzonen.

Diese Maßnahme kann als unmittelbarer Ausgleich für die geringe Schutzmaßnahme in Mehlem und Plittersdorf gesehen werden. Die Kostenschätzung ist wie vor dem BEP entnommen und wurde angepaßt.

- Engelsbach, Bach-Nr. 5.1, Maßnahme W1; im BEP wie folgt beschrieben:

Beseitigung von 30 m Betonrinne und 15 m Verrohrung DN 500 mm vor bzw. hinter dem Damm des Regenrückhaltebeckens und naturnahe Gestaltung der Bachsohle sowie Anhebung der Dammkrone zwecks Vergrößerung des Rückhaltebeckens.

Für diese Maßnahme ist gemäß Beschluß der Bezirksvertretung Bonn vom 01.10.1996 das Planfeststellungsverfahren zu beantragen. Die Kosten gemäß Vorlage gehen über jene nach BEP hinaus, da hier zusätzlich die Sanierung der Bachverrohrung unter dem Melbbad dringend erforderlich ist. Die Maßnahme kann ebenfalls als Ausgleich für den Hochwasserschutz in Mehlem und Plittersdorf gesehen werden.

- Rheindorfer Bach, Bach-Nr. 5a, Maßnahme W1; im BEP wie folgt beschrieben:

Renaturierung mit Anlegung von Teichen und Bepflanzung im Rahmen des Grünordnungskonzeptes Rheindorfer Bach zwischen BAB565 und Mündung in den Rhein auf 1500 m.

Diese Maßnahme (1. und 2. BA) könnte für einen zusätzlichen Ausgleich vorgesehen werden, um gegenüber den Ober- und Unterlieger nicht nur einen Ausgleich der Hochwasserschutzmaßnahmen zu dokumentieren, sondern um hiermit auch zu einer Verringerung der Hochwassergefahr, wenn auch im Ergebnis nur im kleinen Umfang, beizutragen. Die Kosten sind den Entwurfsplanungen entnommen. Da die Genehmigung für den 1. BA am 17.07.2001 abläuft und eine Verlängerung nicht mehr möglich ist, müsste mit den Bauarbeiten vorher begonnen werden. Der 2. BA mit Kosten in Höhe von 2,9 Mio.DM kann unabhängig von den Ausgleichsmaßnahmen zur gegebenen Zeit folgen.

5 KOSTEN

Für die bereits beschlossenen bzw. vorgeschlagenen Einzelmaßnahmen wurden die Kosten je nach Planungsstand ermittelt und in der Tabelle Kostenzusammenstellung (Anh. 3) auf 10 Jahre nach Priorität aufgeteilt.

Für den Hochwasserschutz sind hiernach in den nächsten 10 Jahren 19,1 Mio.DM aufzubringen. Die Kosten für die Ausgleichsmaßnahmen betragen 4,8 Mio.DM.

Auf die rd. 300.000 Bonner Einwohner bezogen ergibt sich somit pro Kopf eine Belastung von etwa 80 DM.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Die Hochwasserereignisse der letzten Jahre haben zu erheblichen Schäden und aufgrund der kürzeren Zeitintervalle zu intensiven öffentlichen Diskussionen geführt. Fragen werden gestellt, Verunsicherungen machen sich breit. Forderungen nach zusätzlichen Retentionsflächen konkurrieren mit Forderungen nach höheren Schutzanlagen.

Im gesamten Rheineinzugsgebiet liegen die Hochwasserkompetenzen bei 9 (6) europäischen Staaten und 7 deutschen Bundesländern. Städte wie Bonn haben die Verantwortung für ihr Stadtgebiet und ihren eigenen Schutz selbst zu tragen.

Deshalb wurde für Bonn ein Hochwasserkonzept erstellt, das einerseits Lösungsansätze zur wirksamen Reduzierung der Hochwasserspitzen aufzeigt, andererseits einen eigenen wirksamen Hochwasserschutz beinhaltet, der auch gegenüber Unter- und Oberlieger vertreten werden kann.

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

Die Konzeption geht soweit erforderlich auf die Grundlagen des Rheinhochwassergeschehens ein. Nur bei Kenntnis dieser Zusammenhänge lassen sich konkrete Wertungen und Beurteilungen ableiten.

Dabei kommt der Darstellung der Hochwasserursachen ein besonderes Gewicht zu. Zum einen ist die Kenntnis über die Entstehung und Überlagerung der Hochwasserwellen wichtig. Zumal auf deren Größenordnung neben dem Grad der Versiegelung Rückhalteflächen sowohl positiven als auch negativen Einfluß ausüben können.

Hierzu ist festzuhalten, daß die bisher angedachten und geplanten Retentionsmaßnahmen in Frankreich, Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz in keiner Weise ausreichen, um am Oberrhein wieder die Verhältnisse zu schaffen, wie sie vor 1955 bestanden. Entsprechend der deutsch-französischen Vereinbarung von 1982 muß diese Korrektur mit allem Nachdruck eingefordert werden. Dem Land Nordrhein-Westfalen kommt hierbei eine besondere Verantwortung zu.

Jedoch dürfen die Fehler am Oberrhein nicht isoliert gesehen werden. Das Konzept geht auch auf die übrigen im Einzugsgebiet gemachten Fehler ein.

Die Verantwortlichkeit, Hochwasserschutz im Sinne des Verursacherprinzips gegenüber den Unterliegern zu betreiben, erfordert im gesamten Rheineinzugsgebiet eine Entwicklungsplanung, nach der die Fehler der Vergangenheit korrigiert werden müßten und neue Fehlentwicklungen ausschließt. Bonn selbst muß hier mit gutem Beispiel vorangehen, um so auch Forderungen gegenüber anderen glaubhaft erheben zu können.

Im vorliegenden Konzept wurden deshalb Maßnahmen zum vorbeugenden Hochwasserschutz beschrieben. Neben der Schaffung von Retentionsräumen, hierzu zählen auch jene in den Bächen, wurde auf die Bodenentsiegelung, Regenwasserversickerung und Renaturierung von Bächen eingegangen.

Daneben wurden die konkreten baulichen Hochwasserschutzmaßnahmen für Bonn beschrieben und die verschiedenen Schutzhöhen gewertet.

Die Bereitstellung eines nennenswerten Retentionsraumes kann in Bonn aus Gründen wie u.a. in Kapitel 4.1.1.10 beschrieben mittelbar nicht realisiert werden. Ob dies langfristig umgesetzt werden kann, wird die Zeit zeigen.

Die Aufbereitung der letzten Hochwasserereignisse führt in jedem Fall und auch unabhängig von weiteren Entwicklungen im Rheineinzugsgebiet für Bonn zu einer berechtigten Forderung nach besserem Hochwasserschutz. Kritische Stimmen, die vor weiteren Schutzmaßnahmen auch für bebaute Gebiete aus Gründen entfallender Retentionsflächen warnen, sind zurückzuweisen. Einer über Jahrhunderte gewachsenen Stadt wie Bonn kann nicht verwehrt werden, vorhandene Siedlungsflächen so gut wie möglich zu schützen. Dies umso mehr, weil das Konzept die zukünftigen Schutzanla-

Hochwasserschutzkonzept der Bundesstadt Bonn

gen für einen Bemessungswasserstand von 9,50 m BP und nicht für das HHW = 10,10 m BP bzw. 10,20 m BP oder höher beinhaltet.

Bei den Überlegungen waren die Auffassungen des Landes NW und der Bezirksregierung Köln zu berücksichtigen.

Bei der Durchführung der geplanten Maßnahmen ist die örtliche Lage der Hochwasserschutzanlagen zu berücksichtigen. Es ist aus gestalterischen Gründen nicht überall möglich, feste Mauern bis zum Bemessungswasserstand zu errichten. Vielmehr müssen in einigen Teilbereichen mobile Anlagen geschaffen werden. Hierbei wurde berücksichtigt, daß die Vorhaltung und der Aufbau der mobilen Elemente sehr zeit- und personalintensiv sind und bezüglich der Montage und Sicherheit Höhengrenzen von maximal 2 m nicht überschritten werden sollten. Auch die Lagerung und Wartung bedurfte der Beachtung.

Bei allen Überlegungen zur Erhöhung der Hochwasserschutzmaßnahmen wurde berücksichtigt, daß die Risiken und Gefahren für die tiefliegenden Gebiete nicht größer werden.

So erfolgte auch die Anpassung der Hochwassermaßnahmen an die Stadtentwässerung so, daß eine reibungslose Abwasserableitung und -behandlung bei den höchsten Rheinwasserständen, wenn auch eingeschränkt, noch möglich bleibt.

Die vorgesehenen Maßnahmen des konstruktiven Hochwasserschutzes in Beuel sind grundsätzlich zuschußfähig. Hierfür sind Zuwendungen von bis zu 80 % zu erwarten. Es ist davon auszugehen, daß sich i.M. ein Zuwendungssatz von etwa 50 % ergibt.

Die Grundlagen und die speziellen Maßnahmen der Hochwasser- und Katastrophenvorsorge sind im Sonderalarmplan Hochwasser und im Katastrophenschutzplan erfaßt, die im Einvernehmen mit den technischen Dienststellen nach Bedarf aktualisiert werden und deshalb nicht als Bestandteil des Hochwasserschutzkonzeptes eingehen mußten.

Die Ausführungen haben gezeigt, daß der organisatorische und technische Handlungsbedarf im gesamten Rheineinzugsgebiet groß ist. Neben den staatlich verantwortlichen Stellen ist jeder einzelne aufgerufen, seiner Umweltverantwortung besser als bisher gerecht zu werden. Bei allen Aktivitäten und Korrekturen können Hochwasser jedoch nicht verhindert werden. Sie sind Naturereignisse, vor denen es keinen absoluten Schutz geben wird. Dennoch lohnen sich alle Anstrengungen, um die Situation unserer Stadt zu verbessern und die negativen Auswirkungen der vielen kleinen und größeren Hochwasserereignisse zu minimieren.

Abbildungsverzeichnis

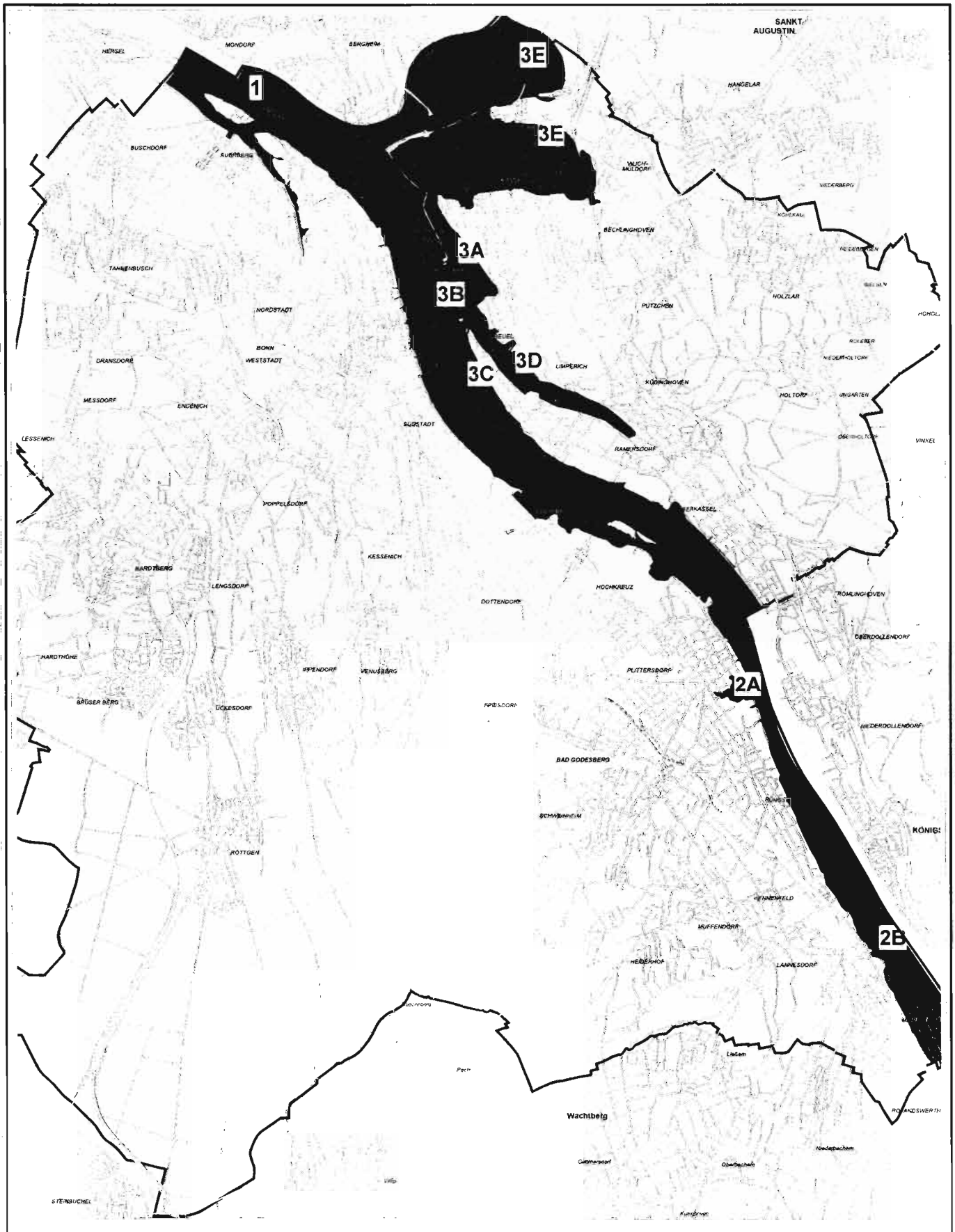
Bild 1:	Längenprofil des Rheines	7
Bild 2:	Schematische Darstellung eines Hochwasserereignisses	9
Bild 3:	Pegel Bonn	11
Bild 4:	Kilometertafel	14
Bild 5:	Die halbe Kilometertafel	14
Bild 6:	Hektometerstein	15
Bild 7:	Veränderung der Hochwasserwelle durch Flußbegradigungen	17
Bild 8:	Aufschüttung am Bonner Rheinufer nördlich des Oberbergamtes 1950	18
Bild 9:	Niederschlagswasserversickerung auf befestigter und unbefestigter Fläche	20
Bild 10:	Hydraulischer Grundbruch	24
Bild 11:	Siegdeichaufbau	43
Bild 12:	Deichprofil am Jüdischen Friedhof	49
Bild 13:	Deichprofil in Höhe der Doppelkirche	50
Bild 14:	Deich Wolfsgasse	54
Bild 15:	Aufständigung entlang der Basaltunion	57
Bild 16:	Querprofil bei Rhein-km 655,033	58
Bild 17:	Regelprofil zwischen Rhein-km 654,0 und 654,6	61
Bild 18:	Straßenkreuzung Am Büchel/Simrockallee	69

Tabellenverzeichnis


Tabelle 1:	Höchste Wasserstände über 8,25 m Bonner Pegel von 1900 bis heute	10
Tabelle 2:	Flächengrößen	19
Tabelle 3:	Überflutungsgebiete bei einem Rheinwasserstand von 11,00 m BP ohne Hochwasserschutz	23
Tabelle 4:	Kanalalter	26

Anlagenverzeichnis

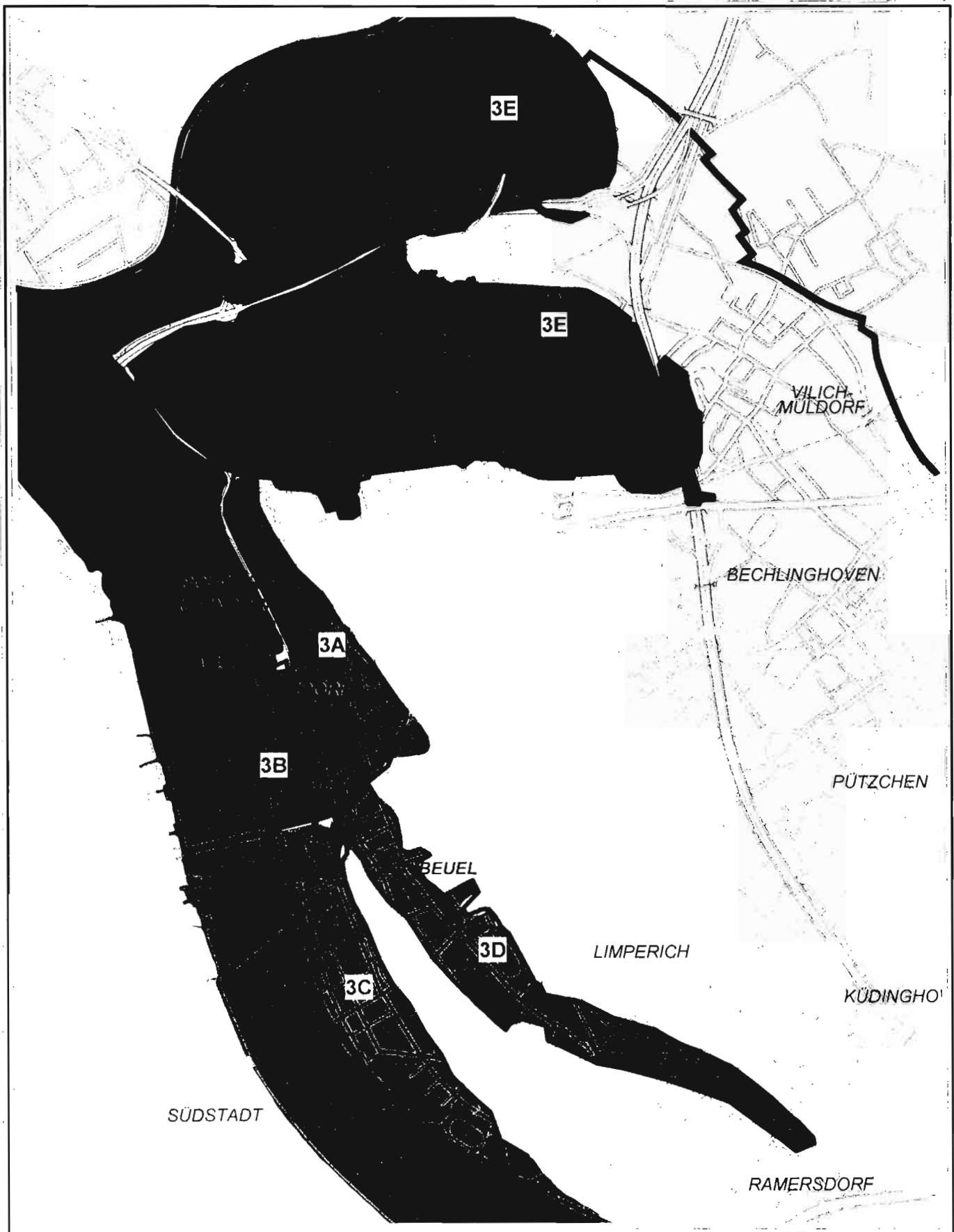
Anhang 1:	Karte mit der Überflutungsfläche im Stadtgebiet Bonn bei 11,00 m BP
Anhang 2:	Karte mit den bei HW in Bonn betroffenen Teileinzugsgebieten
Anhang 3:	Kostenzusammenstellung



Hochwasserprognose 11m Bonner Pegel

 Hochwasserverlauf bei 11 m Bonner Pegel (Prognose)

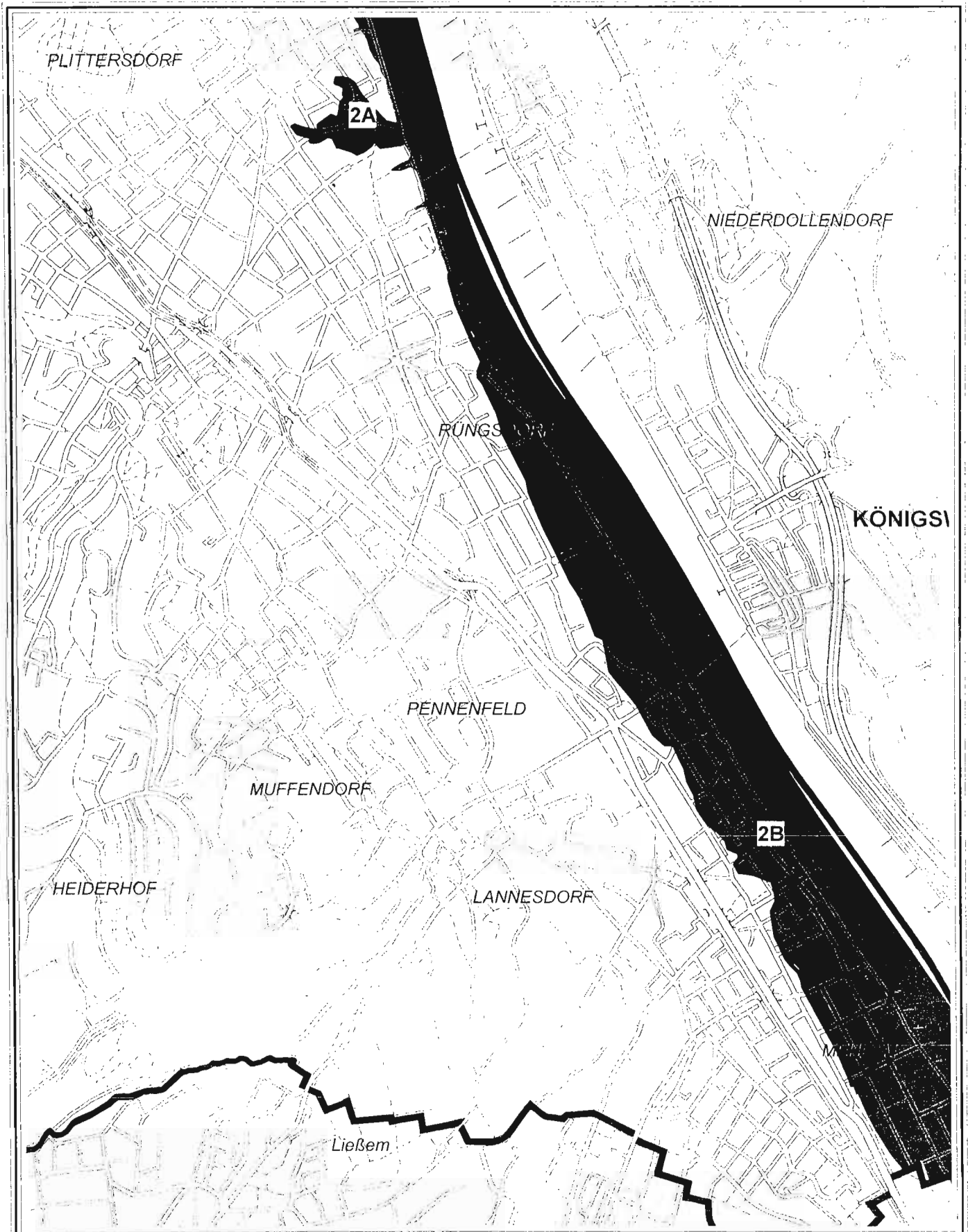
Maßstab: 1 : 70000




Hochwasserprognose 11m Bonner Pegel

■ Hochwasserverlauf bei 11 m Bonner Pegel (Prognose)

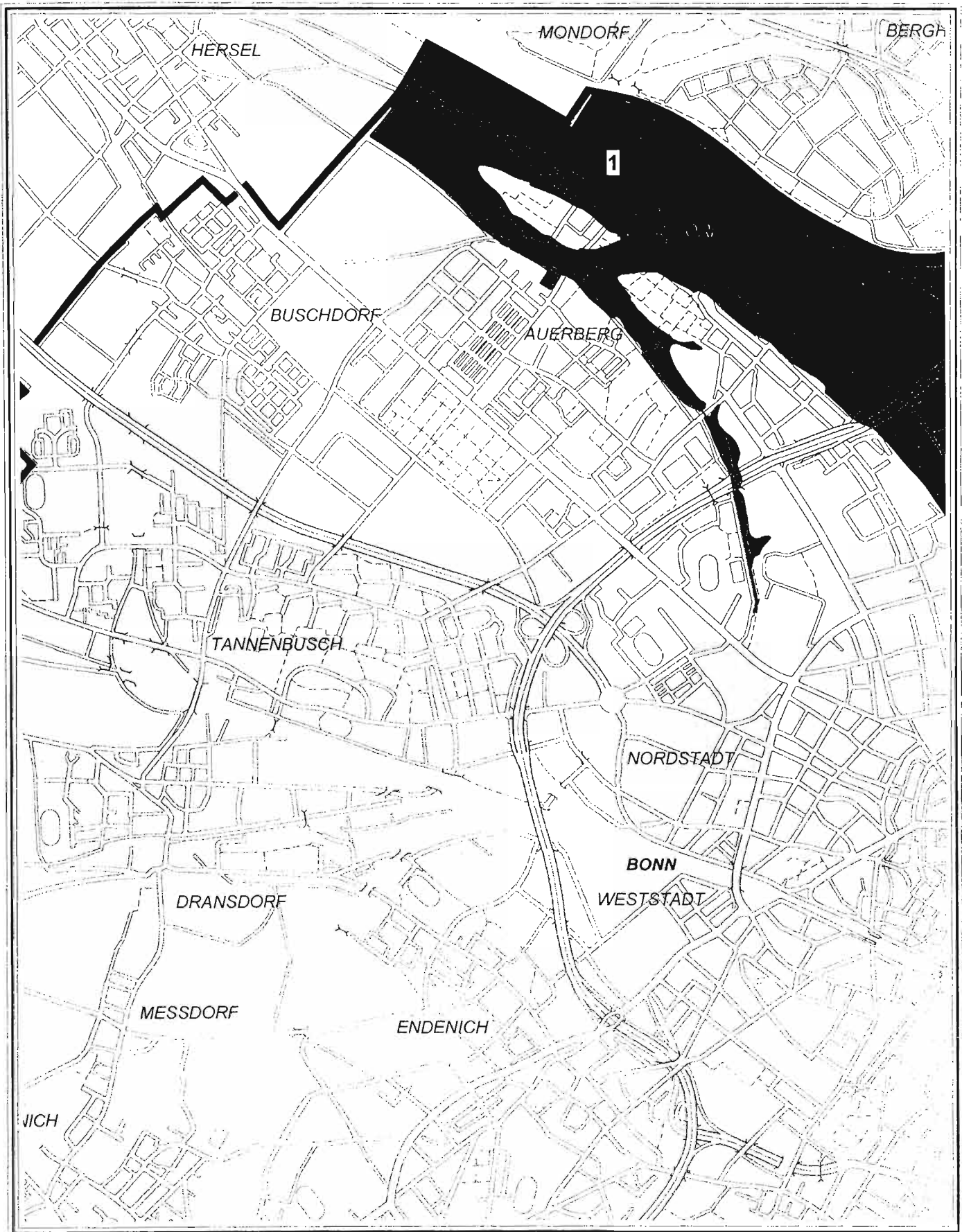
Maßstab: 1 : 25000




Hochwasserprognose 11m Bonner Pegel

 Hochwasserverlauf bei 11 m Bonner Pegel (Prognose)

Maßstab: 1 : 25000



Hochwasserprognose 11m Bonner Pegel

 Hochwasserverlauf bei 11 m Bonner Pegel (Prognose)

Maßstab: 1 : 25000

Kostenzusammenstellung

Maßnahme	Kapitel	Ges.-Kos. (in Mio. DM)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Bemerkungen
Friedrich-Ebert-Brücke bis KW Beuel, Querdamm	4.1.2.1	0,6					0,6						
KW Beuel, Querdamm bis Kaiser-Konrad-Straße	4.1.2.1	0,1										0,1	
Durchlaß Bröhltalbahn bis südlich Bahnhofchen	4.1.2.2.3	1,6	0,5	1,1									3. BA etatisiert
Bahnhofchen bis Kennedybrücke	4.1.2.2.4	3,0		0,2	1,4	1,4							4. BA etatisiert
Kennedybrücke bis Marienstraße	4.1.2.2.5	3,3	3,1										5. BA etatisiert
Marienstraße bis Ernst-Moritz-Arndt-Straße	4.1.2.3	8,4						0,4	2,0	2,0	2,0	2,0	
Prof.-Neu-Allee	4.1.3	1,0			0,3	0,7							
Hermannstraße	4.1.3	0,6					0,2	0,4					
Mehlem	4.2.1	0,3			0,3								
Lannesdorf	4.2.2	0,1		0,1									
Plittersdorf	4.2.3	0,1		0,1									
Bonn/Graurheindorf	4.3	0,1				0,1	0,1						
			3,6	1,5	2,0	2,2	0,9	0,8	2,0	2,0	2,0	2,1	Σ = 19,1
Ausgleismaßnahmen													
Vilicher Bach	4.4	1,8								0,3	1,5		
Mehlemer Bach	4.4	0,2						0,2					
Engelsbach	4.4	1,5			0,5	1,0							
Rheindorfer Bach	4.4	4,2			0,1	0,3	0,9						1. BA
			0,0	0,0	0,6	1,3	0,9	0,2	0,0	0,3	1,5	0,0	Σ = 4,8

