

Mobiler Hochwasserschutz im Einsatz am Beispiel der Stadt Köln

Volker Lüdicke

Abstract

The Cologne flood protection concept was unanimously decided on by the City of Cologne Council on February 1, 1996. The concept was created following the two floodings in 1993 and 1995 as a holistic municipal action plan. In between 2004 and 2009, the Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR enhanced the above-ground flood protection and flood control of the sewer system extensively, with the result that the City of Cologne is now protected against a 100-year flood (HQ100), extending partially to a HQ200 protection level. The above-ground flood protection system primarily is achieved through technical buildings, such as dikes with sheet piles inside, stationary walls and a mobile flood protection system. The presentation illustrates different aspects of the planning and operation procedures to assure flood protection.

Zusammenfassung

Das Hochwasserschutzkonzept Köln wurde am 1. Februar 1996 einstimmig vom Rat der Stadt Köln verabschiedet. Das Konzept wurde nach den beiden Hochwasserereignissen 1993 und 1995 als ganzheitlicher kommunaler Aktionsplan angelegt. Auf dieser Grundlage haben die Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR, in den Jahren 2004 bis 2009 den oberirdischen Hochwasserschutz und den Hochwasserschutz des Kanalnetzes in großen Teilen erneuert, so dass die Stadt Köln nun gegen ein 100-jährliches bzw. in Teilbereichen sogar gegen ein 200-jährliches Rheinhochwasser geschützt ist. Der oberirdische Hochwasserschutz wird in erster Linie durch technische Bauwerke, wie z. B. Deiche mit eingestellten Spundwänden, stationäre Wände und mobile Hochwasserschutzanlagen, realisiert. In meinem Vortrag wird auf unterschiedliche Aspekte der Planung und beim Betrieb der Hochwasserschutzanlagen hingewiesen.

1 Historie und allgemeine Daten und Fakten zum Hochwasserschutz in Köln

1.1 Hochwasser – eine stete Bedrohung auch für Köln

60 Mio. Menschen leben im Einzugsgebiet des Rheins, der für viele als ein Inbegriff von Heimat und Identität gilt. Doch der Fluss birgt auch Gefahren. Nicht zuletzt aufgrund der starken Nutzung durch den Menschen hat sich die Hochwassergefahr am

Rhein innerhalb der letzten Jahrhunderte deutlich verstärkt. Allein der Ausbau des Flusses in mehreren Schritten führte zur Begradigung, Laufverkürzung und zum Verlust weit reichender Überschwemmungsgebiete. Hinzu kommt, dass auch viele Nebenflüsse des Rheins mittlerweile kanalisiert sind. Dies erhöht die Fließgeschwindigkeit der Wassermassen zusätzlich. Zahlen belegen dies: So hat sich die Hochwasserwelle des Oberrheins durch die Eingriffe des Menschen derart beschleunigt, dass sich die Fließzeit des Wellenscheitels auf der Strecke von Basel nach Karlsruhe von ehemals 64 Stunden vor dem Ausbau des Oberrheins Mitte der 50er Jahre des letzten Jahrhunderts auf nunmehr 23 Stunden verringert hat. Das heißt: Die Fluten des Rheins kommen fast dreimal so schnell wie früher.

Heute trifft der Scheitel eines Rheinhochwassers oftmals ungünstig mit denen der Nebenflüsse zusammen. Dies kann je nach Wetterlage dazu führen, dass sich die Wassermassen aufsummieren. Ein weiterer Aspekt ist, dass die Abflusssituation des Wassers durch Versiegelung und Bodenverdichtung immer stärker belastet wird. In vielen Bereichen fehlen zudem Retentionsräume, die als Rückhaltebecken für den Fluss dienen können. Das Zusammenspiel aus der Überlagerung der Hochwasserwellen und dem Verlust von Retentionsraum am Oberrhein auf 10 Prozent der ursprünglichen Größe hat mit den Jahren dazu geführt, dass die Sicherheit der Anlieger vor Hochwasser immer weiter zurückgegangen ist. Lag die Gefahrenquote früher bei einem dramatischen Hochwasserereignis innerhalb von 200 Jahren, so ist heute mit einem vergleichbaren Hochwasserereignis innerhalb von 50 Jahren zu rechnen. Vor allem seit dem Abschluss des modernen Oberrheinausbaus im Jahr 1977 kam es zu einer bis dahin nie gekannten Häufung von Spitzenhochwassern. Nach den Prognosen, die im Rahmen der mittlerweile als wissenschaftlich gesichert angesehenen Klimaveränderungen gegeben werden, könnten sich die Hochwassergefahren für die Rheinanlieger in den kommenden Jahrzehnten sogar noch verschärfen.

1.2 Die Geschichte des Hochwassers in Köln

Köln war schon immer eine Stadt, die in besonderem Maße vom Hochwasser betroffen war. Bereits aus römischer Zeit und aus dem Mittelalter sind verheerende Überflutungen bekannt und im Kölner Stadtarchiv verzeichnet (z. B. in den Jahren 1124, 1342 und 1374). Aus neuerer Zeit sind insbesondere die Folgen eines Eishochwassers vom 28. Februar 1784 überliefert. Bei einem Pegelstand von 13,55 m Kölner Pegel (13,55 m KP) waren damals über tausend Tote, sechshundert zerstörte Schiffe und hunderte von zerstörten Häusern zu beklagen. Eine beeindruckende Hochwassermarkierung, die an dieses Ereignis erinnert, befindet sich über dem Eingangsportaal der Pfarrkirche St. Maria Lyskirchen in der Kölner Altstadt. Auch 1882/83 wurde die Stadt von einem katastrophalen Hochwasser heimgesucht, von dem unter anderem der Kölner Zoo betroffen war.

Betrachtet man das 20. Jahrhundert, so ist zunächst das Hochwasser von 1926 mit einem Pegelstand von 10,70 m KP als dramatisch zu bezeichnen. Danach folgte eine ruhigere Periode. In den 1950er bis 70er Jahren waren keine extremen Hochwasserereignisse zu verzeichnen. Die stetige Erwärmung des Rheins in Folge zunehmender anthropogener Nutzungen verhinderte die Entstehung von Eishochwässern. Umso empfindlicher wurde die Stadt Köln im Jahre 1983 durch ein Hochwasser mit 9,96 m KP getroffen, das große Teile der Stadt, einschließlich der Altstadt, überflutete.

Weit schlimmer jedoch kam es in den 1990er Jahren. Allein die beiden Katastrophenhochwasser von 1993 und 1995 haben in Köln zu Schäden von über 85 Mio. Euro geführt. Nur 13 Monate lagen zwischen diesen beiden Hochwasserereignissen, die mit 10,63 m KP und 10,69 m KP beinahe den Jahrhundertwasserstand von 1926 erreichten. Allein 1995 rauschten 11 000 m³/s Wasser den Rhein hinab, 1740 ha Fläche des Stadtgebietes waren überflutet. 4500 freiwillige und amtliche Helfer kamen zum Einsatz, davon 1995 allein 850 Bundeswehrsoldaten. Auf 5 km Uferlinie wurden Sandsackbarrieren errichtet – Maßnahmen, die dringend notwendig waren, denn etwa 350 000 Einwohner wären bei diesem Hochwasser betroffen gewesen, wenn kein Hochwasserschutz betrieben worden wäre.

Aus Anlass dieser bedrohlichen Ereignisse hat der Rat der Stadt Köln am 1. Februar 1996 das Hochwasserschutzkonzept der Stadt Köln beschlossen. Seit dem 1. Januar 2004 sind die Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR (StEB) für den Hochwasserschutz zuständig. Die Verantwortung für die Umsetzung der baulichen Maßnahmen des konstruktiven Hochwasserschutzes und für den vorbeugenden Hochwasserschutz liegt seither in den Händen der StEB. Sie sorgten dafür, dass das Hochwasserschutzkonzept nach einer schwierigen Planungsphase innerhalb von nur 5 Jahren umgesetzt wurde.

Mit seiner Fertigstellung im Jahr 2008 sorgt es für eine deutliche Verbesserung der Sicherheit der Kölner Bürger. Auf einer Länge von 65 km wurden im Kölner Stadtgebiet beidseitig des Rheins in 18 einzelnen Abschnitten wichtige technische Maßnahmen sowohl oberirdisch (neue Deiche, Hochwasserschutzwände und mobile Wände) als auch unterirdisch (Anpassungen in der Kanalisation) umgesetzt. Zu den Nachbarstädten hin schließt sich der dortige Hochwasserschutz höhengleich an, so dass von dort keine Hinterläufigkeit entstehen kann. Das Kostenvolumen für die Maßnahmen, die vom Land bezuschusst wurden, lag bei insgesamt circa 430 Mio. Euro. Ohne Hochwasserschutzmaßnahmen wären auf Kölner Stadtgebiet bei einem Pegelstand von 11,30 m KP über 150 000 Einwohner direkt betroffen.

1.3 Mehr Raum für den Rhein

Neben den konstruktiven baulichen Maßnahmen vor Ort sieht das Kölner Hochwasserschutzkonzept wichtige Ausgleichsmaßnahmen wie die Renaturierung und Belebung der Westhovener Aue und die Anlage von Retentionsräumen zwischen Porz-

Langel und Niederkassel in Worringen vor. Allein der Retentionsraum soll fast 5 Mio. m³ Rheinwasser aufnehmen und zurückhalten. Entscheidend für den Erfolg des Hochwasserschutzkonzeptes ist, dass im Rahmen der Maßnahmen getreu dem Motto „Mehr Raum für den Rhein“ Schutzlinien zurückverlegt und Überflutungsflächen geschaffen wurden, so dass keine erhöhte Gefahr für die Unterlieger entstand und der Fluss nicht noch weiter eingeeignet wurde.

Das Hochwasserschutzkonzept der Stadt Köln wurde so realisiert, dass die Planungen auch überregional ihre Wirkung entfalten. Damit passt es sich zukunftsweisend und ganzheitlich in das ökologische Wirkungsgefüge des Rheins ein. Trotz aller Erfolge gilt es dabei jedoch zu bedenken, dass es Hochwasser immer geben wird. Ein absoluter Schutz existiert nicht. Dennoch: Jeder noch so kleine Schritt ist ein wichtiger Baustein auf dem Weg zu einem nachhaltigen Hochwasserschutz für alle Rheinanlieger.

1.4 Die Ausgangssituation

Die Ursachen von Hochwasser sind auf komplexe Weise aus natürlichen und anthropogenen Faktoren kombiniert: Überwogen in den vergangenen Jahrhunderten die natürlichen Hochwasserursachen, so kommen vor allem seit der Mitte des 19. Jahrhunderts die prägenden Einflüsse des Menschen hinzu, die heute entscheidende Einflussfaktoren der Hochwasserverschärfung darstellen. Grundsätzlich haben Hochwasser ihre Ursache in heftigen Niederschlägen, wobei die Intensität, die Dauer und Zugrichtung eines Niederschlagsereignisses von entscheidender Bedeutung sind.

Die vom Menschen gemachten Ursachen im Rheineinzugsgebiet liegen neben Veränderungen in der Geländebeschaffenheit, wie der Versiegelung der Böden, der Flurbereinigung und der Entwaldung, vor allem in der aufwändigen Oberrheinbegradigung, die in mehreren Stufen seit dem frühen 19. Jahrhundert umgesetzt wurde. Auch wenn sie durch die daraus resultierende Schiffbarkeit und Trockenlegung der Auen für die damalige Zeit einen wirtschaftlichen Aufschwung für die ganze Region mit sich brachten, so hatten die Ausbaumaßnahmen doch auch deutliche negative Folgen, die bis in die heutige Zeit reichen. Vor allem der moderne Oberrheinausbau in den 50er bis 70er Jahren des letzten Jahrhunderts führte zu einer drastischen Verschärfung der Hochwassergefahr. Grund dafür ist vor allem die Laufverkürzung und die damit verbundene Abflussbeschleunigung des Stromes. Konsequenz war und ist, dass die Scheitelwellen der Hochwasser um ein Vielfaches schneller den Strom herunterrauschen als vor dem Ausbau des Flusses. Darüber hinaus addieren sich die Scheitelwellen des Rheins mit denen seiner Nebenflüsse bei ungünstigen Wetterlagen, so dass es zusammen mit dem umfangreichen Verlust von Überschwemmungsgebieten zu einer Verschärfung der Situation rheinabwärts gekommen ist. Heute stehen dem Rhein nur noch 14 % seiner ursprünglichen Überschwemmungsfläche zur Verfügung. Fallen Hochwasserereignisse darüber hinaus mit der Schneeschmelze zusammen, erhalten die Unterlieger

insgesamt nicht nur höhere Scheitelwellen, diese kommen auch noch früher bei ihnen an.

Weiter verschärfend wirkt der mittlerweile von Fachkreisen weitgehend als erwiesen angesehene Klimawandel, der im Rheineinzugsgebiet zu unregelmäßigeren, aber heftigeren Niederschlagsereignissen mit einem wahrscheinlichen Höhepunkt in den Herbst- und Wintermonaten führen wird. Die bedrohliche Ausgangssituation verlangte Strategien, um den künftigen Hochwassergefahren zu begegnen. Entlang des Rheins und nach den verheerenden Elbehochwassern wurden neue Hochwasserschutzkonzepte erdacht.

Diese orientieren sich in den deutschen Rheinanliegerländern an den Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), deren Inhalte und Ziele mit der Strategie des Aktionsplanes Hochwasser der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) übereinstimmen. Die IKSR hatte den Aktionsplan in der Folge der verheerenden Hochwasserereignisse von 1993 und 1995 entwickelt. Kernpunkte waren hierbei unter anderem, dem Rhein wieder mehr Raum zu geben, die Flussauen nicht weiter zuzubauen, die Schadenspotenziale zu verringern, integriert und solidarisch zu handeln sowie eine kompetente Risikovor-sorge mit einem Hochwassermeldesystem und der Entwicklung von Risikokarten zu betreiben. Dass ein vorsorgender Hochwasserschutz dabei auch ökologischen Anforderungen entsprechen und nicht im Gegensatz zum so genannten technischen Hochwasserschutz stehen muss, zeigt das Hochwasserschutzkonzept der Stadt Köln.

1.5 Das Kölner Hochwasserschutzkonzept

Das Hochwasserschutzkonzept Köln wurde unter Federführung des damaligen Dezernenten für den Bereich Tiefbau und Verkehr der Stadt Köln, Hubertus Oelmann, entwickelt und am 1. Februar 1996 einstimmig vom Rat der Stadt Köln verabschiedet. Das Konzept wurde nach den beiden Hochwasserereignissen 1993 und 1995 als ganzheitlicher kommunaler Aktionsplan angelegt. Es zeigt in vorbildlicher Weise auf, wie ein vorsorgender Hochwasserschutz mit dem Ausbau technischer Hochwasserschutzanlagen zum verbesserten Schutz der Kölner Bevölkerung erreicht werden kann. Dabei werden die Grundgedanken des vorsorgenden regionalen und überregionalen Hochwasserschutzes mit den Hauptaspekten der Hochwasserabwehr, des baulichen Hochwasserschutzes, des Hochwassermanagements und der Eigenvorsorge verknüpft und Schadensminimierungspotenziale aufgezeigt. Grundsätzliche Ziele für den kommunalen Aktionsplan sind:

- eine optimale Einbindung des Aktionsplanes in den überregionalen, internationalen und interkommunalen Hochwasserschutz;
- eine Verringerung des Schadenspotenzials in überschwemmungsgefährdeten Gebieten;

- ein verbesserter Hochwasserschutz für die Bevölkerung, für Sachgüter und für sensible Nutzungen (Chemiebetriebe, Krankenhäuser, Altenheime, Zoos);
- ein verbessertes Hochwasser- und Katastrophenmanagement;
- eine Bewusstseinsänderung in der Bevölkerung durch ausreichende Information über mögliche Gefährdungen und durch ständige Sensibilisierung für die Hochwasserproblematik.

Leitgedanke des Konzeptes war und ist der Grundsatz „Jeder Unterlieger ist auch ein Oberlieger.“. Dieser beinhaltet, dass es durch die notwendigen Maßnahmen nicht zu einer Verschlechterung des Hochwasserschutzes für die Unterlieger kommen darf.

Darüber hinaus galt es zu verdeutlichen, dass das Konzept nicht vor ein- und aufdringendem Grundwasser schützen können wird.

1.6 Die konkrete Planung

Das Hochwasserschutzkonzept sah folgende Vorgehensweise vor: Neben der Schaffung zweier zusätzlicher Retentionsräume mit der Rückverlegung von Deichen in den Vororten Porz-Langel und in Worringen sollten Überschwemmungsgebiete freigehalten werden. Zusätzlich sollten Maßnahmen zur Bodenentsiegelung und Regenwasserversickerung, zur Renaturierung von Bachläufen und sonstigen Abfluss vermindernde Maßnahmen umgesetzt werden.

Aufgrund der Erkenntnisse aus aktuellen Hochwasserereignissen wurden dabei neue Schutzhöhen berücksichtigt: So geht das Konzept von einem Bemessungshochwasser von 11,30 Meter Kölner Pegel (11,30 m KP) für ein Jahrhunderthochwasser aus. Zuvor richtete sich ein 100-jährliches Ereignis nach dem Hochwasser von 1926 mit der damaligen Höhe von 10,70 m KP. Die Bemessungsgrenze für ein 200-jährliches Hochwasser liegt seit dem Beschluss des Hochwasserschutzkonzeptes sogar bei 11,90 m KP. Sie wird in sensiblen Bereichen, die nicht zu evakuieren sind, und dort, wo massive Gefahren für die Umwelt zum Beispiel durch die chemische Industrie zu erwarten sind, zum Maßstab gemacht. In wenigen Kölner Gebieten – beispielsweise in Porz-Zündorf – ist aus technischen oder städtebaulichen Gründen eine Schutzhöhe von 10,70 m KP vorgesehen. Auf einer Länge von 65 km wurden im Kölner Stadtgebiet beidseitig des Rheins in 18 einzelnen Abschnitten wichtige Maßnahmen für insgesamt rund 430 Mio. Euro – unter anderem mit Zuschüssen des Landes Nordrhein-Westfalen – umgesetzt.

Das Konzept gliedert sich in Einrichtungen der Stadtentwässerung (unterirdische Maßnahmen) sowie konstruktive Hochwasserschutzmaßnahmen (oberirdische Maßnahmen). Dabei beinhaltet der konstruktive Hochwasserschutz im Vergleich zu den unterirdischen Maßnahmen, unter denen zumeist Arbeiten an der Kanalisation verstanden werden, vor allem die Erhöhung und Sanierung vorhandener Mauern und Deiche. Darüber hinaus wurden, wo dies nicht möglich war, Schutzanlagen wie Hochwasser-

schutztore, Deiche und Hochwasserschutzwände neu errichtet sowie ein völlig neues System von mobilen Elementen bereitgestellt. Hinsichtlich der Kosten entfielen insgesamt 170 Mio. Euro auf den unterirdischen und 260 Mio. Euro auf den oberirdischen Hochwasserschutz.

Prinzipiell gilt, dass sich die Umsetzung des Kölner Hochwasserschutzkonzeptes immer an eine städtebaulich angepasste Gestaltung angelehnt hat. Für verschiedene Teilprojekte, wie zum Beispiel zur Errichtung der neuen Hochwasserpumpwerke, wurden Architekturwettbewerbe ausgeschrieben, wobei großer Wert auf eine ästhetische Gestaltung gelegt wurde. Dies zeigt sich auch darin, dass der Gestaltungsbeirat der Stadt Köln – oftmals aber auch die Bürgerinnen und Bürger – aktiv in die Gestaltung vieler Hochwasserschutzanlagen eingebunden waren, um eine größtmögliche Akzeptanz der neuen Bauwerke zu erreichen. Bei der Ausführung der Baumaßnahmen wurden wasserbautypische Elemente und ortsübliche Materialien (Basalt) verwendet, die sich hervorragend in das Stadtbild einfügen. Insgesamt wurden Spundwände in die Erde eingebracht, deren Fläche auf 35 Fußballfelder passen würde, 1200 Sattelschlepperladungen Spund- und Bohrpfahlwände und rund 5000 Ladungen von Betonmischern geliefert, dabei ist letztlich nur ein Sechstel der geleisteten Arbeit des konstruktiven Hochwasserschutzes sichtbar.

1.7 Die Planfeststellungsabschnitte (PFAs)

Nachdem die Schutzlinie auf Grundlage diverser Abwägungsparameter – z. B. der Topographie, der Bodenverhältnisse oder der Infrastruktur – festgelegt war, mussten die Bauweisen für den verbesserten Kölner Hochwasserschutz gefunden werden.

Der klassische Hochwasserschutzdeich in reiner Erdbauweise ist für Köln nahezu ungeeignet, da der Flächenbedarf sehr groß ist. Für jeden Meter Schutzhöhe werden mindestens 7 bis 8 m Breite für das Deichlager benötigt. Hinzu kommen der Platzbedarf für den Deichkronenweg sowie gegebenenfalls für eine Druckbank. In Köln war diese Variante aufgrund der dazu notwendigen Eingriffe in die Landschaft und der Bebauungssituation kaum möglich. Vorhandene, sanierungsbedürftige Altdeiche – zum Beispiel bei Worringen oder Stammheim/Flittard sowie zwischen Langel und Lülldorf – wurden durch den Einbau von bis zu 18 m langen Spundwänden ertüchtigt und an die neuen Schutzziele angepasst.

Damit war klar: Der Hochwasserschutz musste mit anderen, „sonstigen Bauwerken“ – so der Begriff aus der Deichschutzverordnung – realisiert werden. Wie jedes Bauwerk bestehen auch diese „sonstigen Bauwerke“ aus einer unterirdischen Gründung und einem oberirdischen Bauteil. Dabei werden sowohl Tief- als auch Flachgründungen eingesetzt. Im Fall der Tiefgründung kamen überwiegend Spundwand- und Bohrpfahlwandkonstruktionen zum Einsatz, während die Flachgründungen in der Regel aus Ortbeton-Winkelstützwänden bestehen. Beide Gründungsarten haben vielfältige Funktionen, sie müssen nicht nur die statisch und dynamisch angreifenden Kräfte sicher in

den Untergrund ableiten, sondern zudem beispielsweise auch den Sickerweg des Grundwassers derart verlängern, dass die Standsicherheit gewährt bleibt.

Die aufgehenden Bauteile sind der sichtbare Teil des konstruktiven Hochwasserschutzes. Sie wurden entweder in Form von stationären oder von mobilen Hochwasserschutzwänden ausgeführt. Dabei bestehen die stationären Wände in der Regel aus Stahl- oder Stahlbetonkonstruktionen, die gegebenenfalls durch eine Verblendung an die örtlichen städtebaulichen Verhältnisse angepasst wurden. Die mobilen Wände wurden erforderlich, damit Verkehrswege und Sichtbeziehungen in hochwasserfreien Zeiten möglichst nicht beeinträchtigt werden. Um den Aufbau der insgesamt circa 10,5 km langen mobilen Wände mit verschiedenen Höhen zu vereinfachen, wurde eine einheitliche Aluminiumkonstruktion gewählt, die im Wesentlichen aus standardisierten Stützen und Dammbalken in Längen von 2,00 beziehungsweise 3,00 m bestehen. Sonderelemente wurden soweit wie möglich vermieden. Die Elemente werden in strategisch günstig gelegenen Hallen gelagert und gewartet.

1.8 Mobiler Hochwasserschutz in Köln

Ein entscheidendes Standbein des neuen Kölner Hochwasserschutzes sind die mobilen Elemente. Sie können im Bedarfsfall – angepasst an den zu erwartenden Pegelstand des Flusses – innerhalb von wenigen Stunden überall im Kölner Stadtgebiet aufgebaut werden. So werden an den vorgesehenen Stellen die vor Ort geplanten Schutzhöhen erreicht.

Der Einsatz von mobilen Hochwasserschutzelementen begründet sich aus der Forderung der Bürger, der Politik und der Verwaltung, an vielen Stellen der Stadt die Sichtbeziehungen und die Durchgängigkeit zum Rhein nicht zu zerstören. Dies wäre durch die Errichtung fester Wände vermutlich geschehen. Um die neuen Wände weitestgehend verträglich für die Identität, Attraktivität und Lebensqualität der Rheinanlieger zu gestalten, werden künftig bei Hochwasserereignissen mobile Schutzelemente auf einer Gesamtlänge von rund 10,5 km entlang des Kölner Rheinuferes aufgebaut. Damit die geplanten Schutzhöhen von 11,30 bzw. 11,90 m KP erreicht werden können, ist dabei eine Gesamtfläche von etwa 14 500 m² mobiler Wände notwendig.

Das von der Firma IBS entwickelte System besteht in seinen mobilen Bauteilen aus zwei Komponenten: den Mittelstützen, die im Hochwasserfall in regelmäßigen Abständen montiert werden, und den Dammbalken, die zwischen die Mittelstützen gestapelt werden. Zwei weitere Systemkomponenten – die Verschraubung und die Anpresstechnik – sind zur Aktivierung der Schutzfunktion erforderlich. Die Mittelstützen werden bei der Montage über Gewindehülsen auf die ortsfeste Stahlbetonunterkonstruktion verschraubt. Vielerorts im Stadtgebiet kann man auf den Hochwasserschutzmauern Vorrichtungen erkennen, auf denen die mobilen Wände installiert werden können.

Um die hohe Dichtigkeit des Systems zu aktivieren, müssen die Dammbalken in vertikaler Richtung durch so genannte Verspannschlitten verpresst werden. So werden sie untereinander abgedichtet; gleichzeitig wird das Anpressen des untersten Dammbalkens auf die Aufstandsfläche gewährleistet. Das gesamte System kommt mit wenigen Komponenten aus und ist nach den entsprechenden Schulungen der Fachkräfte relativ einfach handhabbar. Um bei einem steigenden Wasserstand schnell handeln zu können, wurde speziell für den Kölner Hochwasserschutz ein System aus Stützen und Dammbalken entwickelt, das überwiegend aus reinem Aluminium gefertigt ist. Damit konnte das Gewicht der Stützen und Dammbalken auf unter 70 kg verringert werden, was den Anforderungen an einen möglichst schnellen Aufbau Rechnung trägt. In Zahlen heißt dies: Zwei Personen können eine 100 m lange Mobilwand mit einer Höhe von 1,50 m innerhalb einer Stunde voll funktionsfähig errichten. Insgesamt können mit dem IBS-System Mobilwandhöhen von über 4,00 m realisiert werden.

1.9 Technische Eckdaten zu den mobilen Schutzelementen

Das System besteht aus circa 3900 Stützen mit Nennhöhen zwischen 0,30 und 4,20 m Höhe und circa 39 500 Dammbalken mit Regellängen von 2,00 bzw. 3,00 m sowie Sonderlängen. Daraus werden Wände mit einer Gesamtfläche von insgesamt rund 14 500 Quadratmetern errichtet. Stützen und Dammbalken sind auf insgesamt circa 1750 Rungenpaletten transportsicher gelagert. Das Gewicht des gesamten Materials einschließlich der Rungen beträgt knapp 1200 Tonnen. Die Einlagerung der Rungen erfolgt in 8 Lagerhallen, von denen 6 neu errichtet werden mussten. Eine Halle war bei den Stadtentwässerungsbetrieben bereits vorhanden, eine weitere wurde von der Stadt Köln angemietet. Die Standorte der Lagerstätten wurden so gewählt, dass die Transportwege zu den Einsatzstellen möglichst kurz sind.

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Lagerstätten:

- Klärwerk Rodenkirchen (PFA 1 bis 4)
- Rodenkirchen Nord (PFA 5 bis 6)
- Deutzer Brückenrampe linksrheinisch (PFA 7 Mitte)
- Pumpwerk Merkenicher Straße (PFA 7 Nord, PFA 8)
- Klärwerk Langel (PFA 9 und 11)
- Großklärwerk Stammheim (PFA 17)
- Wermelskircher Straße (PFA 7 Süd und 16)
- Pumpwerk Ankergasse (PFA 13 bis 15)

Aufgebaut werden die Wände von eigenem Personal sowie durch das Technische Hilfswerk (THW) und beauftragte Firmen. Hierzu wurden Verträge mit 17 Firmen abgeschlossen. Für das Verladen, den Transport und den Aufbau stehen insgesamt rund

500 Kräfte zur Verfügung. Die Personalstärken in den einzelnen Abschnitten werden so gewählt, dass jeder Aufbau in einer Zeit von unter 10 Stunden erfolgen kann. Zudem ist in jedem Abschnitt im Katastrophenfall mindestens ein Abschnittsleiter der StEB anwesend, der für den Aufbau verantwortlich ist. In allen Bauabschnitten wird der Aufbau regelmäßig geübt, damit im Ernstfall ein reibungsloser Ablauf ohne Pannen gewährleistet ist.

Die durchzuführenden Maßnahmen sind in einer Hochwasservorschrift erfasst. Sie werden pegelstandsabhängig unter Berücksichtigung der Steiggeschwindigkeit abgearbeitet.

2 Sieben Dinge, die Sie über mobile Hochwasserschutz- elemente wissen sollten

2.1 Beziehen Sie bei der Planung der Lagerstätten einen Logistik- experten mit ein!

Das Hochwasserschutzkonzept Kölns ist in seinem Umfang und seiner Komplexität herausragend. Die technische Umsetzung zeichnet sich durch eine sachgerechte und situationsspezifische Vorgehensweise aus.

Deutliche Restriktionen treten im Bereich der Lagerstätten zu Tage. Durch die Zusammenführung der Zeit-Mengen-Belastung ergaben sich Einschränkungen bezüglich der Auslagerungskapazität von Lagerstätten, also der Möglichkeit, in einem bestimmten Zeitraum eine gewisse Anzahl von Rungen auf Lkws verladen zu können. Hier ergibt sich die Notwendigkeit, den Auslagerungsprozess zeitlich nach vorne zu verlegen, um die Spitzenbelastung über einen größeren Zeitraum zu strecken. So ergeben sich aufgrund der Restriktionen in der Auslagerungskapazität einiger Lagerstätten Vorläufe von bis zu 9 Stunden, ausgehend von einer Steiggeschwindigkeit des Rheins von 15 bzw. 10 cm pro Stunde.

Diese Vorverlagerung, also die Bereitstellung des HWS-Materials deutlich vor dem Beginn der Bautätigkeit, kann die zeitige Auslieferung sicherstellen, birgt aber eine Reihe Nachteile.

Bei einer entsprechend langen Vorlaufzeit werden erhebliche Mengen an HWS-Material an den Aufbaumaßnahmen bereitgestellt, unter Umständen bevor entsprechende Sicherungsmaßnahmen veranlasst wurden.

Je nach örtlichen Gegebenheiten führt die Bereitstellung der Materialien zu Behinderungen für die Aufbauteams oder der weiteren Anlieferungen, da keine leeren Paletten abtransportiert werden können.

Je früher mit dem Aufbau begonnen werden muss, desto unsicherer sind die zu Grunde liegenden Prognosedaten über den erwarteten Maximalpegel. Die Entscheidung zum Beginn der Auslagerung muss also früher getroffen werden.

Aus Sicht der logistischen Planung sind Vorlaufzeiten von bis zu 6 Stunden noch vertretbar, höhere Vorlaufzeiten sollten durch geeignete Maßnahmen reduziert werden. Ein Vorlauf von 2 Stunden ist in jedem Fall erforderlich, um eine rechtzeitige Bereitstellung der Materialien am Aufbauort sicherzustellen.

2.2 Definieren Sie Aufbauabschnitte und entwickeln Sie ein Logistikkonzept!

Die Entwicklung eines logistischen Konzeptes erforderte am Beispiel „Köln“ eine vom Detail ausgehende Vorgehensweise, d. h. es wurde zunächst die Grundlage für eine logistische Beurteilung geschaffen, respektive aus bestehenden Daten abgeleitet. So war es zunächst erforderlich, die technischen Daten, unter anderem zu den Materialien (Maße, Gewichte, Transportmöglichkeiten) zu erfassen. Ausgehend von diesen Daten wurden Kennzahlensysteme entwickelt, die eine schnelle Erfassung des logistischen Bedarfs ermöglichten.

Auf der Basis von bestehenden Informationen wurden alle Transportwege nochmals überprüft und datentechnisch dokumentiert, um eine eindeutige Zuordnung der Zeitkomponenten zu erreichen und gleichzeitig den optimalen Lkw-Typ für die jeweilige Aufgabe zu ermitteln. Dies wurde für jeden PFA durchgeführt. Somit besteht eine Beschreibung der logistischen Bedarfe.

Die Betrachtungsebene der einzelnen Lagerstätten und die Gegenüberstellung des zeitlich-technischen Anforderungsrahmens des Aufbauplans führten zu einer Analyse der Restriktionen:

- technisch bedingte Aufbaureihenfolgen
- Steiggeschwindigkeit des Hochwassers
- entstehende Behinderungen durch steigendes Hochwasser/Sperrungen
- Zufahrtsbeschränkungen für Lkws
- Nutzbarkeit von Bereichen zur Abladung (erforderliche Anzahl an Hebegerät)
- Möglichkeit des sequentiellen Aufbaus
- Notwendigkeit von unmittelbarem Aufbau („Päckchen“)
- Beleuchtungssituation bei Nacht
- Abstimmungsaufwand mit dem Bereichsverantwortlichen
- Auslagergeschwindigkeit der Lagerstätten

- Leistungsfähigkeit der Speditionen
- Koordinationskapazität, d. h. welche Komplexität kann der Spediteur selbst steuern
- Verfügbarkeit geeigneter Lkws, aber insbesondere auch Hebezeuge
- Orientierungsschwierigkeiten (komplizierte Zufahrten)

2.2.1 Die Einzelmaßnahmen

Die Relevanz der einzelnen Restriktionen hat dabei unterschiedliches Gewicht.

In der Aggregationsstufe der einzelnen Maßnahmen konnten Lösungswege in aller Regel unproblematisch gefunden werden; es mussten Fahrzeugtypen modifiziert und Zufahrtswege definiert werden. In Einzelfällen mussten Standorte von einzelnen Toren neu beschrieben werden.

In wenigen Fällen wurde eine geänderte Aufbaureihenfolge erforderlich, um den logistischen Abläufen Rechnung zu tragen.

2.2.2 Die Planfeststellungsabschnitte (PFA)

In der Betrachtung der einzelnen PFA stellte sich schnell eine Zweiteilung der PFA in solche mit hohen Mengenaufkommen und solchen mit weit verstreuten Einzeltoren dar. Die bis dahin verfolgte Vorgehensweise einer Entkopplung von Anlieferung und Aufbau musste aufgegeben werden, d. h. es musste eine Zeitgleichheit zwischen Anlieferung und Aufbau erreicht werden um:

- die Koordination der vielen kleinen Maßnahmen zu gewährleisten
- die Gefahr eines Materialdiebstahls zu vermeiden
- die Effizienz des Fahrzeugeinsatzes zu steigern.

So wurde in bestimmten PFA (insbesondere PFA 1, 2, 3, 9 und 11) Anlieferung und Aufbau gekoppelt. Diese Lösung bietet sich immer dann an, wenn es sich um geringe Einzelmengen handelt, die komplett aufgebaut werden, die so genannten „Päckchen“.

In den „normalen“ PFA sind, entsprechend den örtlichen Gegebenheiten, Entladungspunkte definiert, an denen das HWS-Material angeliefert wird, um dann von bereit stehenden Hebezeugen direkt zu den einzelnen Aufbaubereichen befördert zu werden. Hier stellte sich die Auswahl geeigneter Entladungspunkte, die vom Lkw erreichbar sind, insofern als problematisch dar, dass durch anstehende städtebauliche Veränderungen Entladungspunkte obsolet werden können. Es ist daher eine regelmäßige Kontrolle und Fortschreibung der Angaben erforderlich (dynamischer Prozess).

Insbesondere durch die perspektivische Einbindung in ein Lagerverwaltungssystem wird es ermöglichen, eine aktuelle Information aller Beteiligten sicherzustellen.

2.3 Legen Sie großen Wert auf die Sortierung und Kennzeichnung!

Die Lagerstätten wurden im Rahmen des Logistikprojekts überprüft und neu geordnet. Folgende Vorgaben wurden in den Lagerstätten umgesetzt, um dem Logistikdienstleister die Orientierung zu erleichtern:

2.3.1 Vorbereitung

Zur schnelleren Abwicklung sollte ein Arbeitstisch mit Sitzmöglichkeit und Beleuchtung aufgestellt werden, um dort die Lagerlisten und Lieferscheine zu komplettieren und zu sammeln. Sanitäreinrichtungen sind in den Lagerstätten vorhanden.

2.3.2 Sortierung

Die unterschiedlichen PFA sind in der Lagerstätte getrennt eingelagert. Die Entnahme darf NUR für den zugewiesenen PFA erfolgen. Die Rungen sind, soweit lagertechnisch machbar, nach Größe sortiert (vorne große, hinten kleine). Sondermaße (Winkelstützen) sind teilweise separat gestellt.

Die Fußdammbalken (mit Gummidichtung) werden zuerst ausgeliefert und befinden sich daher vor den normalen Dammbalken ohne Bodendichtung. Die Dammbalken in Standard-Abmessungen von 2,00 und 3,00 m sind nicht zusätzlich gekennzeichnet. Sondermaße besitzen schwarz aufgesprühte Zahlen, die die Länge in Millimetern angeben und auf den Lagerlisten und Lieferscheinen vermerkt sind. Teilweise existieren Mischungen, auf denen sich unterschiedliche Sondermaße befinden. Hier muss geprüft und vermerkt werden, ob diese Mischung komplett ausgeliefert werden kann. Einzelne (Boden-) Dammbalken müssen gegebenenfalls lose auf den Lkw verladen werden, da eine ausreichende Anzahl an Trägerrungen nicht vorhanden ist.

2.3.3 Kennzeichnung

Alle Rungen mit Stützen wurden zur besseren Identifizierung mit Aufklebern an beiden Breitseiten (Aufnahmeseiten des Gabelstaplers) gekennzeichnet.

- Variante A) Massenware: Wird mit gelben Aufklebern gekennzeichnet, die den Stützentyp angeben.
- Variante B) „Päckchen“: Sie enthalten einen größeren, weißen Aufkleber auf den dafür angebrachten Plaketten. Der Aufkleber gibt den PFA, die Maßnahme, die Anzahl der zur Maßnahme gehörenden Rungen und die Nummer der betreffenden Runge an.

2.3.4 Dokumente

Dem Spediteur werden eine Lagerliste und Lieferscheine zur Verfügung gestellt.

Die Lagerliste gibt „auf einen Blick“ eine Information über alle benötigten Materialien EINER Maßnahme in der zu verladenden Reihenfolge. Hier kann der Lagerleiter die bereits verladenen Materialien „abstreichen“. Es dürfen keine Transporte zu mehreren Maßnahmen zusammengestellt werden (Ausnahme: es handelt sich um „Päckchen“ (Variante B (s. o.))).

Der Lieferschein ist in mehrfacher Ausfertigung vorhanden und zu zwei Exemplaren zusammengeheftet. Hier trägt der Lagerleiter die Anzahl der auf EINEN Lkw verladenen Materialien ein. Der Schein ist mit Uhrzeit zu versehen und dem Fahrer mitzugeben. Der Fahrer übergibt bei der Auslieferung den Schein an das Entladepersonal.

2.4 Minimieren Sie bei Planung und Bau die Anzahl der Sonderlösungen!

Liegen die zu schützenden Bereiche direkt am Gewässer, von dem die Hochwassergefahr ausgeht, können wegen des fehlenden Platzes oft keine Deiche angelegt werden. Hier kommen dann Hochwasserschutzwände zum Einsatz, die bis zum Bemessungshochwasser Schutz bieten. Diese sind im Allgemeinen massive Bauwerke aus Stahlbeton und werden vor allem in Städten verwendet. In bestimmten Fällen, in denen feste Einrichtungen störend wären, können bei ausreichender Vorwarnzeit auch mobile Konstruktionen eingesetzt werden. Diese werden erst beim Hochwasserereignis aufgebaut. Dies hat den Vorteil, dass eine Beeinträchtigung des Stadtbilds vermieden werden kann oder dass die Sicht auf das Gewässer frei bleibt. Die Effektivität eines Einsatzes solcher mobilen Schutzwände hängt allerdings von den Vorwarnzeiten ab. Die einzelnen Bauteile sollten möglichst nahe beim Einsatzort gelagert werden und es muss entsprechendes Personal zum schnellen und sicheren Aufbau vorhanden sein.

Einzigste Alternative bieten hier noch ortsfeste bewegliche Anlagen wie herausklappbare oder herausfahrbare Wände, da hierbei Aufwand für Lagerung und Transport eingespart wird.

Des Weiteren hängt die Qualität größerer mobiler Anlagen maßgeblich von einer gelungenen Linienführung der mobilen Hochwasserschutzwand ab. Diese ist durch den Planer so zu trassieren, dass mit einheitlichen Feldweiten von Stütze zu Stütze (= gleiche Dammbalkenlängen), möglichst einheitlichen Stützhöhen, und möglichst ohne Sonder-/Winkelstützen eine übersichtliche und logische Anlagensituation entsteht. Diese Regularien beschleunigen den Logistik- und Aufbauvorgang, da eine Verwechslung des Materials nahezu ausgeschlossen ist.

Zusammenfassend ist daher den stationären Hochwasserschutzwänden der Vorzug zu geben, da diese im Vergleich zu den mobilen Systemen zur Errichtung keine Ressour-

cen binden (Lagerung, Transport, Aufbau). Sofern mit stationären Wänden das Schutzziel nicht erreicht werden kann (z. B. wegen Beeinträchtigung des Stadtbilds), sollte der Planer über eine Kombination beider Systeme nachdenken. Meist ist es möglich, den unteren Teil der Hochwasserschutzwand in Massivbauweise auszuführen und darauf eine mobile Wand aufzusetzen, die dann weniger häufig zum Einsatz kommt.

Bei den Schutzmaßnahmen an Einzelgebäuden ist in der Planung analog vorzugehen. Auch hierbei ist den ortsfesten, beweglichen Anlagen (z. B. Schiffstüren- und Fenster, Rolltore) immer der Vorrang vor mobilen Systemen zu geben, die eigens für den Hochwasserschutz antransportiert und montiert werden müssen.

2.5 Legen Sie großen Wert auf die Schulung der HWS-fremden Beteiligten!

2.5.1 Präsenzveranstaltungen

Mit der offiziellen Einweihung des neuen Hochwasserschutzes in Köln im Jahr 2008 begann die Bemühung das im Einsatz zuständige Personal auf den Hochwasserfall vorzubereiten. Im Jahr 2009 wurden zu diesem Zweck zwei Hochwasserschutzübungen durchgeführt, in deren Rahmen die mobilen Elemente und die Hochwasserstege aufgebaut und Einsatzszenarien geübt wurden. Diese Aufbauübungen werden jährlich für wechselnde PFAs durchgeführt. Von Seiten der Bezirksregierung Köln besteht diesbezüglich die Vorgabe, dass jeder Abschnitt in einem Turnus von 7 Jahren mindestens einmal aufgebaut werden muss. Ab dem Jahr 2010 erfolgte zudem die Etablierung so genannter Vor-Ort-Begehungen. In ihrem Rahmen wurden die 18 PFAs mit den jeweiligen Abschnittsverantwortlichen sowie mit den in diesem PFA tätigen Spedituren und Aufbaufirmen begangen, um die Örtlichkeiten kennenzulernen und die verantwortlichen Einsatzkräfte zu unterweisen.

Als Ergänzung zu diesen Angeboten gab es außerdem seminarähnliche Präsenzveranstaltungen, in denen Vorträge zu einsatzrelevanten Themen gehalten wurden.

2.5.2 Internetbasierte Lernplattform

Neben den beschriebenen Präsenzveranstaltungen gibt es für die Abschnittsverantwortlichen und die Aufbaukräfte zudem die Möglichkeit im Rahmen des Selbstlernens eine internetbasierte Lernplattform zu nutzen. Hier stehen Präsentationen, in denen der Aufbau- und Abbauvorgang mithilfe von Bildern und Videos erläutert wird, sowie Wissenstests und weitergehende Informationen zur Verfügung.

2.6 Ordnung ist das halbe Leben!

Da für den Aufbau der mobilen Hochwasserschutzwände in Köln vorwiegend Personal eingesetzt wird, welches sich unterjährig nicht mit dem Hochwasserschutz beschäftigt,

müssen die zur Verfügung gestellten Unterlagen von sehr hoher Qualität sein. Eine stetige Aktualisierung ist dabei von entscheidender Bedeutung.

Gleiches gilt für das Arbeitsumfeld. Die Einsatzstellen müssen in der hochwasserfreien Zeit gut gewartet werden, so dass es im Hochwasserfall keine Schwierigkeiten bei der Montage des Systems gibt. Bereitgestelltes Werkzeug und Maschinen müssen einfach zu bedienen und einheitlich auf dem Montagewagen verlastet sein. Für Kleinteile, wie z. B. Spanngurte, Zwischengummis, Endabdeckungen, werden Gitterboxen mit Zwischenteilern bereitgestellt.

Zu einfacher Identifikation des gesuchten Ansprechpartners wurden bei den Stadtentwässerungsbetrieben Köln, AöR, verschiedenfarbige Funktionswesten eingeführt (Einsatzleitung: weiß, Beobachter: grün, Abschnittsverantwortlicher: rot, Logistik: schwarz, usw.).

2.7 Mobile Wände sind keine Absperrungen!

2.7.1 Schutzzonenverordnung

Damit der Aufbau dieser Elemente ungestört und reibungslos funktionieren kann, hat die Stadt Köln spezielle Sperr- und Gefahrenzonen festgelegt und eine entsprechende Verordnung erarbeitet, die das Betreten und Befahren bei Hochwassergefahr regelt. In besonders schweren Fällen dürfen dabei selbst die Bewohner ihre Grundstücke, wenn sie unmittelbar am Rhein und an der Hochwasserschutzwand liegen, nicht mehr betreten. Die Verordnung will aber nicht nur mit Verboten reglementieren und bevormunden. Sie soll vor allem dem Schutz der Bürger dienen, die nahe bei den Wänden wohnen – schließlich könnten diese versagen. Auch könnte der Rhein die Schutzgrenze von 11,30 Metern übersteigen und über die mobile Wand schwappen. Letztlich sollen die Verbote dem Vandalismus und „Hochwasser-Tourismus“ vorbeugen.

2.7.2 Bewachungskonzept

Für den Aufbau der mobilen Hochwasserschutzelemente wurde seitens der Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR, eine Absperr- und Bewachungskonzeption entwickelt. Hierzu wurden ca. 200 Verkehrszeichenpläne erstellt und durch die Stadt Köln freigegeben, um im Hochwasserfall die notwendigen Flächen des öffentlichen Straßenlands absperrern zu können, die für das Abladen und die Verteilung sowie für den Aufbau der mobilen Hochwasserschutzelemente notwendig sind. Die Absperr- und anderen Verkehrsführungsmaßnahmen (Umleitungen, Sperrung von Parkflächen, usw.) werden im Bedarfsfall durch das Amt für Straßen und Verkehrstechnik der Stadt Köln als Dienstleister für die StEB umgesetzt.

Die Erfahrungen der vergangenen Hochwassereinsätze und vor allen Dingen der Übungen haben jedoch gezeigt, dass Absperrungen und Schilder alleine nicht reichen.

Diese werden durch die Passanten entweder ignoriert oder beiseite geräumt. Abhilfe konnten die StEB hierbei nur durch die Entwicklung eines Bewachungskonzeptes schaffen. So wurde für jeden Aufbauabschnitt eine Bewachungsvorschrift erstellt, die regelt, welches Bewachungsunternehmen in welchem Zeitraum welche Maßnahmen zu bewachen hat. Dies bezieht sich nicht nur auf den Auf- und Abbauvorgang, sondern auch bereits auf den Zeitraum der Anlieferung des Materials und der Standzeit während des Einbaus der Hochwasserschutzwände.

3 Literatur

Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR (2009): Mit Sicherheit für Köln / Hrsg. Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR

DiaLog Gesellschaft für Service und Kommunikation mbH (2010): Logistikkonzept Hochwasserschutz Köln / Hrsg. Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR

Juliane Schulz (2015): Masterarbeit „Mediengestützte Wissensvermittlung zum Hochwasserrisikomanagement“ / Hrsg. Juliane Schulz

Dipl.-Ing. Univ. Xaver Storr (2007): Mobile Hochwasserschutzanlagen – Analyse und Resultate unterschiedlichster behördlicher Vorgaben / Hrsg. www.Hochwasserschutz.de

Anschrift der Verfasser

Dipl.-Ing. Volker Lüdicke
Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR
Ostmerheimer Straße 555
51109 Köln