

Bauherr/ Auftraggeber:



Stadt Köln – Der Oberbürgermeister, vertreten durch:
Amt für Landschaftspflege und Grünflächen
Amt für Brücken und Stadtbahnbau
Willy-Brandt-Platz 2, 50679 Köln

Ein Projekt im Rahmen der



regionale2010

Regionale 2010 Agentur
Standortmarketing Region Köln/ Bonn GmbH

REGIONALE 2010 – PROJEKT RHEINBOULEVARD

**Neugestaltung des rechten Rheinuferes zwischen
HOHENZOLLERNBRÜCKE UND DEUTZER BRÜCKE**

**Gründung und Unterkonstruktion
für den Neubau einer Ufertreppe**
Rhein-Strom km 687,95 bis 688,50

Die Kostensicherheit im Hinblick auf die Bauausführung

Köln, 03.04.2009
BUNG AG

INHALTSVERZEICHNIS

1	Gründung und Unterkonstruktion der Ufertreppe	4
1.1	Baukosten - Entwicklung.....	4
1.2	Ursachen	4
2	Unwägbarkeiten der Bauausführung	6
2.1	Veränderliche Wasserstände des Rheins	7
2.2	Standsicherheit der vorhandenen Uferbefestigung.....	9
2.3	Ramm- und Bohrhindernisse	10
2.4	Massen des Erd- und Wasserbaus.....	11
2.5	Abbruch baulicher Anlagen.....	12
2.6	Kontaminierte Baustoffe - Deponiegebühren.....	12
2.7	Bodengutachten.....	13

Anlagen

- [1] Ermittlung des Kostenansatzes für Unwägbarkeiten bei der Bauausführung vom 25.03.1009, BUNG Ingenieure AG, Niederlassung Köln

1 GRÜNDUNG UND UNTERKONSTRUKTION DER UFERTREPPE

1.1 Baukosten - Entwicklung

Die Baukosten der Ufertreppe wurden im Rahmen einer ersten Kostenschätzung im April 2008 ermittelt. Sie waren Grundlage der Ratsvorlage für den erweiterten Planungsbeschluss.

Mit Vorlage der Entwurfsplanung im Februar 2009 wurden die voraussichtlichen Baukosten auf der Basis der Massen des Entwurfes ermittelt. Daneben wurden Kosten für Unwägbarkeiten aus der Bauausführung benannt.

			<i>Netto</i>	<i>Brutto</i>
Baukosten:	April 2008	(Kostenschätzung)	3.182.575,90 €	3.787.265,32 €
	Februar 2009	(Kostenberechnung)	4.416.544,00 €	5.255.687,36 €
		Unwägbarkeiten	440.702,75 €	524.436,27 €
			<hr/>	<hr/>
			4.857.246,75 €	5.780.123,63 €

Die *Netto*-Baukosten wurden gegenüber der Schätzung unter Berücksichtigung der Unwägbarkeiten um 1,675 Mio. € höher berechnet.

Bei der Bewertung der Steigerung sind zwei Kostenanteile zu unterscheiden. Zum einen die Mehrkosten bezüglich der zu erstellenden baulichen Anlage, zum anderen die Mehrkosten zur Abdeckung von Unwägbarkeiten während der Bauausführung.

	<i>Netto</i>	<i>Brutto</i>
Kostensteigerung, bauliche Anlagen	1.233.968,10 €	1.468.422,04 €
Kostensteigerung, Unwägbarkeiten	440.702,75 €	524.436,27 €
<hr/>	<hr/>	<hr/>
Gesamt	1.674.670,85 €	1.992.858,31 €

Ursachen und Hintergründe der Kostenentwicklung werden im Folgenden erläutert.

1.2 Ursachen

Zum Zeitpunkt der Kostenschätzung befand sich das Projekt in der Phase der Vorplanung. Für die zu erstellenden Ingenieurbauwerke lag kein Baugrundgutachten vor. Die Bestandssituation der Uferböschung war noch unzureichend erkundet.

Die Steigerung der Baukosten ist im Wesentlichen auf den höheren Detaillierungsgrad bezüglich der schwierigen Randbedingungen des Baufeldes, der baulichen Anlagen und der zu führenden Standsicherheitsnachweise für die Ingenieurbauwerke zurückzuführen. Hinzu kommt die Beteiligung von Interessenverbänden und Betroffenen, die Einfluss auf die geometrischen Abmessungen, die Gestaltung und bauliche Konstruktion der Treppenanlage nehmen.

Einflussnahme Dritter

In Abstimmung mit den Behindertenverbänden mussten die Zugangsrampen Nord und Süd entsprechend den Maximalforderungen der Norm ausgelegt werden. Hierdurch wurde insbesondere die Rampe Nord, mit ihrer ohnehin schwierigen baulichen Durchbildung, um ca. 35 m verlängert.

Die geometrische Einpassung der Rampe in die Uferböschung sowie die Anpassung des Stufenmaßes der Erschließungstreppen (16/32) haben zudem zu einer geänderten Linienführung der Treppe an der Wasserkante geführt. Die Vorderkante der Treppenanlage rückte ca. 0,85 m weiter in den Rhein. Bedingt durch die Längserstreckung der Anlage resultieren hieraus Massenmehrungen in den Hauptpositionen.

Das Bodendenkmal Kastell Divitia muss im Bereich der Treppenanlage erhalten werden. Der NW-Turm wird sichtbar in die Treppe integriert. Hieraus resultieren Erschwernisse in der Baudurchführung und eine aufwendigere, konstruktive Durchbildung der Stufenanlage.

Bodengutachten, Kenntnis der Bestandssituation

Für die Vorplanung 2008 lag für den Bereich der geplanten Ufertreppe kein Baugrundgutachten vor.

Die im 1. Geotechnischen Bericht des Bodengutachters vom 31. Oktober 2008 definierten Mindestlastansätze für Erd- und Wasserüberdruck erforderten eine Anpassung des Tragwerkkonzeptes für die Unterkonstruktion. Die aus den Vorgaben für den zwischenzeitlich hergestellten Hochwasserschutz abgeleiteten Ansätze für den Wasserdruck erwiesen sich für die Treppenanlage als zu niedrig.

Neben der durchgängigen Rückankerung der Uferspundwand wurde daher bereichsweise eine Tiefgründung geplanter Winkelstützmauern erforderlich (Rampe Süd). Auch für die Rampe Nord musste das Tragwerkkonzept umgestellt werden. Die Sicherung der Böschung erfolgt hier nunmehr über eine rückverankerte Stahlbeton-Vorsatzschale. Neben der Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich der Standsicherheit hat die geänderte Konstruktion technische Vorteile, weil die Dauer des bauzeitlichen Eingriffes in die Uferböschung dieses Bauabschnittes reduziert wird.

Die Anpassung der Baukonstruktionen hat zu Massenmehrungen und Erweiterungen des Leistungsumfanges geführt.

Im Geotechnischen Bericht wird durchgehend ein Bodenaustausch unter der neuen Baukonstruktion gefordert. Die Berücksichtigung dieser Forderungen sowie die genauere, querschnittsbezogene Ermittlung der Erdkubaturen ergab eine Erhöhung der Massenansätze beim Erdbau.

Das ursprünglich angedachte Baukonzept für die Herstellung der Uferspundwand sah das Einbringen von einem Geräteponton aus vor. Im weiteren Planungsprozess wurde diese Lösung als technisch unvorteilhaft und risikoreich verworfen. Gründe waren die genauere Kenntnis der Oberfläche der vorhandenen Steinschüttung (Echopeilungen vom September 2008) und Aussagen des Bodengutachtens zu möglichen Einflüssen des Einbringverfahrens auf die Standsicherheit der vorhandenen Uferbefestigung.

Eine Entfernung der Steinschüttung oder Ausbaggerung vor der Bestandswand sind aus Sicherheitsgründen nicht möglich.

Die Oberkante der Steinschüttung schränkt den Einsatz eines Gerätepontons und damit die Zugänglichkeit zur geplanten Rammachse ein. Hieraus resultieren Nachteile hinsichtlich der Ausführungsgenauigkeit und –sicherheit. Die Beseitigung von Rammhindernissen ist problematisch. Da gemäß Bodengutachten, durch die Einbringung der Spundwand in einem „offenen“ Graben die Standsicherheit der ohnehin gefährdeten Bestandsböschung weiter herabgesetzt werden kann, erfolgt die Herstellung der Uferwand nunmehr von einer Vorschüttung aus.

Aus der Umstellung der Bauverfahren resultieren Mehrkosten für die Bauausführung.

Die Steinvorschüttung für den Endzustand der Treppenanlage erforderte gegenüber den ersten Ansätzen Mehrmassen. Diese resultieren aus einer Überschätzung des wiederverwendbaren Volumens der Bestandschüttung, deren Oberfläche erst durch eine Echopeilung im Spätsommer 2008 festgestellt werden konnte. Hinzu kommen Anforderungen hinsichtlich der konstruktiven Durchbildung, die Abstimmung auf die Standsicherheitsnachweise für die Uferspundwand und gestalterische Aspekte im Hinblick auf die Sichtflächen von der Wasserseite.

Unwägbarkeiten für die Bauausführung

Die im Zuge der Entwurfsplanung geführten Betrachtungen zu Bauverfahren und Bauablauf ergaben im Detail Erschwernisse, die aus dem Zusammentreffen der verschiedenen, schwierigen Randbedingungen resultieren. Dies sind im Besonderen:

- die Abhängigkeit von Wasserständen des Rheins
- die beschränkte Tiefe des wasserseitigen Baufeldes
- die Standsicherheit der neuen Hochwasserschutzmauer
- die eingeschränkte Zugänglichkeit des Ufers (Hochwasserschutzmauer -> Tore)
- die Standsicherheit der vorhandenen Uferbefestigung
- das vorhandene Bodendenkmal im südlichen Baufeld (Kastell Divitia)
- unzureichend dokumentierte, historische Bautätigkeiten im Bereich des Ufers

Für hieraus resultierende Unwägbarkeiten war bisher nur ein beschränkter Kostenrahmen berücksichtigt. Insbesondere durch die detaillierten Überlegungen zum Bauverfahren und Bauablauf müssen sie einer gesonderten Wertung zugeführt werden und in größerem Umfang Eingang bei den zu veranschlagenden Baukosten finden.

Eine genauere Darstellung erfolgt im folgenden Abschnitt.

2 UNWÄGBARKEITEN DER BAUAUSFÜHRUNG

Im Zuge der Entwurfsplanung für das Projekt Rheinboulevard / Rheintreppe Köln Deutz, im Rahmen der Regionale 2010, wurden wiederholt die Rahmenbedingungen der Bauausführung unter dem Aspekt der Unwägbarkeiten für den Bauablauf, die Termine und die Baukosten erörtert.

Unwägbarkeiten bestehen bezüglich:

- den veränderlichen Wasserständen des Rheins (Baustillstand)
- der Standsicherheit der vorhandenen Uferbefestigung
- des Umfangs möglicher Ramm- und Bohrhindernisse
- der Kubatur der Erd- und Steinmassen
- des Abbruchvolumens baulicher Anlagen
- der Kontamination der Abbruchmaterialien
- der Ergebnisse ergänzender Untersuchungen zum Bodengutachten

In der Gesamtbewertung der Unwägbarkeiten wurden die Teilereignisse hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Auswirkung auf die Baukosten eingestuft. Da nicht davon auszugehen ist, dass alle Ereignisse in vollem Umfang eintreten werden, wurde eine prozentuale Wichtung der möglichen Teilkosten vorgenommen. Die Summe dieser gewichteten Aufwendungen wurde bei den voraussichtlichen Baukosten berücksichtigt (siehe Anlage 1).

Sie steht für den *wahrscheinlichen* finanziellen Aufwand für Unwägbarkeiten.

Ein oberer Grenzwert ergibt sich durch die Summation der Teilkosten *ohne* Wichtung.

2.1 Veränderliche Wasserstände des Rheins

Die Uferböschung ist Bestandteil des Abflussquerschnittes des Rheins und unterliegt daher allen Einflüssen aus veränderlichen Wasserständen.

Wollte man sich für die Bauzeit von diesen Einflüssen weitgehend frei machen, wären ein Schutz gegenüber schwankenden Pegelständen und ein sowohl gegen den Rhein als auch gegen das allseitig drückende Grundwasser abgeschirmtes Baufeld mit einer entsprechenden Sohlsicherung und einer ausreichend dimensionierten Wasserhaltung erforderlich. Dies ist unter den baulichen Randbedingungen, wenn überhaupt technisch machbar, nur mit einem erheblichen Kostenaufwand zu realisieren. Dieser Zusatzaufwand dürfte, von der Größenordnung her, über den veranschlagten Kosten für die Unterkonstruktion liegen. Gemessen an der Bauaufgabe und ihren finanziellen Rahmenbedingungen wurde dieser Weg nicht weiter verfolgt.

Beschränkte Maßnahmen zur Verbesserung der Baufreiheit, wie z.B. eine zunächst noch höher herausstehende Spundwand, die später gekürzt wird, sind technisch unter Berücksichtigung der dadurch zusätzlich erforderlichen Arbeitsflächen zum Rhein hin, der notwendigen Wasserhaltung/Abdichtungsarbeiten zum Land hin und der Erschwernisse durch die Zerteilung des Baufeldes nur schwer realisierbar und stehen in keinem wirtschaftlichen Nutzen/Kosten Verhältnis.

Entsprechend der seit Jahrtausenden üblichen Bauausführung von Uferbefestigungen wird somit auch die Herstellung der Ufertreppe von Wasserständen des Rheins abhängig sein. Dies betrifft insbesondere die Arbeiten, die niedrigste Wasserstände erfordern. Hierzu gehören die Herstellung der Vorschüttung, die Einbringung der Anker und Spundwand sowie die Herstellung des Stahlbetongurtes.

Baustillstand

Die Pegelstände des Rheins sind nur statistisch prognostizierbar. Für die derzeit angedachte Bauphase 10/2009 bis 10/2011 sind sie kalendarisch weder in Bezug auf den Wasserstand noch hinsichtlich der zusammenhängenden Folge möglicher Arbeitstage anzugeben oder gar zu garantieren.

Jede der Bauausführung zugrunde gelegte Terminalschiene unterliegt daher dem Zufall des Zusammentreffens passender Wasserstände und Bauaufgaben. Da es Abhängigkeiten bezüglich der Abfolge der Bauaufgaben gibt, kann bei ungünstigen Pegelständen des Rheins ein Baustillstand nur bedingt durch eine Verlagerung der Bautätigkeit auf geometrisch höher liegende Bereiche vermieden werden. Dies gilt insbesondere für die Abfolge der baulichen Leistungen zur Herstellung der Gründung und Unterkonstruktion der Treppenanlage.

Für die Herstellung der Vorschüttung und die Durchführung der Arbeiten zur Einbringung der Anker und Spundwand sind Wasserstände von ca. 3,00 m KP erforderlich, für den Aufbruch des Basaltes im Bereich der Ankerdurchdringungen ggf. auch darunter. Es wurde ein Freibord von 0,50 m berücksichtigt. Dieser Wasserstand bestimmt auch die Herstellung des Stahlbetongurtes landseitig der Spundwand.

Überschreitungsdauern KP [Auswertung von 31 Jahren, 1978 - 2008]

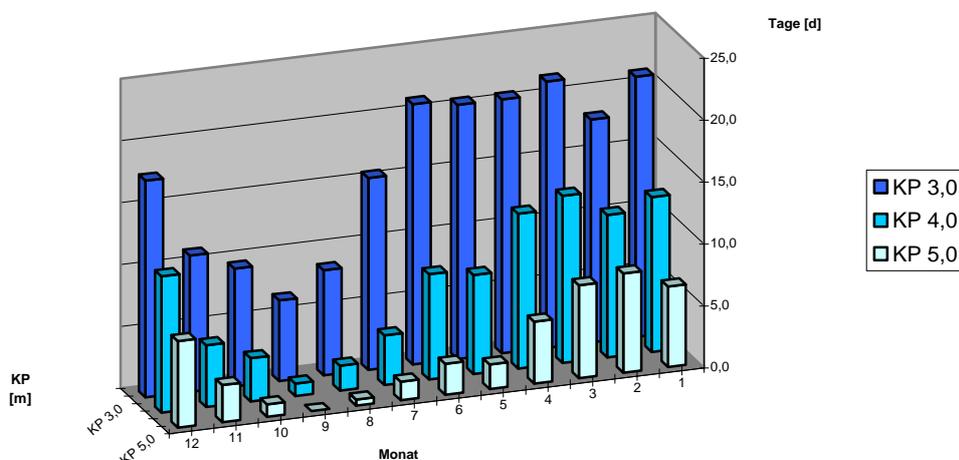


Bild 1 Kölner Pegel, Pegelhöhen - Überschreitungsdauern

Grundsätzlich lassen die Monate Juli bis November die günstigsten Rahmenbedingungen für die Durchführung dieser Arbeiten erkennen. Aus Bild 1 können die Überschreitungsdauern für maßgebende, die Bauausführung betreffende Wasserstände abgeleitet werden. So wurden im gesamten Beobachtungszeitraum an 26,5 % aller Augusttage Rheinwasserstände oberhalb 3,00 m KP gemessen. D.h. an 255 von 961 Tagen (Auswertung von 31 Jahren!) wurde dieser KP überschritten. Die Dauern einzelner Ereignisse von Pegelüberschreitungen lassen sich hieraus nicht ableiten.

Der Rückzug von der Vorschüttung und die spätere Wiederaufnahme der Arbeiten auf der Berme können aus technischer Sicht ohne besondere Vorarbeiten und großen, zeitlichen Vorlauf erfolgen. Voraussetzung für die praktische Umsetzung sind eine flexible Personaleinsatzplanung und die Vorhaltung der Arbeitsgeräte.

Mit dem weiteren Baufortschritt reduziert sich die Abhängigkeit von Niedrigwasserständen. Für die Herstellung der Stahlbetonplatte des Fußpodestes und unteren Laufes sind Wasserstände unterhalb 4,00 m KP erforderlich. Ab dem Mittelpodest erlauben Wasserstände unterhalb 5,00 m bzw. 5,50 m KP die nötige Baufreiheit.

Auch wenn das Jahr 2008 für die Bauausführung ideale Rahmenbedingungen aufwies, muss für den geplanten Bauzeitraum die langjährige Auswertung der Pegelstände zugrunde gelegt werden. Danach sind Stillstandszeiten nicht auszuschließen und müssen bedingt durch ihre große Eintrittswahrscheinlichkeit in größerem Umfang Eingang bei den zu berücksichtigenden Baukosten finden.

Die möglichen Stillstandskosten wurden für drei Leistungsphasen mit hohem Geräte- bzw. Personaleinsatz abgeschätzt:

- *Ankerarbeiten Uferspundwand*
- *Einbringung der Uferspundwand*
- *Stahlbetonarbeiten*

Hierbei wurde für alle Leistungen eine Stillstandsdauer von 180 Tagen zugrunde gelegt.

Temporärer Hochwasserschutz

Für das *Baufeld* besteht *kein* Schutz gegen Pegelschwankungen und Hochwasserereignisse während der Bauzeit. Der gesamte Uferbereich liegt vor der Hochwasserschutzlinie.

Da angestrebt ist, mit dem Rückbau der Uferbefestigung erst nach Fertigstellung der neuen Uferspundwand einschließlich Rückankerung und Gurtung zu beginnen, ist beim Auftreten eines Hochwasserereignisses in späteren Bauzuständen eine Fußpunktsicherung der Uferböschung vorhanden.

Für die Standsicherheit der neuen Hochwasserschutzmauer muss jedoch eine vorgelagerte Mindestböschung mit einer Grenzneigung von 1:3 sichergestellt werden. Daher müssen neu profilierte Böschungsabschnitte zeitnah durch eine feste, dränfähige Abdeckung an der Oberfläche gegen Erosion geschützt werden.

Dies gilt insbesondere für Abbruchkanten und Übergänge zwischen dem Erdbau und bereits fertiggestellten Abschnitten der baulichen Anlage. Diese Bereiche müssen durch Erosionsschutzmatten und Steinschüttungen geschützt werden.

Bei einer Vorankündigungszeit eines möglichen Hochwasserereignisses von ca. 2-3 Tagen müssen die Erdarbeiten hinsichtlich des Eingriffes in das Ufer so ausgelegt werden, dass Zwischenbauzustände mit offenen Böschungflächen nur in Größenordnungen anfallen, die im Ankündigungszeitraum durch den Einbau von Erosionsschutzmatten, Vernagelungen und Steinschüttungen beherrscht werden können.

Gegenüber der Kostenschätzung müssen, in Anbetracht der hohen Eintrittswahrscheinlichkeit, für die erforderlichen Sofortmaßnahmen höhere Aufwendungen berücksichtigt werden.

Die Abschätzung des zusätzlichen Aufwandes erfolgt unter der Annahme von vier Wiederholungen für den Ein- und Ausbau der vorzuhaltenden Hilfsmittel für die Sofortmaßnahmen (Erosionsschutzmatten, Steinschüttungen).

Bauzeit

Die Bauzeit kann nur für den ungestörten Bauablauf unter idealen Voraussetzungen abgeschätzt werden. Häufigkeit und Dauer eintretender Wasserstandsereignisse des Rheins sind nicht prognostizierbar. Daher sind auch die Auswirkungen auf die Bauzeit nicht absehbar. Da eine Baufreiheit nicht gewährleistet werden kann, ist die Vorgabe von Fertigstellungsterminen und Zwischenterminen nur unter ungestörten Rahmenbedingungen möglich.

Jede Terminschiene unterliegt dem Zufall des Zusammentreffens passender Wasserstände und geplanter Bauaufgaben.

2.2 Standsicherheit der vorhandenen Uferbefestigung

Im Zuge der Bauausführung kommt der Standsicherheit der *bestehenden* Ufersicherung eine besondere Bedeutung zu. Dies insbesondere unter dem Aspekt des Hochwasserschutzes. Die Basaltbefestigung bildet den Erosionsschutz der Uferböschung.

Der Aufbau der Befestigung ist inhomogen und nur durch lokale Aufschlussbohrungen und alte Bestandsdokumentationen bekannt. Offene Fugen lokale Hohllagen und fehlende Steine dokumentieren einen schlechten baulichen Zustand der Uferbefestigung.

Ein belastbarer, rechnerischer Nachweis der Standsicherheit der Uferböschung ist daher mangels Modellfindung für die Basaltabdeckung nicht möglich. Dies gilt auch für eine rechnerische Einschätzung der Auswirkungen von *Baugrunderschütterungen* durch das Einbringen der Spundwandprofile.

Eine Einschränkung des Risikos bezüglich des möglichen Versagens der Böschung bei der Einbringung der Spundbohlen, ist nur durch ein schrittweises Vorgehen in kritischen Bauphasen, Maßnahmen zur Lastreduktion, sowie konstruktive Maßnahmen zur Erhöhung der Standsicherheit möglich.

Zur Entlastung des Böschungsfußes ist ein vorlaufender Rückbau der Böschungshöhe um ca. 1,0 m vorgesehen. Im Bereich zwischen der Urbanstraße und den Rheinterrassen sorgt zudem der Rückbau des alten Dammes für eine Entlastung der Uferbefestigung. Die angedachte Vorschüttung erhöht zusätzlich durch ihre Auflast die Sicherheit gegenüber einem möglichen Geländebruch durch den Böschungsfußpunkt.

Dennoch kann bei diesen vorbeugenden Maßnahmen ein Versagen der Uferbefestigung nicht ausgeschlossen werden. Allerdings wird das Risiko in Anbetracht der bereits angedachten Vorsichtsmaßnahmen als beschränkt eingestuft.

Bei der Einbringung der Uferspundwand ist entsprechend dem Baugrundgutachten die Beobachtungsmethode anzuwenden. Diese im Spezialtiefbau und Bergbau übliche Vorsichtsmaßnahme bedeutet, dass vornehmlich aus Gründen der Arbeitssicherheit für Mannschaften und Gerät aber auch zur Feststellung ggf. erforderlicher temporärer Sicherungsmaßnahmen während der Ramm- und Abbrucharbeiten Bewegungen im Bestand der Uferböschung zu überwachen sind. Dazu werden üblicherweise Lage- und Höhenbolzen im Bestand geschlagen und vermessungstechnisch überwacht sowie ggf. Gipsmarken auf Bauwerksfugen und Risse gesetzt und deren Veränderung beobachtet.

Eine weitere Herabsetzung dieser Unwägbarkeit kann nur durch umfangreiche, temporäre Sicherungsmaßnahmen erfolgen.

Hierfür bietet sich eine bauzeitige Rückankerung der Bestandsböschung im unteren Drittel der Höhe an. Da der Bestand aber in späteren Bauphasen abgebrochen wird und Schäden während der Rammarbeiten daher in Kauf genommen werden können, sollen derartige Maßnahmen vorerst nicht ergriffen werden, sondern nur dann zum Einsatz kommen, wenn ein sicheres Arbeiten nicht mehr möglich ist.

Da diese Maßnahme jedoch mit einem hohen finanziellen Mehraufwand verbunden ist, wird sie nur optional, unter Einbeziehung der Eintrittswahrscheinlichkeit, bei den Baukosten berücksichtigt.

Dies gilt auch für die Kosten der erforderlichen Baufeldräumung und temporären Böschungssicherung nach einem möglichen Versagen (Einsturz von Teilen) der Uferbefestigung, wie es z.B. in den 50er Jahren im unmittelbar nördlichen anschließenden Uferbereich nach einem Hochwasser vorgekommen ist.

Die Kostenschätzung hat hierfür bisher keine Rückstellungen vorgesehen.

Für die Erfassung möglicher Folgekosten wurde das Abräumen und die temporäre Sicherung eines 50 m Böschungsabschnittes kalkuliert. Da nach einem Einsturz mit hoher Wahrscheinlichkeit eine bauzeitige Rückankerung der verbliebenen Bestandsböschung angeordnet wird, wurde dafür eine Länge von 200 m zugrunde gelegt.

2.3 Ramm- und Bohrhindernisse

Die Rammbarkeit des Baugrundes wurde aus einer beschränkten Anzahl von Baugrundaufschlüssen abgeleitet. Im Verhältnis zur Längserstreckung handelt es sich hierbei um singuläre Kennstellen. Auch wenn mit Blick auf die geologischen Verhältnisse keine besonderen Schwankungen im Aufbau des Baugrundes zu erwarten sind, kann ein Auftreten von Ramm-

hindernissen in der Spundwandachse nicht ausgeschlossen werden. Dies gilt insbesondere für Bereiche in denen alte bauliche Anlagen bestanden. Hierzu gehört der Bereich der Kanurampe mit der Achse der alten Römerbrücke ausgehend vom Westtor des römischen Kastells Divitia.

In diesen Bereichen muss auch in größerem Umfang mit Bohrhindernissen gerechnet werden. Dies gilt sowohl für die Rückankerung der Uferspundwand, als auch für die Tiefgründung der Winkelstützmauern mittels Verpresspfählen.

Für die Beseitigung von Rammhindernissen sind derzeit nur geringe Kosten für Geräte- und Personaleinsatz in den Baukosten verankert. Es wurde davon ausgegangen, dass nach dem Räumen der Rammachse (Basalt-Stelen) und dem lokal erforderlichen Aufbruch der Befestigung keine besonderen Hindernisse im Terrassenschotter des Rheins angetroffen werden.

Für den südlichen Bereich der Anlage müssen, in Anbetracht der historischen Bauaktivitäten, höhere Kostenrückstellungen für die Beseitigung von Hindernissen vorgenommen werden.

Es wurden daher für Rammhindernisse/-erschwernisse Massenansätze für Lockerungsbohrungen, Hindernisbeseitigung durch Kernbohrungen und Durchörterung in offener Baugrube kalkuliert.

Für den Bereich der Querung des Rheindükers in Höhe des Landschaftsverbandes liegen auch nach Abstimmung mit den Betreibern keine verlässlichen Angaben bzgl. der Höhenlage und Achse vor.

Die Auskömmlichkeit der angenommenen Spundwandlängen hinsichtlich der Sicherheit des Dükers muss im Rahmen der Ausführungsplanung mit den Betreibern weiter vertieft werden. Da eine visuelle Sondierung wegen der erforderlichen Verbaumaßnahmen bereits eine Gefährdung des Dükers bzw. der Kabel bedeutet, muss der Einsatz messtechnischer Verfahren geprüft werden. Für erforderliche Sondierungsmaßnahmen wurden in den veranschlagten Baukosten Rückstellungen berücksichtigt.

2.4 Massen des Erd- und Wasserbaus

Erdbau

Die Erdbaumassen weisen gegenüber den Ansätzen der Kostenschätzung, bedingt durch den im Baugrundgutachten definierten Bodenaustausch, bereits Mehrmengen aus. Aufgrund des zu erwartenden inhomogenen Aufbaus der Auffüllung der Uferböschung sind weitere Austauschmaßnahmen sehr wahrscheinlich. Die Massenansätze für den Erdabtrag und –auftrag müssen daher mit weiteren Zuschlägen versehen werden.

Wasserbau

Angaben über die bauliche Dicke und Ausdehnung der Steinschüttung vor dem Basaltufer sind nicht bekannt. Die Bestandssituation konnte *nur* hinsichtlich der *Oberfläche* erkundet werden. Dies erfolgte einerseits durch eine Fächerpeilung von der Rheinseite, andererseits durch ein Nivellement von der Landseite. Zwischen beiden Vermessungen verbleibt wegen der technischen Randbedingungen der Echopeilung ein ca. 6 bis 8 m breiter Streifen, der nicht aufgenommen werden konnte. In diesem Bereich können die Höhenangaben nur durch lineare Interpolation gewonnen werden.

Die erforderlichen Arbeiten zur Umlagerung der vorhandenen Steinschüttung und zum Aufbau der neuen Vorschüttung bleiben damit im Hinblick auf die Massen mit Unwägbarkeiten behaftet. Die rechnerisch erforderliche Kubatur wird daher mit einem Zuschlag versehen.

Für mögliche Massenmehrungen wird bei den o.g Leistungen ein Zuschlag von 10% auf die rechnerisch ermittelten Kubaturen berücksichtigt.

2.5 Abbruch baulicher Anlagen

Der Rückbau der alten Uferböschung birgt Unsicherheiten hinsichtlich der baulichen Durchbildung und damit hinsichtlich der auszubauenden Massen. Die Erkundung durch die Entnahme von Bohrkernen lässt keinen einheitlichen Aufbau erkennen. Der Hinterfüllbereich des Ufers vor der neuen Hochwasserschutzwand ist vom Aufbau her nicht bekannt. In Anbetracht der Geschichte der baulichen Nutzung des Ufers besteht eine große Wahrscheinlichkeit Reste baulicher Anlagen anzutreffen.

Handelt es sich hierbei um Funde von denkmalpflegerischer Bedeutung, ist mit einer Verlängerung der Bauzeit zu rechnen. Die eingeschränkten räumlichen Verhältnisse und die Notwendigkeiten in der zeitlichen Abfolge der Herstellung der baulichen Anlagen erlauben eine Verlagerung der Bauaktivitäten, wenn überhaupt, nur in einem sehr beschränkten Rahmen. Seitens des RGM wurden außerhalb des Kastells Divitia keine weiteren potentiellen Fundstellen zu erhaltender Denkmäler angegeben.

Die bisher angesetzten Massen für Festabbruch innerhalb der Auffüllung der Böschung decken nicht den Umfang baulicher Anlagen, wie er bei der Ausführung des Hochwasserschutzes in der Bohrachse angetroffen wurde. Diese Achse lag jedoch weiter landeinwärts.

Mit Blick auf den südlichen Bereich der Treppenanlage, unmittelbar vor dem Kastell Divitia, sind Abbrucharbeiten alter Stütz- und Kaimauern innerhalb der Uferböschung sehr wahrscheinlich. Diese wurden im Zuge von Schürfungen im Sommer 2008 erkundet.

Aus diesem Grund werden die Massen für Festabbruch auf 10% des gesamten planmäßigen Bodenabtrags erhöht.

2.6 Kontaminierte Baustoffe - Deponiegebühren

Für das Baufeld liegen keine Angaben über Schadstoffbelastungen der Auffüllung vor. Der Ausbau der Erdmassen und Auffüllungen des Ufers beinhaltet derzeit *keine* Deponiegebühren für den Fall hoch belasteter Böden.

Da nach Informationen des Kampfmittelräumdienstes vom Sommer 2008 in der Böschung verfüllte Bombenrichter liegen, ist das Antreffen höher belasteter Böden nicht auszuschließen.

Für die Baukosten wird ein Volumen von 10% des Bodenabtrags berücksichtigt.

2.7 Bodengutachten

Entsprechend den Aussagen im vorliegenden Bodengutachten ist unter der Konstruktion im Falle ablaufenden Hochwassers ein Wasserüberdruck von einem Meter zu berücksichtigen. Dieser Ansatz wurde als Mindestwert definiert. Er ist Grundlage der geführten Nachweise im Rahmen der Entwurfsplanung.

Zur Bestätigung eines ausreichenden Sicherheitsniveaus wurde eine geohydraulische Berechnung der Grundwasserverhältnisse beauftragt. Die Ergebnisse liegen derzeit noch nicht vor.

Sollte diese Berechnung ungünstigere Verhältnisse hervorbringen, sind weitere Kosten für eine planmäßige Dränage unter der Treppenanlage zu erwarten. Ein seriöser Kostenrahmen kann erst nach Vorlage der Untersuchungsergebnisse ermittelt werden.

Weiterhin stehen die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse entlang des Kopfes der Uferböschung aus. Die Untersuchungen konnten hier erst nach Beendigung der Baumaßnahmen für den Hochwasserschutz des 3.BA PFA 16 beginnen.

Anlage 1

Ermittlung des Kostenansatzes für Unwägbarkeiten bei der Bauausführung
vom 25.03.1009, BUNG Ingenieure AG, Niederlassung Köln