

Straßenbauverwaltung:	Landeshauptstadt Erfurt
Straßenklasse und Nr.:	Am Pfingstbach (Anliegerstraße)
Streckenbezeichnung:	Rudolstädter Straße – Über dem Dorfe
Baumaßnahme/Bauwerk:	Hochwasserschutz Niedernissa
	Brücken und Ufermauern (Pfingstbach)
Bauwerks-Nr. (ASB-ING):	NIE 2, NIE 3

Träger der Baumaßnahme: **Landeshauptstadt Erfurt**

Vorplanung

- Erläuterungsbericht -

Aufgestellt:

Erfurt, den

Geprüft:

Gesehen:

Genehmigt:

Vorplanung

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	2
1.1	Verkehrswege, Notwendigkeit der Maßnahme	2
1.2	Vorhandene Bauwerke und vorgesehene Maßnahmen	6
1.3	Lastannahmen.....	8
1.4	Bauwerksgestaltung	8
2	Bodenverhältnisse, Gründung	8
3	Variantenuntersuchung Brücken	9
3.1	Variante 1: Fertigteil-Vollrahmen	9
3.2	Variante 2: Halbfertigteil-Halbrahmen	11
3.3	Variante 3: Ortbeton-Halbrahmen.....	14
4	Variantenuntersuchung Uferwände (Neubau)	14
4.1	Variante 1: Stahlbeton-Fertigteile	15
4.2	Variante 2: Stützwand aus Ortbeton	17
5	Variantenuntersuchung Uferwände (Instandsetzung)	18
5.1	Variante 1: Instandsetzung ohne Abdeckung	18
5.2	Variante 2: Instandsetzung mit Abdeckung.....	19
6	Variantenvergleich.....	20
6.1	Brücken	20
6.2	Uferwände (Neubau)	21
6.3	Uferwände (Instandsetzung).....	21
7	Weitere Maßnahmen (ohne Variantenuntersuchung)	21
7.1	Instandsetzung der Uferböschung im Bereich 10.2 rechts (Prallhang)	21
7.2	Instandsetzung / Erneuerung der Gewässersohle	22
8	Zusammenfassung.....	23

Vorplanung

1 Allgemeines

1.1 Verkehrswege, Notwendigkeit der Maßnahme

D Die Landeshauptstadt Erfurt plant im Rahmen des Aufbauhilfeprogramms zur Wiederherstellung der Infrastruktur in den Gemeinden infolge des Hochwassers vom 18. Mai bis zum 04. Juli 2013 in Thüringen die Beseitigung der Hochwasserschäden aus dem Jahr 2013 und die Schaffung eines ausreichenden Hochwasserschutzes für den Ortsteil Niedernissa.

Durch die gesamte Ortslage Niedernissa fließt der Pfingstbach in nördliche Richtung. Dieser ist nahezu im gesamten Bereich von Uferwänden eingefasst. Zur Querung von Straßen und als Anliegerzufahrten sind diverse Brücken- bzw. Durchlassbauwerke angeordnet.

Insbesondere durch die Hochwasserereignisse aus dem Jahr 2013 wiesen die Querungsbauwerke und Teile der Ufermauern starke Schädigungen auf. Weiterhin ist der Querschnitt der meisten Brücken/Durchlässe zur Abführung des Bemessungshochwassers HQ_{100} nicht ausreichend. Die Ufermauern im südlichen Bereich weisen für das HQ_{100} keine ausreichende Höhe auf.

Zur Schadensbeseitigung und Schaffung eines hydraulisch ausreichend bemessenen Abflussquerschnittes sind deshalb folgende Maßnahmen an den Ingenieurbauwerken am Pfingstbach (Bezeichnungen siehe Übersichtslageplan) vorgesehen:

- Ersatzneubau von 4 schadhafte Brückenbauwerken (Bauwerke A, D, E und F),
- ersatzloser Abbruch von 2 Brücken (Bauwerke B und C),
- Rückbau von schadhafte Ufermauern mit Herstellung von Böschungen (südlich BW A bis BW C, rechts),
- Ersatzneubau schadhafte Ufermauern (südlich BW A bis BW D, links und vor Bauwerk D, rechts),
- Instandsetzung der Ufermauern zwischen Bauwerk D und E und zwischen Bauwerk E und F (jeweils beidseitig) einschließlich Instandsetzung der Gewässersohle (*),
- Böschungsinstandsetzung am Prallhang nördlich von Bauwerk I.

(*) *nicht im Rahmen des Förderprogramms*

An den weiteren Ufermauern nördlich von Bauwerk F sowie an den Brücken G, H, und I sind keine Maßnahmen vorgesehen.

Überführte Verkehrswege (Straßen und Zufahrten):

Von der Rudolstädter Straße kommend verläuft die die Straße „Am Pfingstbach“ zunächst östlich des Baches. Als Sammelstraße ist diese nach RSt 2006 der Straßenkategorie ES IV zuzuordnen. Die Fahrbahnbreite beträgt durchgängig ca. 5,00 m. Ein Gehweg ist einseitig vorhanden. Dieser verläuft auf der bachabgewandten Seite vor der Bebauung. Als Querungsbauwerke zu anliegenden Grundstücken westlich des Pfingstbaches dienen die Brückenbauwerke I, H und G.

Vorplanung

Am Lindenanger kreuzt die Straße mit Bauwerk F den Pfingstbach spitzwinklig. Im Weiteren verläuft der Bach östlich der Straße und der Gehweg liegt auf der Westseite. Über die Bauwerke D und E werden mehrere Grundstücke erschlossen.

Nach der Einmündung „Am Waldrasen“ biegt die Sammelstraße nach Osten ab und heißt „Über dem Dorfe“. Im Einmündungsbereich befindet sich das Durchlassbauwerk D.

Die Straße „Am Pfingstbach“ verläuft weiter parallel des Baches. Im südlichen Bereich besitzt sie jedoch nur noch die Erschließungsfunktion für einzelne Grundstücke und landwirtschaftliche Nutzflächen, wobei es sich bei Grundstück 83/7 am südlichen Ortsrand um ein Gewerbegrundstück handelt, welches mit LKW angedient wird. Ein Gehweg ist hinter dem Abzweig „Über dem Dorfe“ nicht mehr vorhanden. Zur Erschließung der Grundstücke östlich des Baches sind derzeit die Brückenbauwerke C, B und A angeordnet.

Im gesamten Verlauf wird die Straße „Am Pfingstbach“ gegenüber dem Gewässer durch eine Ufermauer gesichert. Zwischen dem Bach und der Straße befindet sich ein Grünstreifen in veränderlicher Breite. Auch auf der gegenüberliegenden Seite verlaufen durchgängig Uferwände zu den anliegenden Grundstücken.

Unterführter Verkehrsweg (Pfungstbach):

Das Planungsgebiet (Bach-km 0+861 bis km 1+162) umfasst den Lauf des Pfingstbachs parallel zur Straße „Am Pfingstbach“ in Niedernissa. Der Pfingstbach verläuft im Planungsbereich annähernd von Süden nach Norden in Richtung des Linderbaches. Wie oben beschrieben ist der Bach im Planungsbereich nahezu vollständig von Ufermauern eingefasst. Die Gewässerbettbreite beträgt in der Regel ca. 2,00 m. Nur nördlich vom Bauwerk F weitet sich der Bach auf. Südlich der Ortslage besitzt der Bach geböschte Ufer. Im Norden endet die westliche Ufermauer am Bauwerk H. Die östliche Uferwand zur Straße reicht bis hinter Bauwerk I und endet in Bach-km 0,741, bevor der Pfingstbach nach Westen abknickt. Der Prallhang am Richtungswechsel besitzt eine stark schadhafte Ufersicherung, die im Rahmen des Bauvorhabens instanzzusetzen ist. Die dort vorhandenen Widerlagerreste einer früheren Brücke sollen dabei abgebrochen werden, um die Einengung des Abflussprofils zu beseitigen.

Wie oben beschrieben unterquert der Pfingstbach in seinem Verlauf durch die Ortslage Niedernissa mehrere Straßen und Grundstückszufahrten. Die Brückenbauwerke sind insbesondere im südlichen Bereich deutlich schmaler als der Bach im übrigen Bereich und stellen damit deutliche Hindernisse für den Hochwasserabfluss dar.

Die Landeshauptstadt Erfurt beauftragte im Jahr 2015 die Fugro Consult GmbH Nordhausen mit der Erstellung eines Hochwasserschutzkonzeptes für die Gewässer II. Ordnung im Einzugsgebiet des Linderbaches. Ausgehend vom Zustand der vorhandenen Bauwerke wurde im Rahmen dieses Konzeptes die Hochwasserstände für Ereignisse mit verschiedenen Wiederkehrintervallen hydraulisch berechnet. Im Ergebnis ist festzustellen, dass das Bemessungshochwasser HQ_{100} nur an den Bauwerken G bis I mit geringem Freibord abgeführt werden kann (siehe folgende Seite). Alle anderen Brücken sind bei HQ_{100} eingestaut. An den Bauwerken C und D ergibt sich bereits beim HQ_{20} ein Einstau.

Vorplanung

(Aus dem Ergebnisbericht zum Hochwasserschutzkonzept vom 04.12.2015):

ID	Bezeichnung	km	vorh. Freibord [m]			
			HQ ₂₀	HQ ₅₀	HQ ₁₀₀	HQ ₂₀₀
26	Durchlass Straße K41	5,680	-0,19	-0,32	-0,42	-0,55
27	Wegebrücke Niedernissa nahe Kirche "Zur Himmelspforte"	0,580	-0,21	-0,32	-0,39	-0,66
28	Brücke(Zufahrt) Niedernissa, Straße Am Pfingstbach	0,770	0,20	0,13	0,07	-0,09
29	Brücke(Zufahrt) Niedernissa, Straße Am Pfingstbach	0,800	0,15	0,11	0,04	-0,11
30	Brücke (Zufahrt) Niedernissa, Straße Am Pfingstbach	0,820	0,18	0,14	0,06	-0,07
31	Verdolung Niedernissa, Straße Am Pfingstbach	0,870	0,09	0,01	-0,09	-0,24
32	Straßenbrücke Niedernissa, Straße Am Pfingstbach	0,960	0,07	0,02	0,00	-0,04
33	Verdolung Niedernissa, Kreuzung Am Pfingstbach/Über dem Dorfe	1,020	-0,16	-0,16	-0,27	-0,39
34	Brücke Niedernissa, Straße Am Pfingstbach	1,105	-0,37	-0,45	-0,53	-0,62
35	Steg Niedernissa, Straße Am Pfingsbach	1,130	0,28	0,19	0,05	-0,16
36	Brücke Niedernissa, Straße Am Pfingstbach	1,150	0,18	0,02	-0,08	-0,22
37	Straßenbrücke Niedernissa L1052	1,230	0,73	0,64	0,57	0,46
38	Verdolung Niedernissa nahe L1052	1,290	0,36	0,23	0,13	-0,05
39	Rohrdurchlass Suhlequelle und Niedernissa	2,590	0,40	0,27	0,19	0,03
40	Straßenbrücke nahe Suhlequelle Schellrodaer Straße	3,400	1,48	1,41	1,36	1,26

Zusammenfassen wird im Hochwasserschutzkonzept festgestellt, dass die hydraulische Leistungsfähigkeit des Pfingstbaches etwa einem HQ₅₀-Abfluss entspricht. Beim Bemessungshochwasser HQ₁₀₀ kommt es zu Wasserübertritten über die Uferkanten.

Ein Übertrittspunkt befindet sich im Bereich der westlichen Ufermauern im Bereich der Bauwerke A und B (Ufermauer links – Abschnitt 1 bis 3), in dem die Mauern keine ausreichende Höhe aufweisen.

Auf Grundlage der Berechnungen des Hochwasserschutzkonzeptes wurde im Rahmen der Vorplanung für die Brücken und Ufermauern des Pfingstbaches die erforderliche Größe der Brücke der zu erneuernden Brückenbauwerke und die erforderliche Höhe der Ufermauern durch iterative hydraulische Berechnung ermittelt. Dabei bestand das Ziel, gemäß entsprechendem Beschluss des Stadtrates und der Forderung der Unteren Wasserbehörde den Hochwasserschutz für alle besiedelten Bereiche der Stadt Erfurt im Regelfall auf ein HQ₁₀₀ auszulegen.

Eine Vergrößerung des Abflussprofils im Bereich der Brücken nach oben durch entsprechende Anhebung der überführten Straßen ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nur in sehr geringem Umfang möglich. Somit wird vorgeschlagen, die neuen Brücken in Anpassung an den vorhandenen Regelabstand der Ufermauern einheitlich mit einer lichten Weite von 2,00 m herzustellen. Eine weitere Aufweitung wäre wegen der örtlichen Zwänge nur in begrenztem Umfang möglich und würde hydraulisch auch nur bedingte Vorteile ergeben.

Zur Optimierung des Hochwasserabflusses wurde weiterhin die bereichsweise Begradigung der Gewässersohle vorgeschlagen.

Vorplanung

Im Ergebnis der optimierten hydraulischen Berechnung wurden an den zu erneuernden Brückenbauwerken für das Bemessungshochwasser HQ_{100} folgende neuen Freibordhöhen ermittelt:

Einlauf Bauwerk A	26 cm
Einlauf Bauwerk D	31 cm
Einlauf Bauwerk E	28 cm
Einlauf Bauwerk F	32 cm

Bei gleichzeitiger erhöhter Ausbildung der zu erneuernden Ufermauern im südlichen Planungsbereich (Abschnitte 0 bis 4) $HQ_{100} + 50$ cm Regelfreibord wird damit sichergestellt, dass der Abfluss auf der gesamten Länge durch das Gerinne aufgenommen werden kann, so dass das Hochwasserschutzziel erreicht wird.

Die gegenüber dem Regelfall etwa verminderten Freiborde an den Brücken wurden aufgrund der örtlichen Zwänge gemäß den Vorabstimmungen mit der Unteren Wasserbehörde und der Gewässeraufsicht als genehmigungsfähig bewertet.

Weitere Randbedingungen für die Bauwerksplanung:

Neben der Trassierung der vorhandenen Straßen und der Lage der Grundstückszufahrten ergeben sich auch aus den vorhandenen Ver- und Entsorgungsleitungen Zwänge für die Ausbildung der Bauwerke.

Leitungen verlaufen im Bereich des Gehweges (Strom, Telekom, Beleuchtung) und im Straßen- und Gehwegbereich (Gas, Wasser, Abwasser). Leitungskreuzungen gibt es im Bereich der Bauwerke D und F. Am Bauwerk D befindet sich unmittelbar östlich der Brücke ein Trafo der Stadtwerke Erfurt mit einer entsprechend großen Anzahl an Stromleitungen.

Ziel der Planung ist es, Umverlegungen von Ver- und Entsorgungsleitungen auf das zwingend erforderliche Mindestmaß zu beschränken und die vorhandenen Leitungen durch entsprechende Sicherungsmaßnahmen vor bauzeitlichen Beeinträchtigungen zu schützen.

Art und Umfang der im Zusammenhang mit dem Bauvorhaben durchzuführenden Leitungsbaumaßnahmen und konstruktive Einzelheiten der Leitungsführung werden im Rahmen der weiteren Planung mit den jeweiligen Eigentümern bzw. Betreibern abgestimmt.

Weiterhin ist zu beachten, dass die angrenzenden privaten Grundstücke und Gebäude teilweise sehr nah an die öffentlichen Straßen- und Gewässergrundstücke heranreichen, so dass sich das zur Verfügung stehende Baufeld entsprechend einschränkt.

Naturschutzrechtliche Schutzgebiete sind im Baubereich nicht ausgewiesen.

Vorplanung

1.2 Vorhandene Bauwerke und vorgesehene Maßnahmen

Bauwerk A: Anliegerzufahrt und Zufahrt für Landwirtschaft

Natursteingewölbe, $B = 5,00$ m, $LW = 1,77$ m; $LH = 1,23$ m, $AQ = 1,82$ m²

Gemäß HWSK (BW Nr. 36, km 1,150) bei HQ_{100} : Einstau 0,08 m

Ersatzneubau mit Verschiebung nach Norden

Bestandteil der geförderten Baumaßnahme

Bauwerk B: Anliegerzugang (Fußgängersteg)

Betonplatte: $B = 1,00$ m, $LW = 1,93$ m; $LH = 1,22$ m, $AQ = 2,35$ m²

Gemäß HWSK (BW Nr. 35, km 1,130): bei HQ_{100} : Freibord 0,05 m

Ersatzloser Abbruch (Erschießung über Bauwerk A)

Bestandteil der geförderten Baumaßnahme

Bauwerk C: Anliegerzufahrt

Natursteingewölbe, $B = 4,50$ m, $LW = 1,93$ m; $LH = 1,04...1,10$ m, $AQ \approx 1,50$ m²

Gemäß HWSK (BW Nr. 34, km 1,105): bei HQ_{100} : Einstau 0,53 m

Ersatzloser Abbruch (Erschießung vom Osten)

Bestandteil der geförderten Baumaßnahme

Bauwerk D: Straßenbrücke

Stahlbetonhaube und Stahlbetonrahmen, $B = 56,00$ m,

$LW = 1,61 \dots 2,00$ m; $LH = 1,10 \dots 1,19$ m, $AQ = 1,92$ m²

Gemäß HWSK (BW Nr. 33, km 1,020): bei HQ_{100} : Einstau 0,27 m

Ersatzneubau an gleicher Stelle

Bestandteil der geförderten Baumaßnahme

Bauwerk E: Straßenbrücke (Anliegerzufahrten)

Randbereiche Natursteingewölbe, $LW = 1,81 \dots 2,00$ m; $LH = 1,01...1,07$ m, $AQ \approx 1,6$ m²

Mittelbereich Stahlbetonplatte $LW = 1,70$ m; $LH = 0,98$ m, $AQ = 1,67$ m²

$B = 12,00$ m, gemäß HWSK (BW Nr. 32, km 0,960): bei HQ_{100} : Freibord 0,00 m

Ersatzneubau an gleicher Stelle (Optimierung der Bauwerksbreite wird angestrebt)

Bestandteil der geförderten Baumaßnahme

Bauwerk F: Straßenbrücke

Natursteingewölbe, $B = 50,00$ m $LW \geq 1,93$ m; $LH \geq 0,97$ m, $AQ \approx 1,46$ m²

Gemäß HWSK (BW Nr. 31, km 0,870): bei HQ_{100} : Einstau 0,09 m

Ersatzneubau an gleicher Stelle

Bestandteil der geförderten Baumaßnahme

Bauwerk G: Anliegerzufahrt (Nutzung als Parkplatz)

Stahlbetonhaube, $B = 10,00$ m, $LW = 2,00$ m; $LH = 1,22$ m, $AQ = 2,44$ m²

Gemäß HWSK (BW Nr. 30, km 0,820): bei HQ_{100} : Freibord 0,06 m

Keine Maßnahmen (ggf. ersatzloser Abbruch als gesonderte Maßnahme)

Vorplanung

Bauwerk H: Anliegerzufahrt

Stahlbetonrahmen, B = 4,00 m, LW = 1,97 m; LH = 1,10 m, AQ = 2,17 m²

Gemäß HWSK (BW Nr. 29, km 0,800): bei HQ₁₀₀: Freibord 0,04 m

Keine Maßnahmen

Bauwerk I: Anliegerzufahrt und Zuwegung zur Feuergasse

Natursteingewölbe, B = 3,00 m, LW = 2,40 m; LH = 1,00 m, AQ = 1,78 m²

Gemäß HWSK (BW Nr. 28, km 0,770): bei HQ₁₀₀: Freibord 0,07 m

Keine Maßnahmen

Ufermauern Bereich südl. BW A (Abschnitt 1) bis BW D (Abschnitt 4):

beidseits Ufermauern aus Natursteinmauerwerk,

Abstand 1,90 ... 2,00 m, Höhe 1,25 ... 1,35 m, A ≈ 2,50 m²

Gemäß HWSK: bei HQ₁₀₀ lokale Wasserübertritte

Rechts: Abschnitt 1 bis 3: Abbruch und Ersatz durch Böschung, Abschnitt 4.1: Ersatzneubau, Abschnitt 4.2: Böschungsinstandsetzung und Neuprofilierung

Links: Abschnitt 1 bis 4: Ersatzneubau,

Sohle: Rückbau der Pflasterung und Herstellung einer naturnahen Sohle

Bestandteil der geförderten Baumaßnahme

Ufermauern Bereich nördl. BW D (Abschnitt 5) bis BW F (Abschnitt 6):

rechts Ufermauern aus Natursteinmauerwerk, links Ufermauern aus Stahlbeton-Winkelelementen

Abschnitt 5: Abstand 2,00 m, Höhe links 1,25 m, Höhe rechts 1,05 ... 1,15 m A ≈ 2,30 m²

Abschnitt 6: Abstand ca. 1,70 m, Höhe links 1,52 m, Höhe rechts ca. 1,00 m (am Kopf flache Böschung), AQ ≈ 3,00 m² (einschl. Böschung rechts).

Gemäß HWSK: bei HQ₁₀₀ keine Wasserübertritte

Beidseitig: Instandsetzung der vorhandenen Ufermauern und Instandsetzung der Sohlbefestigung

Kein Bestandteil der geförderten Baumaßnahme

Ufermauern Bereich nördl. BW F (7 bis 10.1):

beidseitig Ufermauern aus Natursteinmauerwerk, Abstand i. d. R. ca. 1,20 m (nach BW F als Löschteich aufgeweitet auf ca. 4,70 m, Höhe ca. 1,30 m

Keine Maßnahmen

Prallhang vor Kirche (Abschnitt 10.2 rechts)

Steinschüttung (stark geschädigt), Reste alter Brückenwiderlager

Instandsetzung und Beseitigung der Abflusshindernisse

Bestandteil der geförderten Baumaßnahme

Vorplanung

1.3 Lastannahmen

Die zu erneuernden Straßenbrücken (Bauwerke D und F) sind nach DIN EN 1991-2 für das Lastmodell LM 1 zu bemessen.

Für die nur durch Anlieger zu befahrenden Brücken (Bauwerk A und E) wird für die Bemessung nach DIN EN 1991-2 eine Modifizierung des Lastmodells LM 1 um den Anpassungsfaktor $\alpha_{Qi} = 0,7$ empfohlen. Damit ist eine wirtschaftlichere Bemessung möglich, ohne dass dabei für die dort zu erwartenden Verkehre das vom Eurocode angestrebte Sicherheitsniveau unterschritten wird. Eine Entscheidung über die Anwendung des Anpassungsfaktors in der genannten Größe wird im Rahmen der Entwurfsplanung durch den Bauherrn getroffen.

Die Uferwände werden straßenseitig ebenfalls für das Lastmodell LM 1 bemessen. Anliegerseitig ist gemäß EAB eine Verkehrslast von 10 kN/m² in Ansatz zu bringen.

1.4 Bauwerksgestaltung

Die vorhandenen Brücken (A, C, E, F) wurden als Natursteingewölbe errichtet und besitzen teilweise Instandsetzungsabschnitte als Stahlbetonrahmen (Bw E, F). Der Durchlass Bw D besteht durchgehend aus Stahlbetonfertigteilen. Dabei unterteilt sich das Bauwerk in zwei Abschnitte, die zu unterschiedlichen Zeiten errichtet worden sind.

Da im Baubereich aus den örtlichen Gegebenheiten keine besonderen Gestaltungsanforderungen abzuleiten sind, sollen die Ersatzneubauten als zweckentsprechende funktionale Bauwerke ausgebildet werden. Dennoch sollen sich die neuen Bauwerke harmonisch in das Gesamtensemble der Ortslage einfügen. Für die geringe Bauwerksgröße stellen daher Stahlbeton-Rahmenbauwerke die statisch-konstruktiv und wirtschaftlich vorteilhafteste Bauwerksausbildung dar. Darüber hinaus nehmen sie die Formensprache anderer bereits vorhandener Brückenbauwerke auf.

Die Möglichkeit der Ausbildung der neuen Brücken als Gewölbe wurde im Rahmen der Vorplanung ebenfalls betrachtet. Da das Kreisbogengewölbe gegenüber einem Rechteckrahmen einen deutlich geringeren Abflussquerschnitt aufweist, kann mit einem Gewölbe das angestrebte Hochwasserschutzziel nicht erreicht werden.

Ebenso wurde untersucht, ob einzelne, weniger stark geschädigte Bereiche der vorhandenen Bauwerke erhalten und nach entsprechender Instandsetzung weiter genutzt werden können. Diese Möglichkeit musste jedoch ebenfalls verworfen werden, da der Querschnitt der vorhandenen Bauwerke zur sicheren Ableitung des Bemessungshochwassers HQ_{100} nicht ausreicht, so dass der vollständige Ersatz zwingend erforderlich ist.

Für die zu erneuernden Ufermauern ist aufgrund der geringen Einsehbarkeit und in Anlehnung an die Gestaltung der bestehenden linksseitigen Ufermauern in den Bereichen nördlich von Bauwerk D die Ausbildung in Sichtbeton vorgesehen.

2 Bodenverhältnisse, Gründung

Für die Ersatzneubauten lag zum Zeitpunkt der Erstellung der Vorplanung noch kein Baugrundgutachten vor.

Vorplanung

Aufgrund der Größe der Bauwerke und der entsprechend geringen Bauwerkslast kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die im Gründungsbereich anstehenden Gewässerablagerungen ausreichend tragfähig sind, um die neuen Brücken und Ufermauern flach zu gründen.

3 Variantenuntersuchung Brücken

Ausgehend von den statisch-konstruktiven und hydraulischen Erfordernissen werden unter Beachtung der örtlichen Zwänge für alle 4 zu erneuernden Brücken (Bauwerke A, D, E und F) folgende Varianten für den Ersatzneubau untersucht:

- Variante 1: Fertigteil-Vollrahmen
- Variante 2: Halbfertigteil-Halbrahmen
- Variante 3: Ortbeton-Halbrahmen

Alle Varianten bestehen aus Stahlbeton. Weiterhin wird für alle Varianten von einer frostfreien Flachgründung ausgegangen.

Durch das Anheben der Konstruktionsunterkante des Ersatzneubaus gegenüber dem Bestand sowie durch eine Aufweitung ergibt sich in allen Varianten eine Vergrößerung des Hochwasserabflussquerschnitts.

3.1 Variante 1: Fertigteil-Vollrahmen

Die Ausführung erfolgt als rechteckiger Stahlbeton-Vollrahmen mit geschlossener Sohle. Als Rahmenkonstruktion kommen Stahlbetonfertigteile zum Einsatz. Die lichte Weite beträgt entsprechend der hydraulischen Dimensionierung 2,00 m. Bei einer Konstruktionsdicke der Rahmenwände von 0,25 m ergibt sich eine Stützweite von 2,25 m.

Mit einer Konstruktionshöhe der Rahmendecke von 0,25 m beträgt die Schlankheit etwa $l/8$. Die Bauteildicke von 0,25 m für die Decke und die Riegel wurde entsprechend der Mindestbauteildicke für werkmäßig hergestellte Fertigteile nach ZTV-ING 3-2 gewählt.

Die Plattenunterseite verläuft in Längsrichtung horizontal und in Querrichtung parallel zur Neigung der Gewässersohle. Die Nutzbreite zwischen den Geländern sowie die Breite der Tragkonstruktion ist an den einzelnen Bauwerken entsprechenden der Anforderungen des obenliegenden Verkehrsweges unterschiedlich. Die Breite liegt zwischen 5,50 m für Bauwerk A und 57,00 m für Bauwerk D. Die variierende Breite wird über die Anzahl der jeweils anzuordnenden Fertigteile realisiert. Die Regelbreite der Fertigteile sollte zwischen etwa 4,00 und 5,00 m liegen und ist herstellungstechnologisch festzulegen.

Der Überbau wird als Stiel des Rahmens in die Widerlagerwände eingespannt. Lager werden nicht erforderlich.

Es wird davon ausgegangen, dass der Brückenneubau im anstehenden tragfähigen Baugrund flach gegründet wird. Das Fundament wird als durchgängige Sohlplatte in einer

Vorplanung

Dicke von 0,30 m ausgebildet. Zur Gewährleistung der Frostsicherheit erfolgt unter der zur Lastverteilung verstärkten Sauberkeitsschicht der Einbau einer 50 cm dicken Frostschutzschicht. Die Widerlagerwände werden in die Sohlplatte eingespannt.

Die lichte Höhe beträgt entsprechend der hydraulischen Dimensionierung 1,36 m für die Bauwerke A und D und 1,20 m für die Bauwerke E und F.

Die Oberkante der Sohlplatte wird 10 cm unterhalb der Gewässersohle angeordnet, damit sich dort zugespültes Substrat absetzen kann, um eine naturnahe Sohle zu erzielen. Der jeweils ca. 3,00 m lange Angleichungsbereich an den Bestand wird mit Natursteinen gepflastert. Die Abgrenzung erfolgt durch Herdmauern aus Beton.

Der Überbau erhält eine einlagige bituminöse Abdichtung nach ZTV-ING Teil 7, Abs. 1. Zur Gewährleistung der Straßenentwässerung wird über die variierende Dicke der Gussasphaltschutz eine Längsneigung der Straßenoberfläche von etwa 1,0 % in Richtung Westen (zur Straße) hergestellt.

Auf den Gesimsen werden als Absturzsicherung 1,00 m hohe Füllstabgeländer angeordnet. Wegen der geringen Länge wird im Handlauf kein Stahlseil geführt. Die Abgrenzung der Gehwege von der Fahrbahn erfolgt durch 15 cm hohe Borde aus Granit.

Für die Bauwerke gemäß Variante 1 ergeben sich folgende Brückenhauptabmessungen:

Alle Bauwerke:

Stützweite:	2,25 m
Lichte Weite zwischen den Widerlagern:	2,00 m
Kreuzungswinkel (Bauwerkswinkel):	100 gon

Bauwerk A:

Tragfähigkeit:	DIN EN 1991-2 mit $\alpha_{Qi} = 0,7$ (*)
Kleinste lichte Höhe:	1,36 m
Freibord zum HQ ₁₀₀ :	0,26 m
Breite zwischen den Geländern:	5,50 m
Brückenfläche:	12 m ²

Bauwerk D:

Tragfähigkeit:	DIN EN 1991-2 mit $\alpha_{Qi} = 1,0$
Kleinste lichte Höhe:	1,36 m
Freibord zum HQ ₁₀₀ :	0,31 m
Breite zwischen den Geländern:	57,00 m
Brückenfläche:	128 m ²

Bauwerk E:

Tragfähigkeit:	DIN EN 1991-2 mit $\alpha_{Qi} = 0,7$ (*)
Kleinste lichte Höhe:	1,20 m
Freibord zum HQ ₁₀₀ :	0,28 m
Breite zwischen den Geländern:	12,15 m
Brückenfläche:	27 m ²

Vorplanung

Bauwerk F:

Tragfähigkeit:	DIN EN 1991-2 mit $\alpha_{Qi} = 1,0$
Kleinste lichte Höhe:	1,20 m
Freibord zum HQ ₁₀₀ :	0,32 m
Breite zwischen den Geländern:	46,20 m
Brückenfläche:	104 m ²

(*) *Anpassungsfaktor wird in der Entwurfsplanung abschließend festgelegt*

Die Bauwerke B und C entfallen ersatzlos. Die Bauwerke G, H und I bleiben unverändert.

Während der Baudurchführung ist der Fahrzeugverkehr auf den Straßen „Am Pfingstbach“ und „Über dem Dorfe“ aufrecht zu erhalten. Am jeweiligen Baufeld kann die Straße auf 3,00 m eingeengt werden. Der Verkehr ist durch entsprechende Beschilderung an der Engstelle vorbeizuleiten. Die Anliegerzufahrten sind zu gewährleisten.

Am Bauwerk A ist das Bestandsbauwerk erst abzureißen, wenn der ca. 8,00 m weiter nördlich herzustellende Ersatzneubau fertiggestellt ist. An den Bauwerken D, E und F ist eine abschnittsweise Erneuerung erforderlich.

Für die Herstellung der neuen Brücken ist gegebenenfalls anfallendes Bachwasser einlaufseitig mittels Fangedamm zu fassen und über den Baubereich zu pumpen.

Die Herstellung der neuen Rahmendurchlässe erfolgt mittels Kranmontage. Die Bauzeit beträgt etwa 8 Monate, wobei die Brückenbauwerke ebenso wie die Uferwände parallel herzustellen sind. Für die Ausführungsplanung und Bauvorbereitung ist zusätzlich ein Vorlauf von etwa 2 Monaten erforderlich.

Die Baukosten für den Abbruch der vorhandenen Brücken und den Ersatzneubau als Fertigteile-Vollrahmen gemäß Variante 1 betragen gemäß Kostenschätzung insgesamt etwa 875.000 € (brutto). Die Kosten für den Rückbau der Überbauten der Bauwerke B und C sind in diesen Kosten enthalten.

Nicht enthalten sind die variantenunabhängigen Kosten für die erforderlichen Leitungsbaumaßnahmen. Kosten für Grunderwerb und Entschädigungen sind ebenfalls nicht berücksichtigt.

3.2 Variante 2: Halbfertigteil-Halbrahmen

In Variante 2 wird der Ersatzneubau wie in Variante 1 als rechtwinkliger Rahmen ausgebildet. Statt der durchgehenden Sohlplatte werden in Variante 2 allerdings Einzelfundamente, so dass die Brücke als Halbrahmen trägt.

Die Grundgeometrie der Bauwerke D, E, und F bleibt gegenüber Variante 1 unverändert. Nur am Bauwerk A ist eine Aufweitung auf 2,20 m lichte Weite vorgesehen, um den Freibord gegenüber dem in der hydraulischen Berechnung (für LW = 2,00 m) ermittelten zu noch etwas zu erhöhen.

Vorplanung

Dies ist am Bauwerk A wegen der rechtsseitig geböschten Ufer möglich. An den anderen Bauwerken wird in Variante 2 die lichte Weite von 2,00 m aus Variante 1 beibehalten, da allseits Ufermauern anschließen.

Die Widerlagerwände werden aus Ortbeton in einer Dicke von 0,40 m hergestellt. Es ergeben sich Stützweiten von 2,60 m (Bauwerk A) bzw. 2,40 m (Bauwerke D, E und F).

Zur Minimierung der erforderlichen Traggerüst- und Schalungsaufwendungen ist vorgesehen, den Überbau als Verbundquerschnitt aus werkmäßig vorgefertigten Halbfertigteilen mit 10 cm Dicke und anschließender Ortbetoneingängung herzustellen. Zur Einhaltung der Mindestbauteildicken nach ZTV-ING 3-2 wird es erforderlich, den Überbau in einer Gesamtdicke von 30 cm herzustellen. An den Bauwerken A und D wird dazu die Gradienten der überführten Straße um 5 cm angehoben. An den Bauwerken E und F ist eine solche Anhebung nicht möglich, so dass sich dort in Variante 2 der Freibord zum HQ₁₀₀ gegenüber Variante 1 um 5 cm reduzieren würde.

Der Verlauf der Plattenunterseite und die Breite der Tragkonstruktion entspricht Variante 1. Die diesbezüglichen Erläuterungen in Abs. 3.1 gelten für Variante 2 entsprechend.

Auch in Variante 2 wird davon ausgegangen, dass der Brückenneubau im anstehenden tragfähigen Baugrund flach gegründet wird. Die Fundamente sind ca. 1,40 m lang und am Anschnitt zur Widerlagerwand 0,40 m dick.

In Variante 2 ist die Befestigung der Gewässersohle beidseits bis 3,00 m über die Brückenden hinaus mit Natursteingroßpflaster in Beton vorgesehen, um die Gründung gegen Auskolkungen zu sichern. Die Abgrenzung zum Bestand erfolgt durch Herdmauern aus Beton.

Die Bauwerksabdichtung und die Absturzsicherung erfolgen wie in Variante 1.

Mit Ausbildung der Bauwerke nach Variante 2 ergeben sich folgende Brückenhauptabmessungen:

Bauwerk A:

Tragfähigkeit:	DIN EN 1991-2 mit $\alpha_{Qi} = 0,7(*)$
Stützweite:	2,60 m
Lichte Weite zwischen den Widerlagern:	2,20 m
Kleinste lichte Höhe:	1,36 m
Freibord zum HQ ₁₀₀ :	> 0,26 m
Kreuzungswinkel (Bauwerkswinkel):	100 gon
Breite zwischen den Geländern:	5,50 m
Brückenfläche:	14 m ²

Bauwerk D:

Tragfähigkeit:	DIN EN 1991-2 mit $\alpha_{Qi} = 1,0$
Stützweite:	2,40 m
Lichte Weite zwischen den Widerlagern:	2,00 m

Vorplanung

Kleinste lichte Höhe:	1,36 m
Freibord zum HQ ₁₀₀ :	0,31 m
Kreuzungswinkel (Bauwerkswinkel):	100 gon
Breite zwischen den Geländern:	57,00 m
Brückenfläche:	137 m ²

Bauwerk E:

Tragfähigkeit:	DIN EN 1991-2 mit $\alpha_{Qi} = 0,7(*)$
Stützweite:	2,40 m
Lichte Weite zwischen den Widerlagern:	2,00 m
Kleinste lichte Höhe:	1,15 m
Freibord zum HQ ₁₀₀ :	0,23 m
Kreuzungswinkel (Bauwerkswinkel):	100 gon
Breite zwischen den Geländern:	12,15 m
Brückenfläche:	29 m ²

Bauwerk F:

Tragfähigkeit:	DIN EN 1991-2 mit $\alpha_{Qi} = 1,0$
Stützweite:	2,40 m
Lichte Weite zwischen den Widerlagern:	2,00 m
Kleinste lichte Höhe:	1,15 m
Freibord zum HQ ₁₀₀ :	0,27 m
Kreuzungswinkel (Bauwerkswinkel):	100 gon
Breite zwischen den Geländern:	46,20 m
Brückenfläche:	111 m ²

(*) Anpassungsfaktor wird in der Entwurfsplanung abschließend festgelegt

Wie in Variante 1 ist auch in Variante 2 der Fahrzeugverkehr aufrechtzuerhalten und die Zuwegung für die Anlieger zu gewährleisten. Die für Variante 1 beschriebenen Maßnahmen (Baureihenfolge, abschnittsweise Herstellung) gelten in Variante 2 analog.

Für die Herstellung der neuen Brücken ist gegebenenfalls anfallendes Bachwasser einlaufseitig mittels Fangedamm zu fassen und über den Baubereich zu pumpen. Alternativ kann zwischen den Fundamenten eine bauzeitliche Verrohrung angeordnet werden.

Die Herstellung der neuen Rahmendurchlässe erfolgt mittels Kranmontage der Halbfertigteile auf die vorbetonierten Unterbauten und anschließende Ortbetonergänzung. Die Bauzeit beträgt etwa 10 Monate, wobei die Brückenbauwerke ebenso wie die Uferwände parallel herzustellen sind. Für die Ausführungsplanung und Bauvorbereitung ist zusätzlich ein Vorlauf von etwa 2 Monaten erforderlich.

Die Baukosten für den Abbruch der vorhandenen Brücken und den Ersatzneubau als Halbfertigteil-Halbrahmen gemäß Variante 2 betragen entsprechend der Kostenschätzung insgesamt etwa 937.000 € (brutto). Darin nicht enthalten sind die variantenunabhängigen Kosten für die erforderlichen Leitungsbaumaßnahmen. Kosten für Grunderwerb und Entschädigungen sind ebenfalls nicht berücksichtigt.

Vorplanung

3.3 Variante 3: Ortbeton-Halbrahmen

In Variante 3 wird der Ersatzneubau prinzipiell wie in Variante 2 ausgebildet, wobei in Variante 3 der Überbau vollständig in Ortbeton hergestellt wird.

Auf den äußeren 50 cm wird die Plattendicke als Kragarm auf 25 cm verjüngt, wodurch ein hydraulisch günstigerer Querschnitt entsteht.

Im Endzustand ist die Tragkonstruktion und Ausstattung mit Variante 2 identisch. Ebenso gelten die in Abs 3.2. beschriebenen Brückenhauptabmessungen und die vorgesehene bauzeitliche Verkehrsführung auch für Variante 3.

Im Unterschied zu Variante 2 erfolgt in Variante 3 die Überbauerstellung auf einem konventionellen Traggerüst. Für die Gerüsterstellung und den Rückbau wird zusätzliche Bauzeit benötigt, so dass sich die Gesamtbauzeit auf etwa 11 Monate verlängert. Für die Ausführungsplanung und Bauvorbereitung ist zusätzlich ein Vorlauf von etwa 2 Monaten erforderlich.

Während für die Brücken mit geringerer Breite (Bauwerke A und E) die Herstellung auf einem Traggerüst eine technisch gleichwertige und technologisch gut ausführbare Alternative zu den Fertigteilvarianten darstellt, gestaltet sich bei den breiten Brücken (Bauwerke D und F) aufgrund der geringen lichten Höhe insbesondere der Traggerüstrückbau als kritisch, so dass für diese Brücken die Ortbetonlösung eher nachteilig zu bewerten ist.

Die Baukosten für den Abbruch der vorhandenen Brücken und den Ersatzneubau als Ortbeton-Halbrahmen gemäß Variante 3 betragen entsprechend der Kostenschätzung insgesamt etwa 954.000 € (brutto). Darin nicht enthalten sind die variantenunabhängigen Kosten für die erforderlichen Leitungsbaumaßnahmen. Kosten für Grunderwerb und Entschädigungen sind ebenfalls nicht berücksichtigt.

4 Variantenuntersuchung Uferwände (Neubau)

Ausgehend von den statisch-konstruktiven und hydraulischen Erfordernissen werden unter Beachtung der örtlichen Zwänge für die zu erneuernden Uferwände (Abschnitt 1 bis 4 links und Abschnitt 4.1 rechts) folgende Varianten für den Ersatzneubau untersucht:

- Variante 1: Stahlbeton-Fertigteile
- Variante 2: Stützwand aus Ortbeton

Weiterhin denkbar wäre die Ausbildung der Uferwände als Spundwandkonstruktion, Bohrpfahlwand oder Schwergewichtswand. Da für die hier vorliegenden Geometrie- und Belastungsverhältnisse die Ausbildung als Stahlbeton-Winkelstützwand erfahrungsgemäß die technisch und wirtschaftlich vorteilhafteste Lösung darstellt, wird auf die genauere Untersuchung weiterer Konstruktionsvarianten verzichtet.

Vorplanung

Ebenfalls untersucht wurde die Möglichkeit, weniger stark geschädigte Bereiche der vorhandenen Bauwerke, insbesondere im Abschnitt 4 links, zu erhalten und nach entsprechender Instandsetzung weiter zu nutzen. Diese Möglichkeit musste jedoch verworfen werden, da die vorhandenen Bauwerke zur sicheren Ableitung des Bemessungshochwassers HQ_{100} keine ausreichende Höhe aufweisen und bei einer Aufhöhung des Wandkopfes nicht sichergestellt ist, dass die Wand weiterhin eine ausreichende Standsicherheit aufweist.

Auf der Ostseite (rechts) werden in den Bereichen 1 bis 3 die vorhandenen Uferwände aus Naturstein abgebrochen. Es wird eine unter 1:2 geneigte Uferböschung hergestellt. Die unteren 0,50 m der Böschung werden mit einer Steinschüttung aus Wasserbausteinen der Größenklasse $CP_{90/120}$ nach TLW 2003 in einer Dicke 0,35 m auf geotextiler Filtermatte befestigt. Die Steinschüttung wird mit mind. 10 cm Oberboden abgedeckt und begrünt. Der obere Bereich der Uferböschung wird als Erdböschung ausgebildet.

Im Bereich 4.2 rechts kann wegen der stark schiefwinklig kreuzenden Straße „Über dem Dorfe“ und der unmittelbar hinter der Böschungsschulter verlaufenden Wasserleitung die Böschung zwischen der neuen Ufermauer Abschnitt 4.1 rechts (zu Grundstück 28/1) und der Brücke Bauwerk D nicht in der Regelneigung 1:2 hergestellt werden. Es ist vorgesehen, in diesem etwa 10 m langen Bereich, in dem auch der Bach Niedernissa in den Pfungstbach mündet, die rechte Uferböschung mit einer Neigung von 1:1 zu profilieren und wie im derzeitigen Bestand die Böschung mit Natursteingroßpflaster zu befestigen. Zu verwenden ist Naturstein-Großpflaster der Steingröße 160 bis 240 mm aus Granit, welches in 20 cm Beton C 25/30 zu verlegen ist. Auf 2/3 der Höhe ist eine Verfugung mit Zementmörtel vorgesehen, das obere Drittel der Fugen bleibt offen, damit sich dort Substrat absetzen kann. Im Auslaufbereich des Baches Niedernissa, der in einem Stahlbetonrohr DN 1000 verläuft, wird die Uferneigung auf die Neigung des vorhandenen Böschungsstücks des Rohrauslaufes verzogen.

4.1 Variante 1: Stahlbeton-Fertigteile

In Variante 1 ist der Ersatzneubau der Uferwände als Winkelstützwand aus Stahlbeton-Fertigteilen vorgesehen.

Die linksseitige Wand ist zur Sicherung der Straße „Am Pfungstbach“ gegenüber der etwa 1,50 m tiefer liegenden Sohle des Baches erforderlich. Die Wand beginnt an Zufahrt zum Gewerbegrundstück 83/7 und reicht bis an das Bauwerk D.

Zwischen dem 19,97 m langem Abschnitt 1 und dem 57,54 m langem Bereich in den Abschnitten 2 bis 4 liegt das westliche Widerlager des Brückenbauwerks A. Der Übergang zum geböschten Ufer am Wandanfang erfolgt wegen des günstigeren hydraulischen Verlustbeiwertes unter 45° abgewinkelt (im Grundriss).

Rechtsseitig ist die Uferwand zur Sicherung des höherliegenden Privatgrundstücks 28/1 erforderlich, welches sich nah an das Gewässergrundstück annähert, so dass die Ausbildung eines geböschten Ufers nicht möglich ist. Die rechtsseitige Uferwand ist gewässerparallel 17,50 m lang. Die Anfangs- und Endbereich sind wieder unter 45° abgewinkelt (im Grundriss).

Vorplanung

Die Lage der Wandoberkante ergibt sich aus der errechneten Wasserspiegellage für das Bemessungshochwasser HQ_{100} mit einem Freibordzuschlag von 0,50 m. Für die linksseitige Wand ergibt sich eine mittlere Wandhöhe von der Wandoberkante bis zur Gewässer-
sohle von 1,64 m. Die maximale Wandhöhe beträgt 1,87 m. Die rechtsseitige Wand durchgängig etwa 1,60 m hoch.

Die Tragkonstruktion besteht aus L-förmigen Fertigteilen aus Stahlbeton mit einer Höhe von bis zu 2,77 m und einem erdseitigen Sport mit 1,25 m Länge ab Hinterkante Wand. Die Wand- und Spordicke beträgt 25 cm und entspricht damit der Mindestbauteildicke für werkmäßig hergestellte Fertigteile nach ZTV-ING 3-2.

Südlich von Bauwerk A verläuft der Bach gerade (Abschnitt 1 links). Hier können 1,00 m breite Standardfertigteile verwendet werden. Nur an der abgewinkelten Ecke sind Sonder-
teile mit gefaster Fußausbildung zu verwenden.

Im Abschnitt 2 bis 4 verläuft der Pfingstbach in einem leichten Linksbogen. Dort ist der Wandverlauf dem Verlauf des Baches polygonal anzunähern. An den Knickpunkten werden Sonderfertigteile mit gefastem Fuß erforderlich. Der Abstand zwischen der linken und rechten Uferwand im Abschnitt 4.1 beträgt 2,00 m.

Als Absturzsicherung ist die Anordnung eines 1,00 m hohen Rohrgeländers aus Stahl vorgesehen. Die Geländerpfeiler werden gemäß RiZ Gel 7 in bewehrten Einzelfundamenten verankert. Die Pfeilerfundamente werden unmittelbar hinter der Stützwand angeordnet.

Am östlichen Straßenrand wird ein 0,15 m hoher Granitbord angeordnet. Das anfallende Oberflächenwasser wird in Straßenabläufen gefasst, die an den vorhandenen Kanal DN 500 B angeschlossen werden. Alternativ wäre, vorbehaltlich der umweltrechtlichen Genehmigung, eine direkte Einleitung in den Pfingstbach möglich. Der Bereich zwischen dem Bord und der Wand wird aufgefüllt und begrünt.

Es ergeben sich folgende Wandabmessungen:

Tragfähigkeit:	DIN EN 1991-2 mit $\alpha_{Qi} = 1,0$
Max. Wandhöhe:	1,87 m
Wandlänge:	79,310 m (links), 25,50 m (rechts)
Freibord zum HQ_{100} :	$\geq 0,50$ m
Stützwand-Ansichtsfläche:	130 m ² (links), 40 m ² (rechts)

Zur bauzeitlichen Aufrechterhaltung des Verkehrs, insbesondere zur Gewährleistung der Andienung des Gewerbegrundstücks 83/7, ist die Baugrube zur Herstellung der linksseitigen Uferwand durch einen Verbau zu sichern. Zusätzlich ist die Straße auf der Westseite durch eine Aufschotterung um ca. 2,00 m provisorisch zu verbreitern.

Für den Abbruch und die Erneuerung der Uferwände ist gegebenenfalls anfallendes Bachwasser einlaufseitig mittels Fangedamm zu fassen und über den Baubereich zu pumpen. Alternativ kann eine bauzeitliche Verrohrung angeordnet werden.

Vorplanung

Die Herstellung erfolgt mittels Kranmontage der Fertigteile. Der Bau Uferwände erfolgt parallel zum Abbruch und Neubau der Brücken. Maßgebend für die Gesamtbauzeit ist der Brückenbau. Die variantenabhängigen Bauzeiten sind in Abs. 3.1 bis 3.3 angegeben. Innerhalb dieser Zeiten sind auch die Stützwände zu bauen.

Die Baukosten für den Abbruch der vorhandenen Uferwände in den Abschnitten 1 bis 4 und der Ersatzneubau aus Stahlbeton-Fertigteilen gemäß Variante 1 betragen entsprechend der Kostenschätzung insgesamt etwa 303.000 € (brutto). Darin nicht enthalten sind die variantenunabhängigen Kosten für die erforderlichen Leitungsbaumaßnahmen. Kosten für Grunderwerb und Entschädigungen sind ebenfalls nicht berücksichtigt.

4.2 Variante 2: Stützwand aus Ortbeton

In Variante 2 ist der Ersatzneubau der Uferwände als Stahlbeton-Winkelstützwand aus Ortbeton vorgesehen.

Die Erläuterungen zur Funktion, zur Anordnung und zur äußeren Wandgeometrie aus Abs. 4.1 gelten analog auch für Variante 2.

Die aufgehende Wand wird in einer Dicke von 45 cm hergestellt. Die Gründung erfolgt als Flachgründung auf einem 1,65 m langen und am Anschnitt 0,50 m dicken Fundament mit 0,45 m langem luftseitigem Sporn und 0,75 m langem erdseitigem Sporn.

Als Absturzsicherung ist die Anordnung eines 1,00 m hohen Rohrgeländers aus Stahl vorgesehen. Die Geländerpfosten werden gemäß RiZ Gel 14 mittig auf dem Wandkopf aufgedübelt.

Auch in Variante 2 ist die Baugrube zur Herstellung der linksseitigen Uferwand durch einen Verbau zu sichern. Wegen des gegenüber Variante 1 kürzeren erdseitigen Sporns genügt in Variante die provisorische Verbreiterung der Straße um ca. 1,60 m, um den Verkehr am Baufeld vorbeiführen zu können.

Die erforderlichen Wasserhaltungsmaßnahmen und die Erläuterungen zur Bauzeit aus Abs. 4.1 gelten hier entsprechend.

Die Baukosten für den Abbruch der vorhandenen Uferwände in den Abschnitten 1 bis 4 und der Ersatzneubau als Stützwand aus Ortbeton gemäß Variante 2 betragen entsprechend der Kostenschätzung insgesamt etwa 308.000 € (brutto). Darin nicht enthalten sind die variantenunabhängigen Kosten für die erforderlichen Leitungsbaumaßnahmen. Kosten für Grunderwerb und Entschädigungen sind ebenfalls nicht berücksichtigt.

Vorplanung

5 Variantenuntersuchung Uferwände (Instandsetzung)

In den Abschnitten 5 und 6 zwischen den Brückenbauwerken D und F sind die vorhandenen linksseitigen Uferwände aus Stahlbeton-Fertigteilen ausreichend hoch, dass zum Bemessungshochwasser HQ_{100} ein Freibord von minimal 0,38 m (in km 0,931) vorhanden ist. Rechtsseitig steigt beim HQ_{100} der Wasserspiegel über den Kopf der Naturstein-Uferwand an, bleibt jedoch unterhalb der Schulter der am Wandkopf anschließenden Böschung. Somit verbleibt auch beim HQ_{100} das Wasser innerhalb des Gerinnes, so dass eine Erhöhung der Uferwände hier nicht zwingend erforderlich ist.

Da auch der bauliche Zustand der Wände noch als akzeptabel eingeschätzt werden kann, sollen die Uferwände erhalten bleiben und partiell instandgesetzt werden. In Variante 1 wird dabei der Instandsetzungsumfang auf die zur Schadensbeseitigung erforderlichen Minimalmaßnahmen beschränkt. In Variante 2 sind zusätzliche Maßnahmen vorgesehen, die die konstruktive Ausbildung verbessern und zur langfristigen Bauwerkserhaltung vorteilhaft sind.

Folgende Varianten zur Bauwerksinstandsetzung wurden untersucht:

- Variante 1: Instandsetzung ohne Abdeckung
- Variante 2: Instandsetzung mit neuer Abdeckung

Die linksseitige Wand sichert die Straße „Am Pfingstbach“ gegenüber der etwa 1,50 m tiefer liegenden Sohle des Pfingstbaches. Die rechtsseitige Wand ist niedriger und fasst das Gewässer so ein, dass die Kopfböschung zu den anschließenden Grundstücken mit relativ flacher Neigung ausgebildet werden konnte.

Der Uferwandabschnitt 5 zwischen Bauwerk D und E verläuft nahezu gerad

Die Uferwände haben folgende Abmessungen:

e. Der Abschnitt 6 zwischen Bauwerk E und F liegt in einer Linkskrümmung.

Tragfähigkeit:	nicht bekannt (offensichtlich gegeben)
Max. Wandhöhe:	1,54 m
Wandlänge:	51,75 m (Abs. 5), 36,29 m (Abs. 6)
Freibord zum HQ_{100} :	$\geq 0,38$ m
Stützwand-Ansichtsfläche:	125 m ² (links), 64 m ² (rechts)

5.1 Variante 1: Instandsetzung ohne Abdeckung

Es ist vorgesehen, die Ansichtsflächen der Stahlbeton-Fertigteile der linken Uferwand durch Strahlen mit niedrigem Druck substanzschonend zu reinigen.

Schadhafte Fugen zwischen den Fertigteilen sind auszukratzen und durch ein einzuschlagendes Fugenschlussband aus Tricomer abzudecken.

Das vorhandene Rohrgeländer bleibt erhalten. Es wird entrostet und mit einem neuen Korrosionsschutzsystem nach ZTV-ING 4-3 versehen.

Vorplanung

Um zu verhindern, dass das auf der begrünten Böschung zwischen der Straße und der Uferwand anfallende Oberflächenwasser über den Wandkopf läuft, wird hinter der Wand eine Entwässerungsrinne aus Natursteinkleinpflaster in Beton hergestellt. Das Wasser wird in 2 Rinnenabläufen gefasst, die an den in der Straße verlaufenden Abwasserkanal angeschlossen werden. Zur Rinne hin wird das Gelände leicht profiliert.

Hinter dem Kopf der rechten Uferwand wird ebenfalls eine Entwässerungsrinne angeordnet und das Gelände zur Rinne profiliert. Hier ist die Ausbildung der Rinne aus Stahlbetonfertigteilen vorgesehen. Die anzuordnenden 2 Rinnenabläufe entwässern in den Pfingstbach. Hierzu sind mittels Kernbohrung entsprechende Anschlussleitungen einzubauen.

Die Ansichtsflächen der aus Natursteinmauerwerk bestehenden rechten Uferwand sind durch Strahlen mit niedrigem Druck substanzschonend zu reinigen.

Die Mauerwerksfugen sind großflächig schadhaft. Sie sind auszukratzen und mit Trass-Zement-Mörtel zu erneuern. Fehlstellen im Mauerwerk sind durch das Einsetzen neuer Steine instandzusetzen.

Die Instandsetzung der Uferwände erfolgt parallel zum Abbruch und Neubau der Brücken. Maßgebend für die Gesamtbauzeit ist der Brückenbau. Die variantenabhängigen Bauzeiten sind in Abs. 3.1 bis 3.3 angegeben. Innerhalb dieser Zeiten sind auch die Stützwände instandzusetzen.

Die Baukosten für die Instandsetzung der Uferwände in den Abschnitten 5 bis 6 ohne Anordnung einer neuen Abdeckung gemäß Variante 1 betragen entsprechend der Kostenschätzung insgesamt etwa 42.500 € (brutto). Kosten für Leitungsbaumaßnahmen, Grunderwerb und Entschädigungen fallen in diesem Bereich nicht an.

5.2 Variante 2: Instandsetzung mit Abdeckung

In Variante 2 werden alle in Abs. 5.1 beschriebenen Instandsetzungsmaßnahmen an den beiden Uferwänden ebenfalls durchgeführt.

Auf der linken Uferwand wird zusätzlich ein neues Gesims aus Stahlbeton aufgesetzt, so dass sich die Wandhöhe um ca. 15 cm vergrößert. Damit wird sichergestellt, dass beim Bemessungshochwasser HQ_{100} über die gesamte Wandlänge der Regelfreibord von 0,50 m vorhanden ist. Gleichzeitig wird verhindert, dass von oben Wasser in die Fugen zwischen den Fertigteilen eindringt.

Erdseitig wird das Gesims bis ca. 50 cm unter die neue Entwässerungsrinne heruntergezogen und über eingeklebte Betonstahldübel mit dem Bestand verankert. Luftseitig wird das Gesims mit 10 cm Überstand zur Wandvorkante ausgebildet.

Auf dem neuen Gesims wird ein neues, regelkonformes Holmgeländer aus Stahl gemäß RiZ Gel 3 angeordnet. Zur Gewährleistung der Absturzsicherheit für die Nutzer der nebenliegenden Straße „Am Pfingstbach“ wird im Handlauf ein Stahlseil geführt. Die Geländerpfosten werden gemäß RiZ Gel 14 aufgedübelt.

Vorplanung

Die rechte Uferwand erhält in Variante 2 ebenfalls eine Abdeckung, um zu verhindern, dass von oben her Wasser in die Wandkonstruktion eindringt. In Anpassung an die Konstruktion ist die Anordnung von Abdeckplatten aus Naturstein in einer Mindestdicke von 10 cm vorgesehen. Die Platten sind etwa 40 cm breit. Die Oberseite ist mit leichtem Gefälle nach außen auszubilden. Mit dem vorhandenen Mauerwerk wird die neue Abdeckplatte zur Lagesicherung verdübelt.

Die Instandsetzung der Uferwände erfolgt parallel zum Abbruch und Neubau der Brücken. Maßgebend für die Gesamtbauzeit ist der Brückenbau. Die variantenabhängigen Bauzeiten sind in Abs. 3.1 bis 3.3 angegeben. Innerhalb dieser Zeiten sind auch die Stützwände instandzusetzen.

Die Baukosten für die Instandsetzung der Uferwände in den Abschnitten 5 bis 6 mit Anordnung einer neuen Abdeckung gemäß Variante 2 betragen entsprechend der Kostenschätzung insgesamt etwa 80.000 € (brutto). Kosten für Leitungsbaumaßnahmen, Grunderwerb und Entschädigungen fallen in diesem Bereich nicht an.

6 Variantenvergleich

6.1 Brücken

Aus technischer Sicht sind die 3 untersuchten Varianten als etwa gleichwertig einzuschätzen. Der Hauptvorteil der Variante 1 liegt in der kürzesten Bauzeit, da bei der Fertigteillösung die Schal- und Betonieraufwendungen entfallen und keine zusätzlichen Zeiten für den Abbindevorgang des Ortbetons zu berücksichtigen sind. Außerdem stellt die Variante 1 mit Ausbildung der Brücken als Stahlbeton-Vollrahmen die wirtschaftlichste Lösung dar.

Variante 2 mit Ausbildung der Brücken als Halbrahmen aus Halbfertigteilen mit Ortbetonergänzung ist in technischer Sicht ähnlich wie Variante 1 zu bewerten. Nachteilig gegenüber Variante 1 sind die längere Bauzeit wegen der Betonieraufwendungen und betontechnologischen Fristen und die etwas höheren Kosten.

Der Vorteil der Ortbetonlösung in Variante 3 liegt darin, dass dies am besten an Zwänge aus den örtlichen Gegebenheiten, z.B. die Straßenneigung) angepasst werden kann. Wegen der wesentlich geringeren Fugenzahl erfordert die Ortbetonvariante außerdem die geringsten Unterhaltungsaufwendungen. Nachteil sind die deutlich längere Bauzeit, die höheren Kosten und die teilweise schwierigen Herstellungsbedingungen (z.B. Demontage Traggerüst).

Die im Rahmen der Vorplanung untersuchten Varianten sind in der als Anlage 1 zum Erläuterungsbericht beigefügten Matrix mit ihren Hauptparametern dargestellt und für diverse Kriterien bewertet. Im Ergebnis der vergleichenden Bewertung stellt sich die **Variante 1** mit Ausbildung des Ersatzneubaus als Fertigteil-Vollrahmen aus Stahlbeton als insgesamt vorteilhafteste Lösung dar und wird als Vorzugsvariante für die weiteren Planungen empfohlen.

Vorplanung

6.2 Uferwände (Neubau)

Aus technischer und wirtschaftlicher Sicht sind die beiden untersuchten Varianten nahezu gleichwertig. Vorteilhaft für die Variante 1 mit Ausbildung der neuen Uferwände aus Stahlbeton-Fertigteilen ist insbesondere die kurze Bauzeit, da bei der Fertigteillösung die Schal- und Betonieraufwendungen entfallen und keine zusätzlichen Zeiten für den Abbindevorgang des Ortbetons zu berücksichtigen sind.

Variante 2 mit Ausbildung der Uferwände als Stützwand aus Ortbeton bietet den Vorteil, dass dabei der Wandverlauf besser an den in den Abschnitten 2 bis 4 vorhandenen leicht gekrümmten Gewässerverlauf angepasst werden kann. Auch der Anschluss die die Brückenbauwerke kann einfacher realisiert werden.

Da mit einer längeren Bauzeit sich auch die Dauer der erforderlichen Verkehrseinschränkungen während der Bauphase verlängern, werden die Bauzeitvorteile in Variante 1 gegenüber den konstruktiven Nachteilen als überwiegend eingeschätzt. Im Ergebnis der vergleichenden Bewertung stellt sich die **Variante 1** mit Ausbildung der neuen Uferwände aus Stahlbeton-Fertigteilen als insgesamt vorteilhafteste Lösung dar und wird als Vorzugsvariante für die weiteren Planungen empfohlen.

6.3 Uferwände (Instandsetzung)

Mit den in Variante 1 vorgesehenen Instandsetzungsmaßnahmen werden die vorhandenen Schäden an den Uferwänden soweit beseitigt, dass die weitere Nutzbarkeit sichergestellt ist.

Die zusätzlichen Maßnahmen in Variante 2 tragen dazu bei, dass die Konstruktionen längerfristig erhalten werden können und zukünftige Schädigungen vermindert werden. Diese Zusatzmaßnahmen sind zur Erhaltung der Bauwerke zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht zwingend erforderlich, sollten im Rahmen der zur Verfügung stehenden Mittel jedoch zumindest mittelfristig umgesetzt werden.

7 Weitere Maßnahmen (ohne Variantenuntersuchung)

Für die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen ergibt sich die Vorzugslösung aus dem baulichen Zustand und dem Instandsetzungsziel, so dass auf die Untersuchung alternativer Verzichtet werden kann.

7.1 Instandsetzung der Uferböschung im Bereich 10.2 rechts (Prallhang)

Im Bereich des Prallhangs an der Linkskrümmung vor der Kirche sind die Sohle und das Ufer mit Steinschüttungen gesichert (Abschnitt 10.2 rechts). Diese sind infolge der Hochwasserereignisse stark geschädigt, zum Teil lückenhaft und stark verdrückt. Dort vorhandene Reste alter Brückenwiderlager stellen Hindernisse dar, die den Hochwasserabfluss behindern.

Vorplanung

In Abstimmung mit der unteren Wasserbehörde und der Abteilung Gewässeraufsicht ist vorgesehen, die Widerlagerreste bis 50 cm unter OK Gelände abzubrechen und die stark geschädigte Steinschüttung zurückzubauen.

Die Böschung wird mit einer Neigung von 1:1,55 (am Übergang zur Uferwand Abschnitt 10.1) bis 1:1,8 (bei km 0,728) neu profiliert und bis in 1,00 m Höhe durch eine Steinschüttung aus Wasserbausteinen der leichten Gewichtsklasse LMB_{10/60} nach TLW in einer Schüttdicke von 50 cm gesichert. Die Steinschüttung erfolgt auf einer geotextilen Filtermatte und wird mit 10 cm Oberboden und Rasenansaat abgedeckt. Im oberen Bereich wird die regulierte Uferböschung als Erdböschung ausgebildet.

7.2 Instandsetzung / Erneuerung der Gewässersohle

Entsprechend den vorgenommenen Vorabstimmungen mit der unteren Wasserbehörde und der Abteilung Gewässeraufsicht ist vorgesehen, in den Bereichen 1 bis 4, also vom südlichen Bauanfang bis zum Brückenbauwerk D, die vorhandene, stark schadhafte Sohlpflasterung zurückzubauen und eine naturnahe Sohle herzustellen.

Entsprechend der hydraulischen Dimensionierung ist für einen erosionsbeständigen Kolk-schutz eine Steinschüttung aus Wasserbausteinen der Größenklasse CP_{90/250} in einer Schichtdicke von 35 cm erforderlich.

Die Steinschüttung erfolgt auf einer geotextilen Filtermatte. Der entsprechende Schleppspannungsnachweis liegt dem Erläuterungsbericht als Anlage 2 bei. Es ist davon auszugehen, dass sich bei niedrigen Abflussmengen auf den Steinen Sohlsubstrat absetzt, so dass eine naturnahe Sohlausbildung erzielt wird.

Ebenso wie in den Abschnitten 1 bis 4 wird auch im Bereich des Prallhangs (Abschnitt 10.2) die stark geschädigte Sohlbefestigung zurückgebaut und durch eine Steinschüttung ersetzt. Entsprechend den hier vorhandenen Schleppspannungen ist in Abschnitt 10.2 eine 50 cm dicke Steinschüttung aus Wasserbausteinen der leichten Gewichtsklasse LMB_{10/60} nach TLW auf einer geotextilen Filtermatte, auf der sich bei niedrigen Abflussmengen Sohlsubstrat absetzen wird.

In den Abschnitten 5 bis 6 weist die vorhandene Sohlpflasterung aus Naturstein nur relativ geringe Schädigungen auf. Hier ist vorgesehen, den Bewuchs zu entfernen und in verdrückten Bereichen die Steine aufzunehmen und neu zu versetzen. Die Pflasterfugen sind mit Zementmörtel neu zu verfugen, wobei die die oberen 5 cm offen zu halten sind.

Vorplanung

8 Zusammenfassung

Im Rahmen der Vorplanung wurden für die Erneuerung der Brücken, die zu erneuernden Bereiche der Uferwände und die instandzusetzenden Bereiche der Uferwände verschiedene Konstruktionsvarianten untersucht und vergleichend bewertet. Die empfohlenen Vorzugsvarianten sind

- für die Brücken: Variante 1: Fertigteil-Vollrahmen
- für die neuen Uferwände: Variante 1: Stahlbeton-Fertigteile

In den instandzusetzenden Uferwandbereichen sind die in Variante 1 beschriebenen Mindestmaßnahmen zwingend erforderlich, die in Variante 2 beschriebenen Zusatzmaßnahmen sollten mittelfristig umgesetzt werden.

Zur Instandsetzung des Prallhangs und der Gewässersohle konnte die Vorplanung auf die Vorzugslösung beschränkt werden.

In der Kombination der Vorzugsvarianten mit der Mindestinstandsetzungsvariante ergeben sich Gesamtbaukosten in Höhe von 1,275 Mio € (brutto). Die Kombination der Vorzugsvarianten entspricht gleichzeitig der wirtschaftlichsten Variantenkombination.

Hinsichtlich der Aufteilung in geförderte und nicht geförderte Vorhabensbereiche ergeben sich folgende Kosten:

Kostenanteil mit Förderung:	1.232.600 EUR
Kostenanteil ohne Förderung	42.500 EUR

Aufgestellt: Seite 1 bis 23

Weimar, 17.05.2017



Dipl.-Ing. H. Weiß