



Bericht

St 2426, Abbruch und Neubau Brücke über den Main und die DB bei Horhausen, 2d-Wasserspiegellagenberechnung

SKI GmbH + Co.KG
Beratende Ingenieure
für das Bauwesen
Wasserwirtschaft,
Wasserbau, Grundbau

Lessingstraße 9
D-80336 München
T +49(0)89 8904584-70
F +49(0)89 8904584-71
www.ski-ing.de

Auftraggeber

Ingenieurbüro Grassl GmbH
Machtlfingerstraße 5
81379 München

GRASSL
BERATENDE
INGENIEURE
BAUWESEN

Auftragsnummer

64901

München, den 29. Februar 2016

Verfasser

M.Sc. Julia Schmitt

Dipl.-Ing. Florian Barnerßoi

Inhaltsverzeichnis

1	Verwendete Unterlagen.....	3
2	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
3	Bestand und Neubauvarianten	4
3.1	Planungsgebiet	4
3.2	Bestand.....	5
3.3	Kritischer Bauzustand	5
3.4	Endzustand	6
4	2d-Modell	7
5	Berechnungsergebnisse.....	8
5.1	Istzustand	8
5.2	Kritischer Bauzustand	9
5.3	Endzustand	11
5.3.1	Wasserspiegeldifferenzen	11
5.3.2	Schubspannungen	13
6	Zusammenfassung.....	14

1 Verwendete Unterlagen

- [1] Hochwassergefahrenkarten Main, <http://www.hopla-main.de/>, Stand März 2014.
- [2] CAD Planungsdaten, Ingenieurbüro Grassl GmbH, 2016.
- [3] Querprofile, Ingenieurbüro Grassl GmbH, 2016.
- [4] Nujic, M.: Praktischer Einsatz eines hochgenauen Verfahrens für die Berechnung von tiefengemittelten Strömungen, Mitteilungen des Instituts für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München, Nr. 64, 1999.
- [5] St 2426, Abbruch und Neubau Brücke über den Main und die DB bei Horhausen, Vorplanung, SKI GmbH+Co.KG, 2014.

2 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Zuge der Genehmigungsplanung eines Neubaus der Mainbrücke bei Horhausen durch das Staatliche Bauamt Schweinfurt soll untersucht werden, inwiefern dies Auswirkungen auf die Hochwassersituation am Main hat. Deshalb wurde das Büro SKI GmbH + Co.KG beauftragt 2d-Wasserspiegellagenberechnungen für den Istzustand, den kritischen Bauzustand, sowie den Endzustand durchzuführen und jeweils den Einfluss auf die Hochwassersituation aufzuzeigen. Bei Bedarf sollte eine Anpassung des Bau- und Endzustands vorgeschlagen werden.

Das Ziel bei allen untersuchten Planungsständen der Brücke ist es, dass keine wesentliche Änderung der Hochwassersituation auftritt. Zusätzlich sollen die Sohlschubspannungen am nördlichen Pfeiler betrachtet werden. Es ist eine Empfehlung abzugeben, ob ein Kolkschutz erforderlich ist. Die Untersuchungen erfolgen für ein 100-jährliches Hochwasser (HQ₁₀₀).

3 Bestand und Neubauvarianten

3.1 Planungsgebiet

Das Planungsgebiet befindet sich am Main zwischen Schweinfurt und Haßfurt in der Nähe des südlich des Mains gelegenen Ortes Horhausen. Die neu zu bauende Brücke der Staatsstraße ST 2426 verläuft in Nord-Süd-Richtung über den Main und die nördlich des Mains gelegene Bahnlinie (siehe Abbildung 1).

Um einen Überblick über das Überschwemmungsgebiet zu bekommen, werden in Abbildung 1 zusätzlich die Ergebnisse der Hochwassergefahrenkartierung im Planungsgebiet gezeigt. Das Überschwemmungsgebiet bei HQ₁₀₀ reicht im Norden bis zum Bahndamm und im Süden bis zur Autobahn A70 und bis zum nördlichen Ortsrand von Horhausen. Da die Straßendämme im Überschwemmungsgebiet nicht überströmt werden, konzentriert sich der Vorlandabfluss auf den Bereich der Flutbrücke der ST 2426 zwischen Main und A70.

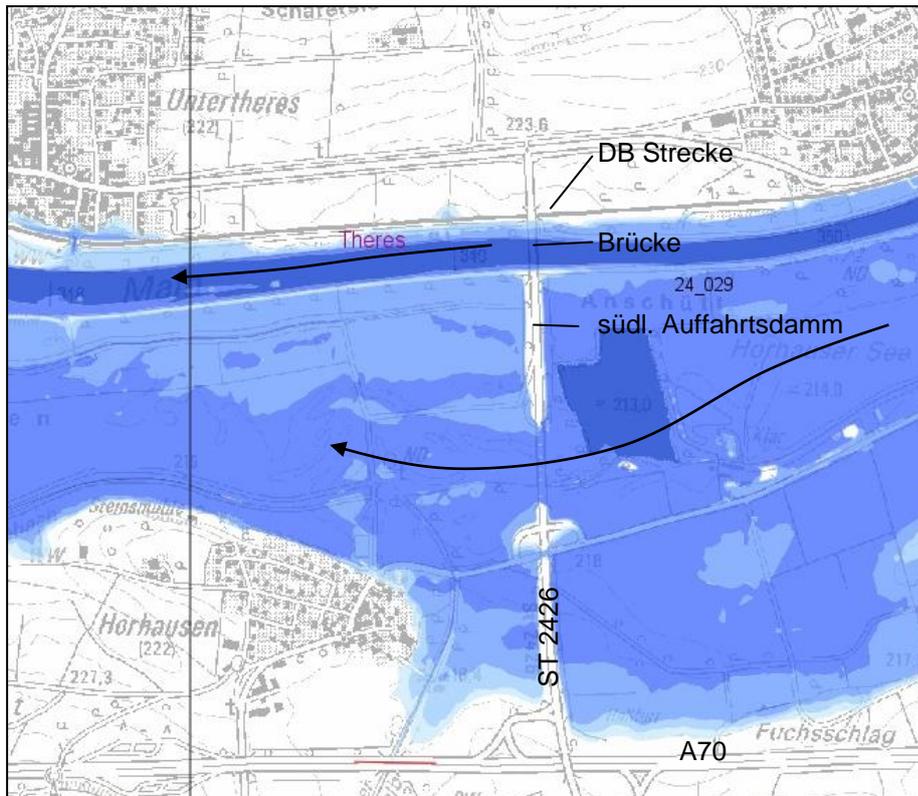


Abbildung 1: Überschwemmungsgebiet aus [1].

3.2 Bestand

Aus hydraulischer Sicht ist vor allem die Lage und die Breite der Pfeiler und Widerlager von Bedeutung. Wird die Brücke im Hochwasserfall eingestaut, so ist auch die Brückenunterkante zu beachten. Dies ist hier nicht der Fall.

Die bestehende Brücke hat drei Pfeiler. Der nördliche Pfeiler grenzt direkt an die Bahnstrecke, der mittlere Pfeiler steht im nördlichen Vorland des Mains und der südliche Pfeiler befindet sich im Flussbett.

3.3 Kritischer Bauzustand

Im kritischen Bauzustand bleiben die Brückenpfeiler erhalten. Zusätzlich werden nördlich des Mains, östlich der Brückenpfeiler zwei temporäre Pfeiler geplant. Um die Pfeiler herum sind Spundwandkästen vorgesehen. Zwischen den zwei temporären Pfeilern sind sechs Schwerlasttürme vorgesehen. Außerdem werden östlich des südlichen Straßendamms ein Montageplatz, sowie zwei Pontonanlegestellen vorgesehen. Zusätzlich sind am südlichen Widerlager seitliche Spundwände als

Flügelwände geplant. Eine Übersicht über die geplanten Bauteile findet sich in
Abbildung 2.

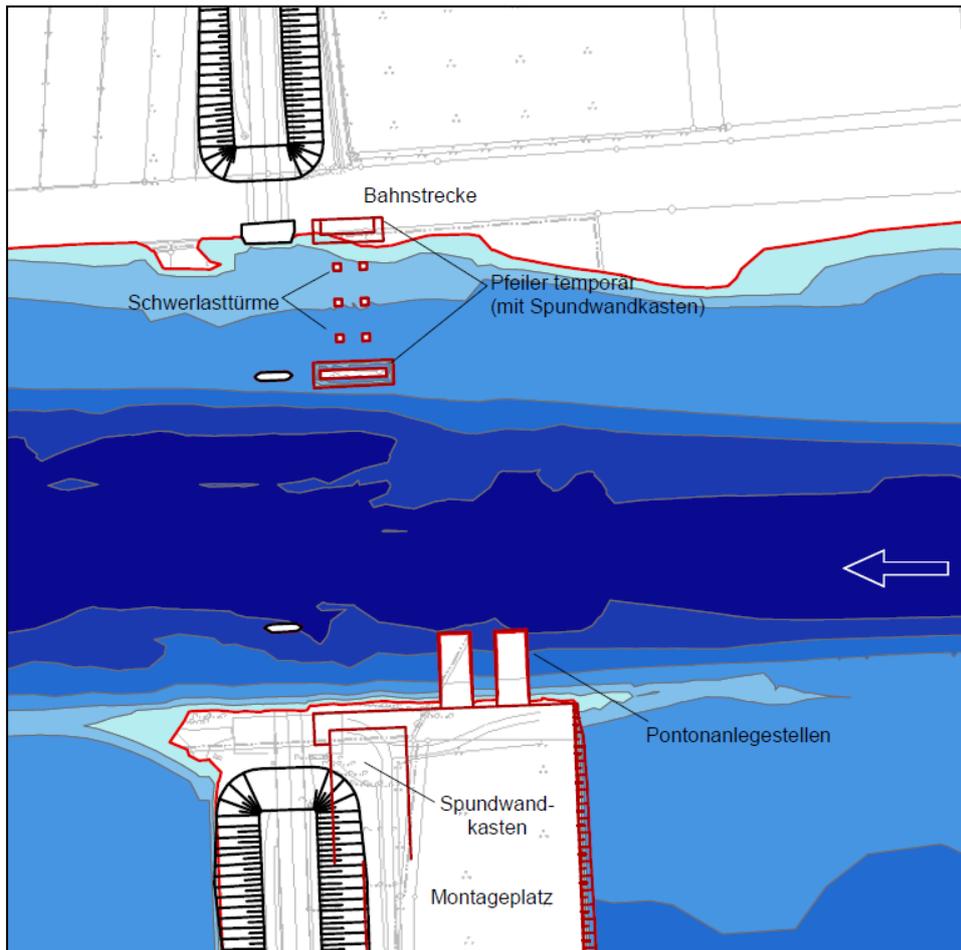


Abbildung 2: geplante Bauteile Bauzustand

3.4 Endzustand

Im Endzustand sind der nördliche Pfeiler im Vorland, sowie der Pfeiler neben der Bahnstrecke verbreitert. Der südliche Pfeiler im Flussbett wird entfernt. Dafür wird aber der südliche Straßendamm näher an den Main herangezogen. An den Straßendamm wird das südliche Widerlager der Brücke angeschlossen. Eine Übersicht über die Planung findet sich in Abbildung 3.

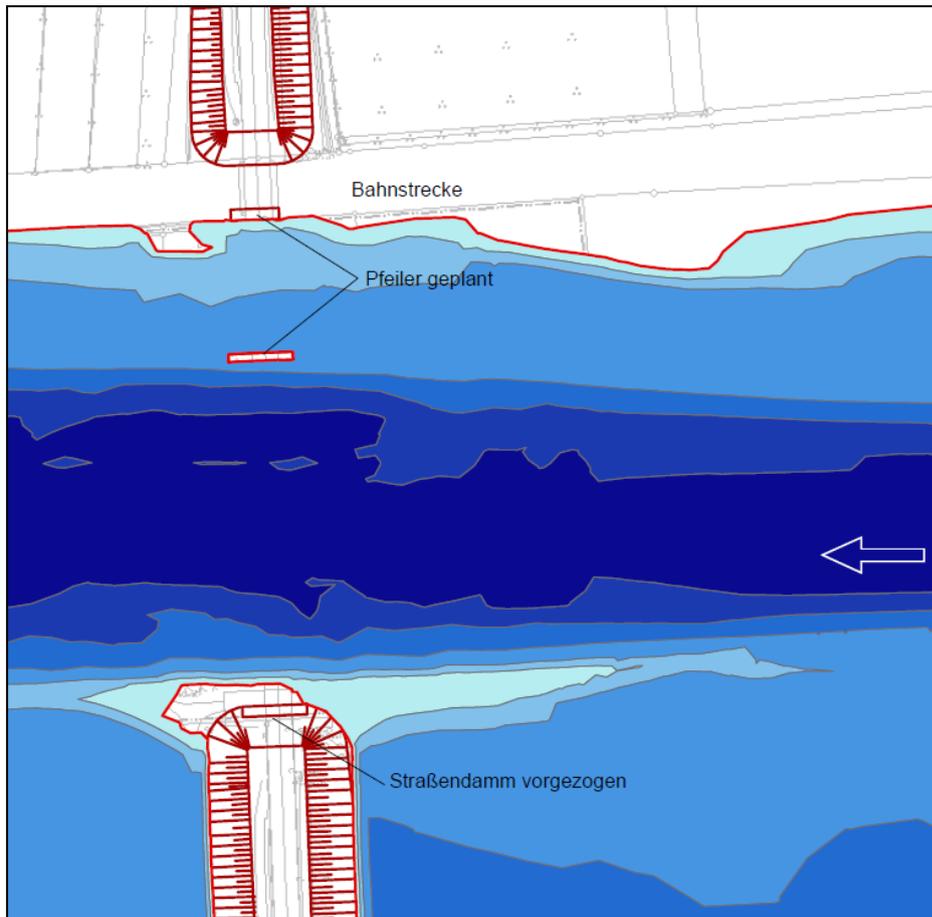


Abbildung 3: geplante Bauteile Endzustand

4 2d-Modell

Für die Berechnungen wird das Programm SMS in Version 10.1 für die Datenaufbereitung und Modellerstellung verwendet. Die Lösung der Flachwassergleichungen erfolgt mit dem Programm HYDRO_AS-2d, Version 2.2.2. Dabei werden an jedem Berechnungsknoten zu verschiedenen Zeitpunkten folgende Strömungsparameter berechnet:

- Wasserspiegelhöhe bzw. Fließtiefe;
- über die Fließtiefe gemittelte Fließgeschwindigkeiten in zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen in der horizontalen Projektion.

Auf eine Beschreibung der Grundlagen dieses Programms sowie der mathematischen Grundgleichungen wird hier verzichtet. Dazu sei auf [4] verwiesen.

Die Ergebnisauswertung wurde ebenfalls mit dem Programm SMS, sowie dem GIS-Programm ArcMap durchgeführt.

Das 2d-Modell und die zugehörigen Abflussdaten für die hydraulischen Untersuchungen wurden aus der Voruntersuchung von SKI [5] übernommen.

Es wurden stationäre Berechnungen durchgeführt. Im vorliegenden Bericht wurde der HQ₁₀₀-Fall untersucht. Im Modell wurde dazu eine Einlauftrandbedingung mit konstantem Zufluss von 2.000 m³/s gesetzt. Im Modell sind keine Seitenzuflüsse vorhanden.

5 Berechnungsergebnisse

5.1 Istzustand

Für die Berechnung des Istzustandes wurde im Modell die Sohle im Bereich der Brückenpfeiler konkretisiert. Als Grundlage für die Anpassung dienten Querprofile im Abstand von 2,5 m [3]. Die Ergebnisse dieses Modells dienen im Folgenden als Vergleichsbasis für den Bau- und Endzustand.

Abbildung 4 zeigt die Hochwassersituation im Bereich der Brücke im Istzustand. Im Main werden Fließtiefen von etwa 7,0 m erreicht, im nördlichen Vorland werden Tiefen von bis zu 2,0 m erreicht. Der Bereich vor dem südlichen Auffahrtsdamm ist größtenteils nicht überschwemmt oder weist nur geringe Fließtiefen bis 0,5 m auf.

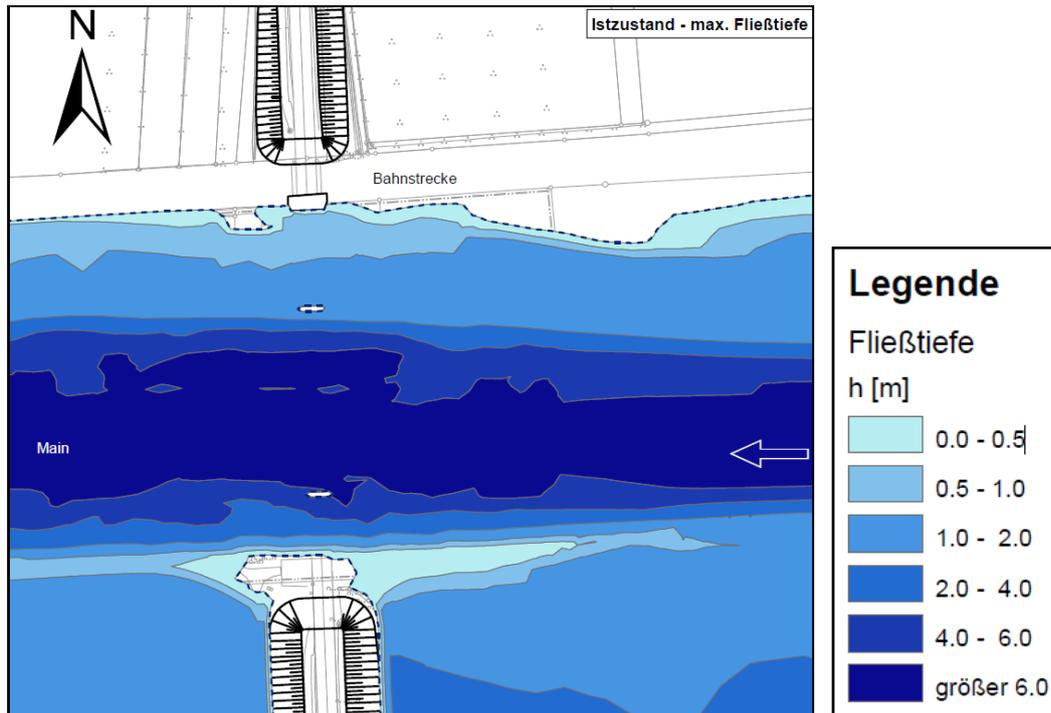


Abbildung 4: Fließtiefen und Überschwemmungsgrenze im Istzustand (HQ_{100})

5.2 Kritischer Bauzustand

Der kritische Bauzustand stellt den Zustand mit den Bestandspfählern, sowie den temporären Brückenpfählern inklusive Schwerlasttürmen und Montageplatz dar.

Die geplanten Bauteile wurden folgendermaßen in das 2d-hydraulische Modell eingebaut:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| ▪ Spundwandkästen: | Oberkante:
$HQ_{10} + 0,5 \text{ m} = 217,01 \text{ müNN}^1$ |
| ▪ Montageplatz: | Geländeoberkante: $218,30 \text{ müNN}^2$ |
| ▪ Pontonanlegestellen: | Geländeoberkante: $218,30 \text{ müNN}^2$ |
| ▪ Schwerlasttürme: | Modellierung als undurchströmbare Elemente (disable). |
| ▪ südliches Widerlager & Spundwände: | Modellierung als undurchströmbare Elemente (disable). |

¹ am Trennpfeiler zur Bahnstrecke ist das Gelände höher als $217,01 \text{ müNN}$, daher wurde der Spundwandkasten auf Geländehöhe gesetzt

² entspricht in etwa $HQ_{100} + 0,15 \text{ m}$ im Vorland; der Wasserspiegel im Main bei einem HQ_{100} liegt in diesem Bereich etwa bei $217,51 \text{ müNN}$

Abbildung 5 zeigt die Hochwassersituation im Bereich der Brücke im Bauzustand. Im Main werden Fließtiefen von etwa 7,0 m erreicht, im nördlichen Vorland werden Tiefen von bis zu 2,0 m erreicht. Der Montageplatz und die Pontonanlegestellen werden nicht überströmt, die Höhe wurde auf etwa 0,15 m über dem Wasserstand bei HQ_{100} festgelegt.

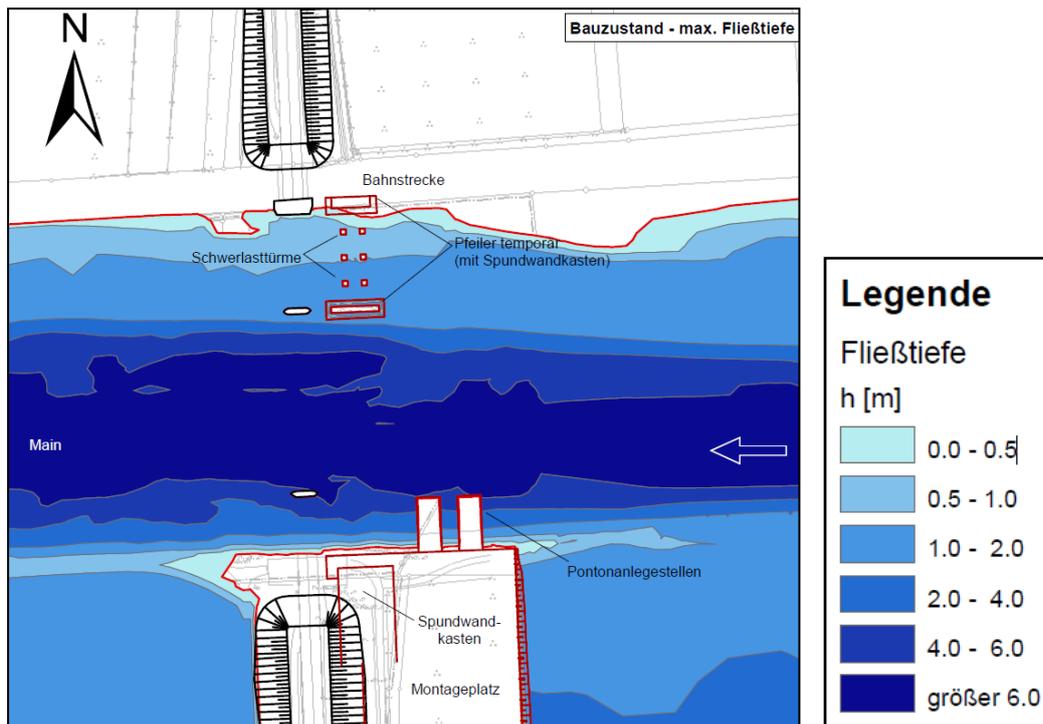


Abbildung 5: Fließtiefen und Überschwemmungsgrenze im Bauzustand (HQ_{100})

Abbildung 6 zeigt die Wasserspiegeldifferenzen zwischen Ist- und Bauzustand. An den temporären Pfeilern stellen sich lokal geringfügige Wasserspiegeländerungen ein. Durch den Einbau der Pontonanlegestellen wird das Strömungsgeschehen im Main geringfügig beeinflusst. Es stellen sich Wasserspiegelabsenkungen im Bauzustand bis zu etwa 0,10 m ein. Auf das großflächige Überschwemmungsgebiet hat der Bauzustand keinen Einfluss.

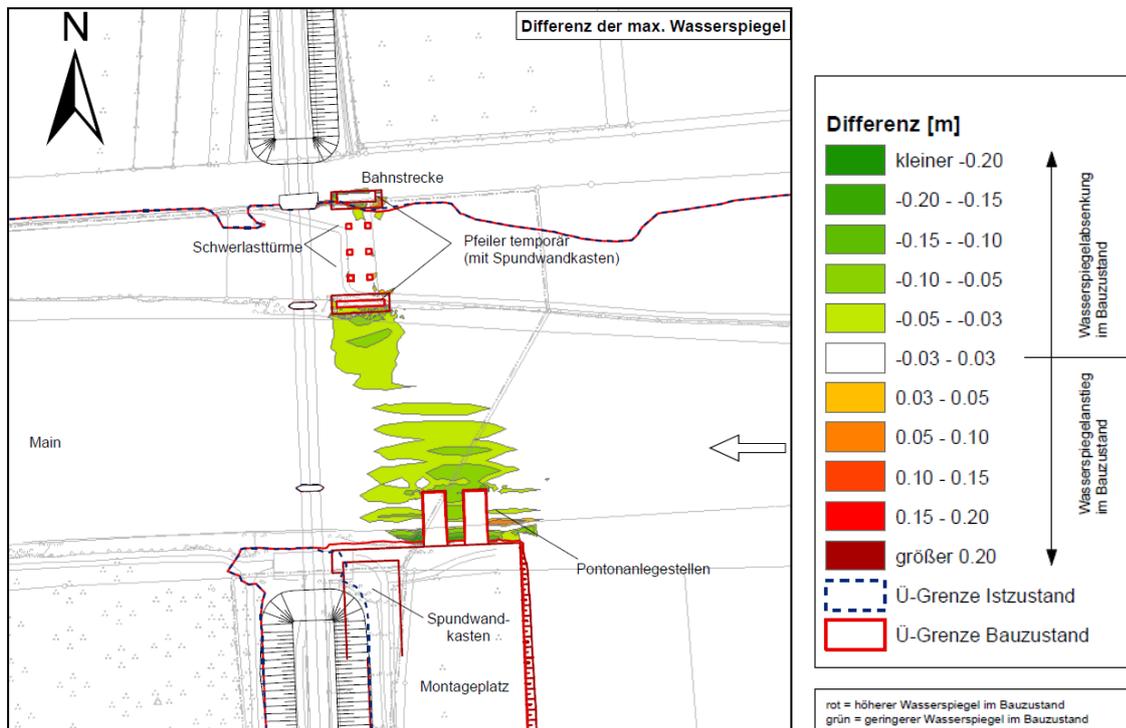


Abbildung 6: Wasserspiegeldifferenzen im Bauzustand (HQ₁₀₀)

Die Darstellung der Ergebnisse für den Bauzustand (Fließtiefen- und Differenzendarstellung findet sich in Anlage 1).

5.3 Endzustand

Im Endzustand wurden der Trennpfeiler zur Bahn, sowie der Pfeiler im nördlichen Vorland planmäßig verbreitert. Der südliche Pfeiler im Main wurde entfernt, stattdessen wurde der südliche Straßendamm zum Main hin vorgezogen. An den Straßendamm angrenzend wurde ein Widerlager in das Modell eingebaut.

5.3.1 Wasserspiegeldifferenzen

Abbildung 7 zeigt die Hochwassersituation im Bereich der Brücke im Endzustand. Im Main werden Fließtiefen von etwa 7,0 m erreicht, im nördlichen Vorland werden Tiefen von bis zu 2,0 m erreicht.

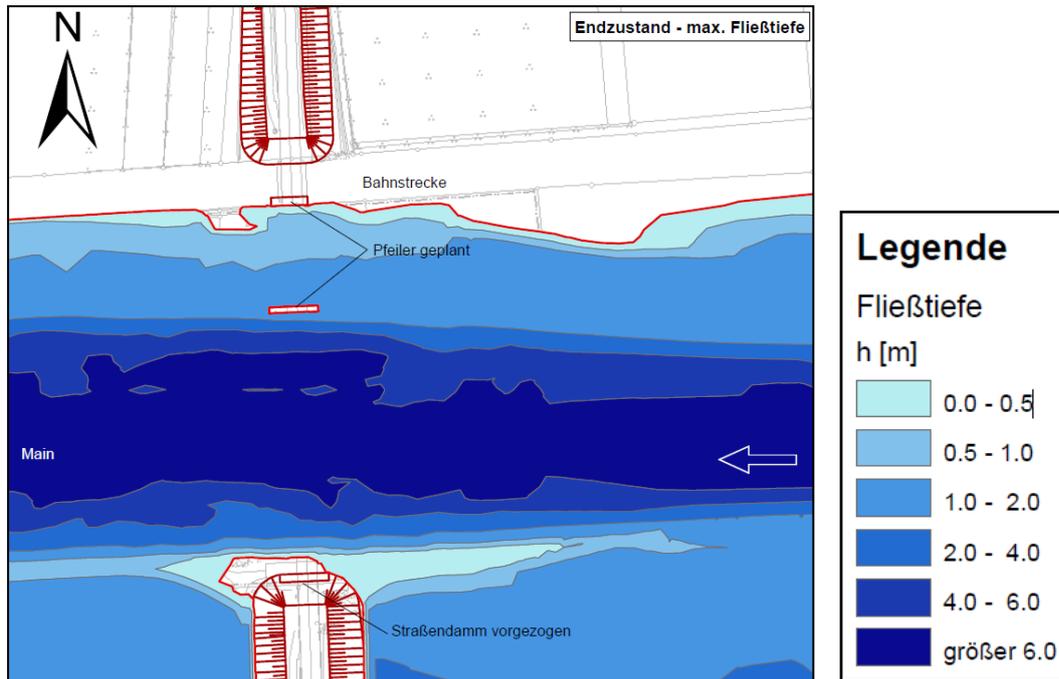


Abbildung 7: Fließtiefen und Überschwemmungsgrenze im Endzustand (HQ₁₀₀)

Abbildung 8 zeigt die Wasserspiegeldifferenzen zwischen Ist- und Endzustand. Es ist zu sehen, dass sich nur im Bereich des vorherigen südlichen Flusspfeilers lokal geringfügige Wasserspiegelländerungen einstellen. Durch den Rückbau des Pfeilers findet oberstrom kein Aufstau mehr statt. Im Endzustand sinkt hier der Wasserspiegel um etwa 0,20 m. Unterstrom des Pfeilers tritt kein Sunk mehr auf, der Wasserspiegel im Endzustand erhöht sich hier um etwa 0,10 m. Auf das großflächige Überschwemmungsgebiet hat der geplante Endzustand keinen Einfluss.

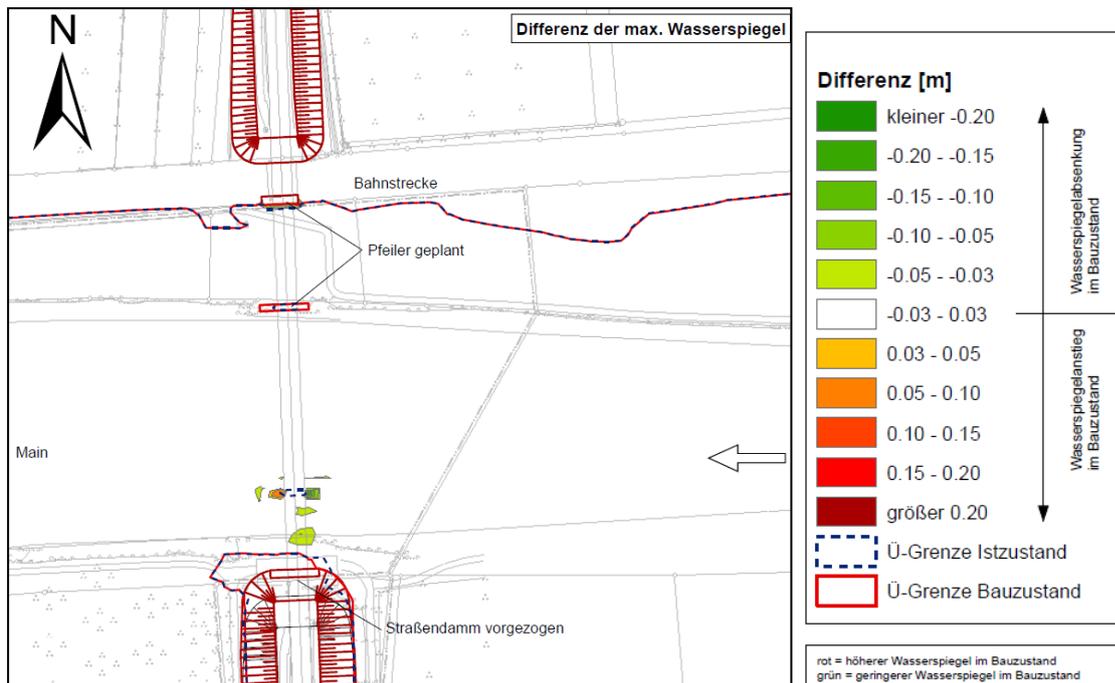


Abbildung 8: Wasserspiegeldifferenzen im Endzustand (HQ₁₀₀)

Die Darstellung der Ergebnisse für den Endzustand (Fließtiefen- und Differenzendarstellung findet sich in Anlage 2).

5.3.2 Schubspannungen

Für den Endzustand wurden zusätzlich die Schubspannungen am nördlichen Flusspfeiler untersucht. Es stellen sich bei HQ₁₀₀ rechnerisch relativ geringe Schubspannungen zwischen 1,8 und 9,1 N/m² ein (vgl. Abbildung 9 und Anlage 3). Diese Sohlschubspannungen sind für kiesiges Sohlmaterial oder Wiese als unkritisch zu betrachten³. Es wird dennoch empfohlen, eine konstruktive Sohlsicherung um den Pfeiler herum anzuordnen, um lokale Erosionsvorgänge zu vermeiden. Mit dem eingesetzten 2d-Modell können lokale dreidimensionale Strömungseffekte unmittelbar am Pfeiler nicht zutreffend modelliert werden. Die vorgeschlagene Sohlsicherung könnte als Pflasterung oder (evtl. überdeckte) Steinschüttung hergestellt werden und auch die südlich an den Pfeiler angrenzende Uferböschung mit einschließen.

³ vgl. Schneider Bautabellen, 21. Auflage, S. 13.26

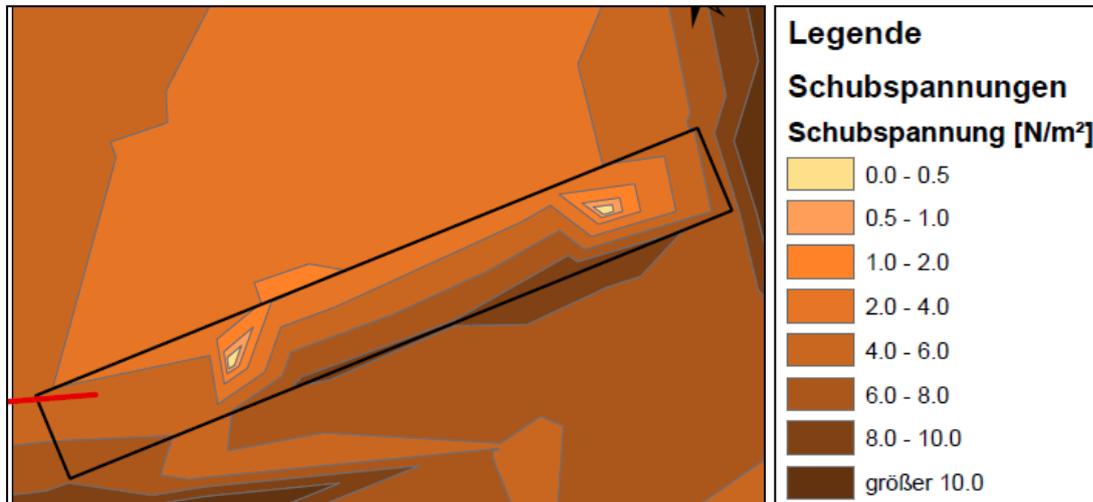


Abbildung 9: Schubspannungen nördlicher Flusspfeiler (HQ₁₀₀)

6 Zusammenfassung

Bei Horhausen soll die Brücke der Staatsstraße St 2426 über den Main erneuert werden. Mit Hilfe einer 2-dimensionalen Strömungssimulation wurden der maßgebliche Bauzustand und der geplante Endzustand der neuen Brücke untersucht und mit den Abflussverhältnissen bei einem 100-jährlichen Hochwasser im Istzustand verglichen.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass sich im Bauzustand nur lokal sehr eng begrenzte Änderungen der Wasserspiegellage im Baustellenbereich ergeben. Im geplanten Endzustand ist nur eine minimale Veränderung des Wasserspiegels im Bereich des vorher vorhandenen südlichen Pfeilers zu erkennen. Auf die Hochwasserabflussverhältnisse im weiteren Umfeld haben die geplanten Maßnahmen weder im Bauzustand noch im geplanten Endzustand verändernde Auswirkungen.

Die Betrachtung der Sohlschubspannungen am nördlichen Pfeiler zeigt, dass auf Grundlage der Berechnungsergebnisse keine Sohlsicherung erforderlich wäre. Da durch die Berechnungsmethode (2-dimensionale Wasserspiegellagenberechnung) die Strömungsvorgänge unmittelbar am Pfeiler nicht zutreffend wiedergegeben werden können, wird empfohlen konstruktiv eine Sohlsicherung im Bereich um den Pfeiler herzustellen.



Anlagen

Anlage 1 Fließtiefen- und Differenzendarstellung Bauzustand

Anlage 2 Fließtiefen- und Differenzendarstellung Endzustand

Anlage 3 Darstellung der Schubspannungen im Endzustand