

BPR Dipl.-Ing. Bernd F. Künne & Partner
Beratende Ingenieure mbB
Döhrbruch 103
30559 Hannover

+49 (0)511 860 55 0
info@bpr-hannover.de

Büro Braunschweig
Celler Straße 66
38114 Braunschweig

+49 (0)531 250 40 203
braunschweig@hgn-beratung.de
www.hgn-beratung.de

„Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens auf den Hochwasserablauf der Oker“

Auftraggeber:

Stadt Braunschweig
Tiefbau und Verkehr
Bohlweg 30
38100 Braunschweig



Die Löwenstadt

gez. i.A. Gerstenberg
20.09.2019

Auftragsnummer:

Planung Okeraufweitung Leiferde/ 18-002

Bearbeitung:

HGN Beratungsgesellschaft mbH
Büro Braunschweig
E. Thiel, M.Sc.
R. Ladwig, Dipl.-Ing. (FH)
M. Jünemann, M.Eng.

Bestätigt:

.....
Dipl.-Ing. C. Siemon
Büroleiter

Ort, Datum:

Braunschweig, 20. September 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Hydraulischer Nachweis	3
2.1	Eingangsdaten	3
2.2	Hydrologische Eingangsgrößen.....	4
2.3	Simulation	4
2.4	Ergebnisse	4
2.5	Separate Bewertung einer Ersatzschwelle	4
3	Retentionsraumbilanz	5
3.1	Bestimmung des verloren gehenden Retentionsraums.....	5
3.2	Schaffung von Ersatzretentionsräumen.....	6
4	Fazit	8

Abbildungen

Abbildung 2-1: Lage der Ersatzschwelle zur NW-Aufhöhung im Unterwasser der Okerbrücke gelegen	5
Abbildung 3-1: Standort Okerbrücke (unten) und des Geitelder Grabens (oben), (Quelle: Umweltkarten-Niedersachsen.de).....	6
Abbildung 3-2: Lage des Ersatzretentionsraums mit Baumbestand	7
Abbildung 3-3: Querprofil des Ersatzretentionsraums	7

Zeichnerische Unterlagen**Anlagen**

Anlage	Inhalt	
18.2.1	Wasserspiegeldifferenzen HQ ₁₀₀	M: 1 : 2500
18.2.2	Lageplan Retentionsraum Geitelder Graben	M: 1 : 750
18.2.3	Retentionsraum Geitelder Graben	M: 1 : 50 / 1 : 100

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Braunschweig plant zwischen den Braunschweiger Stadtteilen Leiferde und Stöckheim einen Ersatzneubau für die nicht mehr standsichere Okerbrücke der K50 über die Oker. Die Untere Wasserbehörde verlangt einen hydraulischen Nachweis darüber, dass das neue Brückenbauwerk keinen negativen Einfluss auf das Abflussgeschehen der Oker im Hochwasserfall hat. Damit galt es nachzuweisen, dass in der bebauten Ortslage Leiferde infolge des Neubaus keine höheren Wasserspiegellagen oder Fließgeschwindigkeiten bei einem Hochwasserereignis, das statistisch einmal in einhundert Jahren zu erwarten ist (HQ_{100}), hervorgerufen werden. Um über diesen Nachweis der Neutralität für An- und Oberlieger hinaus auch sicherzustellen, den Hochwasserabfluss auch nicht durch eine potentielle Vernichtung natürlichen Retentionsraums in Richtung der Unterlieger zu beschleunigen oder zu erhöhen, sollte eine entsprechende Retentionsraumbilanz aufgestellt werden.

2 Hydraulischer Nachweis

2.1 Eingangsdaten

Die Grundlage für die Bearbeitung bildet das vorhandene zweidimensionale Strömungsmodell, welches ursprünglich im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) erstellt wurde und zuletzt im Auftrag der Stadt Braunschweig auf die aktuellen Höhendaten auf den Vorländern angepasst wurde.

In einem iterativen Prozess wurde eine Vorzugsvariante entwickelt, die Gegenstand des vorliegenden Antrags auf Planfeststellung ist und auf die sich die nachfolgenden Ausführungen beziehen

- Südlicher Trassenverlauf nahe der heutigen Brücke
- Entwurfsgeschwindigkeit 50 km/h
- Lichte Weite der Brücke 29,5 m
- Symmetrische Ausbildung des Höhenbands (Hochpunkt der Brücke in Bauwerksmitte)
- Überbauunterkante am Widerlager im Bereich $HQ_{100} - 1,00$ m
- Berücksichtigung von beidseitigen Bermen entsprechend den Vorgaben der Naturschutzbehörde
- Moderate Aufweitung des Querprofils der Oker ohne Maßnahmen auf dem südlich auf der Ostseite der Oker gelegenen Grundstück
- Rückbau der vorhandenen Sohlschwelle auf das Niveau der Sohlhöhe im weiteren Umfeld (ca. 69,50 mNHN)
- Vergrößerung des Bauwerks am Kulkegraben auf eine lichte Weite von 7 m

Die Berechnungen zu den inzwischen verworfenen Varianten werden an dieser Stelle nicht wiederholt. Die entsprechenden Geometrien (Brückenbauwerk samt Bermen, Straße/Rampen, Brückenbauwerk Kulkegraben, Anpassung der Okerufer im Ober- und Unterwasser der Brücke) wurden in das hydraulische Modell eingepflegt und dem IST-Zustand gegenübergestellt.

2.2 Hydrologische Eingangsgrößen

Entsprechend den Berechnungen zur Bestimmung der Überschwemmungsgebiete für ein Hochwasserereignis, das statistisch einmal in einhundert Jahren zu erwarten ist, wurde der Hochwasserabfluss HQ₁₀₀ als instationäre Ganglinie auf das Modell aufgegeben. Der Scheitelabfluss beträgt ca. 193,6 m³/s. Weitere Berechnungen wurden für HQ₂₀ (ca. 116,4 m³/s) und HQ₅ (ca. 73,9 m³/s) durchgeführt. Die Abflusswerte wurden mit der Unteren Wasserbehörde abgestimmt.

2.3 Simulation

Für die Simulationen des Abflussgeschehens in der Oker wurde das Berechnungsmodul HYDRO_AS-2D genutzt, welches in das Modellierungsprogramm Surface-water modeling system (SMS) implementiert wurde. Das Berechnungsmodul wurde durch Dr.-Ing. Marinko Nujic (Ingenieurbüro Dr. Nujic, Rosenheim, ehem. Institut für Hydromechanik und Hydrologie, Uni Bundeswehr München) schwerpunktmäßig für die Simulation von Deichbruchszenarien und Flutwellenausbreitung mit den dort auftretenden hochinstationären Strömungsprozessen entwickelt. Zwischenzeitlich hat es eine weite Verbreitung und große Anerkennung bei zweidimensionalen Strömungs- und Abfluss-Simulationen insbesondere zur Bestimmung von Überschwemmungsgebieten gefunden.

Die zweidimensionale mathematische Modellierung von Strömungsvorgängen in Fließgewässern basiert auf den 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, die auch als Flachwassergleichungen (FWG) bekannt sind. In HYDRO_AS-2D erfolgt die numerische Lösung der FWG mit der räumlichen Diskretisierung nach der Finite-Volumen-Methode (FVM). Diese zeichnet sich durch ihre Massen- und Impulserhaltung aus und ist deshalb für die Berechnung von diskontinuierlichen Übergängen besonders zu empfehlen. Das eingesetzte explizite Zeitschrittverfahren ermöglicht eine zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs sowie eine genaue Bestimmung von Retentionswirkungen. Für eine nähere Beschreibung der integrierten Verfahren soll an dieser Stelle auf das Handbuch zur Software bzw. die einschlägige Fachliteratur verwiesen werden.

2.4 Ergebnisse

Für die Vorzugsvariante konnte durch die hydraulischen Berechnungen nachgewiesen werden, dass kein zusätzlicher Aufstau in bebauten Bereichen im Fall eines HQ₁₀₀-Ereignisses zu erwarten ist. Auch eine relevante Veränderung der Fließgeschwindigkeiten ist nicht erkennbar, so dass außer im unmittelbaren Nahbereich des Bauwerks keine negativen Folgen auf den Hochwasserabfluss der Oker nachweisbar sind. Die entsprechende Forderung der Unteren Wasserbehörde kann damit erfüllt werden. Die entsprechenden Ergebnisse im Vergleich zum Referenzzustand sind der Anlage 18.2.1 zu entnehmen.

2.5 Separate Bewertung einer Ersatzschwelle

Der Rückbau der unter der alten Okerbrücke vorhandenen Sohlschwelle auf ein Zielniveau von 69,50 mNHN an der Oberkante kann abhängig von der Betriebsführung des Rüniger Wehres zu einer Absenkung des Mittel- bzw. Niedrigwasserstandes im Bereich um das Projektgebiet führen. Um die Beeinflussung der sich eingestellten Verhältnisse im Ökosystem der Okeraue sowie auf die Grundwasserverhältnisse möglichst gering zu halten, ist der Neubau einer Ersatzschwelle geplant, welche es ermöglicht, die Wasserstände bei Niedrigwasser an die bestehenden Verhältnisse anzugleichen. Diese Schwelle soll in der Okerschleife nördlich des

Brückenneubaus auf einem Niveau von 71,00 mNHN errichtet werden. Der Standort der geplanten Ersatzschwelle ist in Abbildung 2-1 dargestellt.

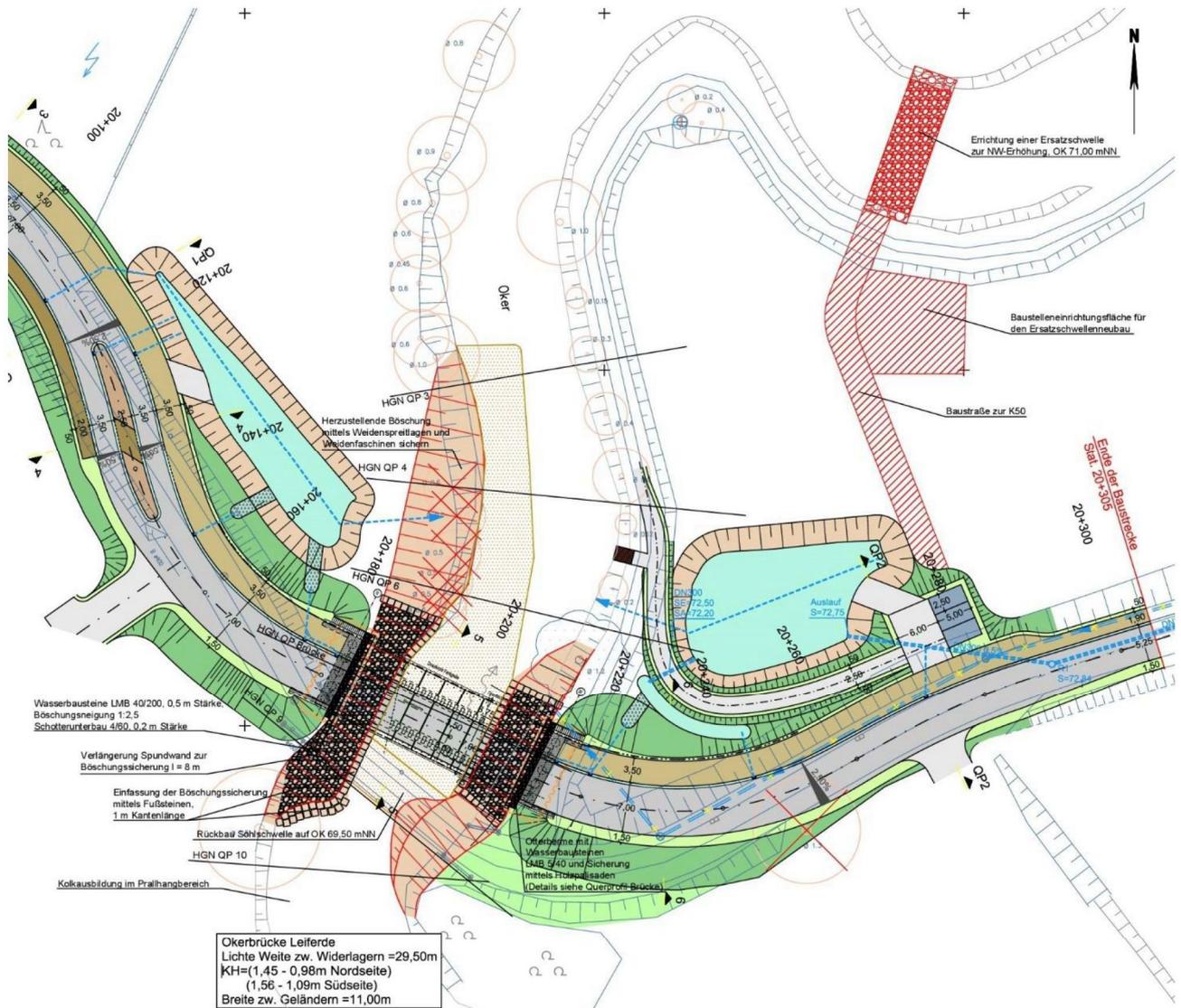


Abbildung 2-1: Lage der Ersatzschwelle zur NW-Aufhöhung im Unterwasser der Okerbrücke gelegen

Entsprechend neuerlich durchgeführter hydraulischer Modellberechnungen hat diese Schwelle keine relevanten Auswirkungen auf die Wasserspiegellagen bei HQ_{100} und ist somit für den Hochwasserabfluss unschädlich. Auch bei einer baulichen Ausführung mit einer schräg verlaufenden Oberkante sind bei gleichem Gesamtflussquerschnitt keine negativen Auswirkungen zu erwarten.

3 Retentionsraumbilanz

3.1 Bestimmung des verloren gehenden Retentionsraums

Zur Erstellung einer aussagekräftigen Retentionsraumbilanz zur Beurteilung der Veränderungen des hydraulischen Rückhalts ist zunächst die quantitative Erfassung der Änderung des Retentionsraumvolumens erforderlich, die durch den Brückenneubau und durch die Änderung der Querprofile verursacht wird. Ein

wesentlicher Punkt in diesem Zusammenhang sind die gewachsenen Dimensionen der Anrampungen zum Brückenbauwerk. Die Ermittlung wurde durch einen GIS-technischen Verschnitt der Geländemodelle aus dem hydraulischen Modellgitter der Planungsvariante mit dem des Referenzzustands durchgeführt.

Entsprechend den Vorgaben der Unteren Wasserbehörde wurde die Bilanz differenziert in die Höhenlamelle, die sich oberhalb des HQ₂₀-Wasserspiegels abzüglich 0,5 m befindet und die Lamelle, die darunterliegt. Die obere Lamelle wird als relevant für den Hochwasserabfluss bewertet. In der unteren Lamelle geht nahezu kein Retentionsraum verloren bzw. wird durch die Aufweitung des Gewässerprofils über das bestehende Maß hinaus wieder neu hergestellt (+ 1174 m³). In der oberen Lamelle gehen entsprechend dieser Berechnung jedoch ca. 649 m³ Retentionsraum verloren, für die eine Kompensation erforderlich ist.

3.2 Schaffung von Ersatzretentionsräumen

Als geeigneter Standort zur Schaffung von Ersatzretentionsraum wurde eine Aufweitung des Grabenprofils des Geitelder Grabens nördlich des Festplatzes Rünigen identifiziert. Die Lage des Geitelder Grabens zusammen mit der Lage der Okerbrücke ist in Abbildung 3-1 dargestellt.

Diese Fläche befindet sich innerhalb des festgesetzten Überschwemmungsgebiets und des Bodenplanungsgebiets und weist eine Höhenlage von im Mittel ca. 73,15 mNHN auf. Der HQ₁₀₀-Wasserspiegel liegt bei ca. 73,45 mNHN und der HQ₂₀-Wasserspiegel bei ca. 72,9 mNHN. Anrechenbarer Retentionsraum wäre demzufolge oberhalb des Niveaus von ca. 72,4 mNHN zu schaffen.

Auf einer in der Abbildung 3-2 (ausführliche Darstellung in Anlage 18.2.2) vorläufig skizzierten Fläche von insgesamt knapp 2000 m² könnte der benötigte Flächenabtrag unter Berücksichtigung des dortigen erhaltens-

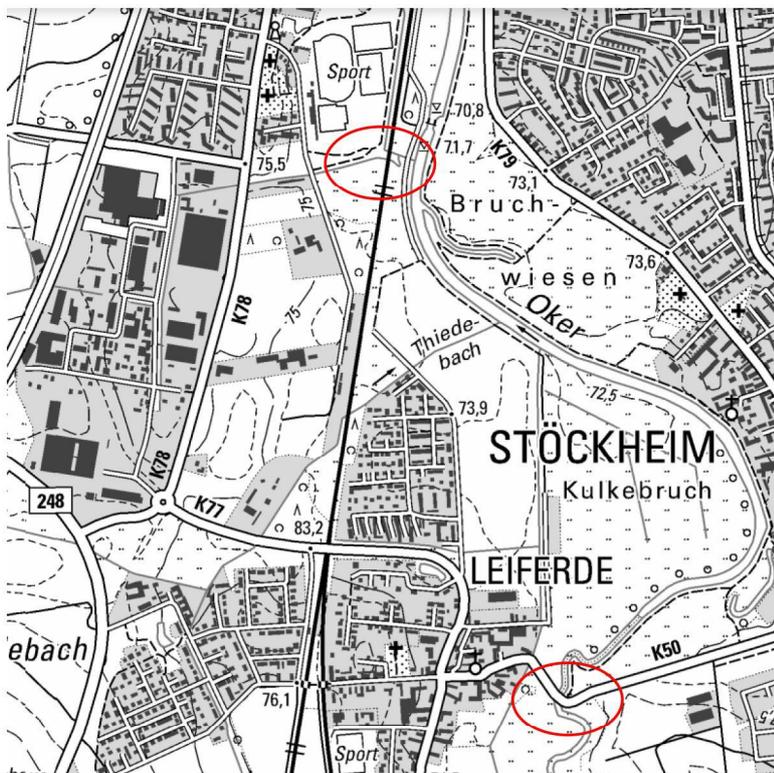


Abbildung 3-1: Standort Okerbrücke (unten) und des Geitelder Grabens (oben), (Quelle: Umweltkarten-Niedersachsen.de)

werten Baumbestands erfolgen. Im westlichen Bereich könnten 180 m³ geschaffen werden und im östlichen Bereich ca. 750 m³. Die Werte wurden wiederum GIS-technisch auf Basis des Digitalen Geländemodells und der Bezugshöhe von 72,40 mNHN ermittelt.

Damit der Retentionsraumgewinn bilanziert werden kann, muss der Aushub außerhalb des Überschwemmungsgebiets verbracht werden. Die Entsorgung des Aushubs erfolgt über den städtischen Rahmenvertrag. Näheres zur Beplanung der Kompensationsfläche ist dem Landschaftspflegerischen Begleitplan zu entnehmen. Die Sohlhöhe im Bereich der Aufweitung soll danach aus ökologischen Gründen unterhalb der Lamellengrenze

auf etwa 71,95 mNHN geschaffen werden. Die geplanten Sohlhöhen des aufgeweiteten Geitelder Grabens sind in Abbildung 3-3 sowie in Anlage 18.2.3 dargestellt. Da die Lamellengrenze von 72,40 mNHN weiterhin maßgebend für die differenzierte Erstellung der Retentionsraumbilanz ist, bleibt das anrechenbare Volumen des Ersatzretentionsraumes trotz der geplanten Sohlabsenkung unverändert.

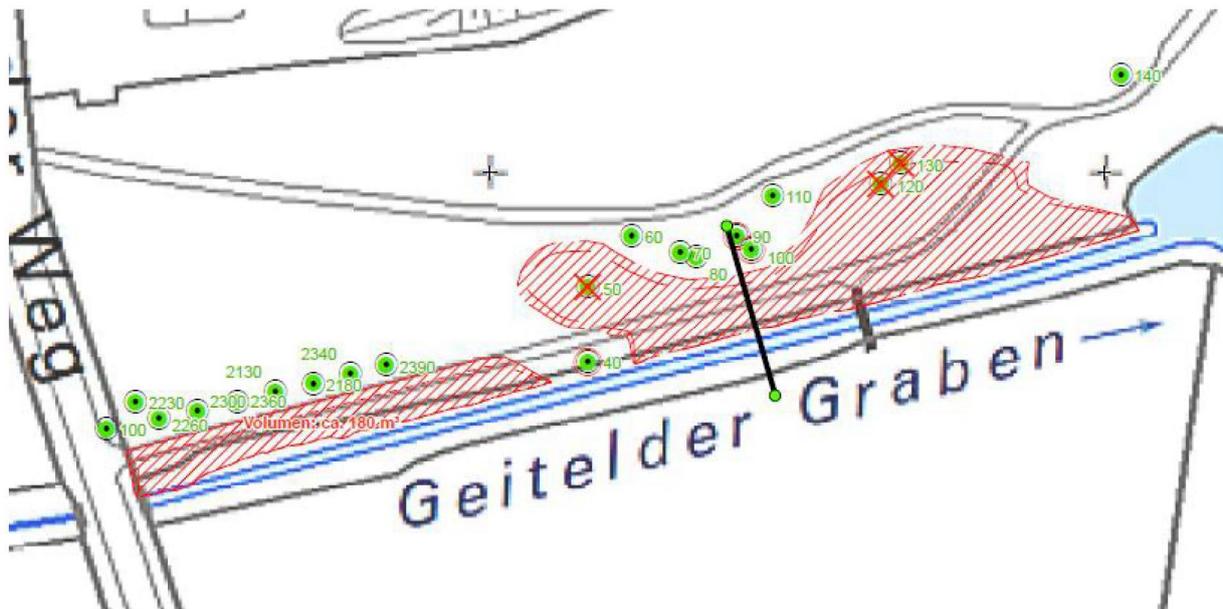


Abbildung 3-2: Lage des Ersatzretentionsraums mit Baumbestand

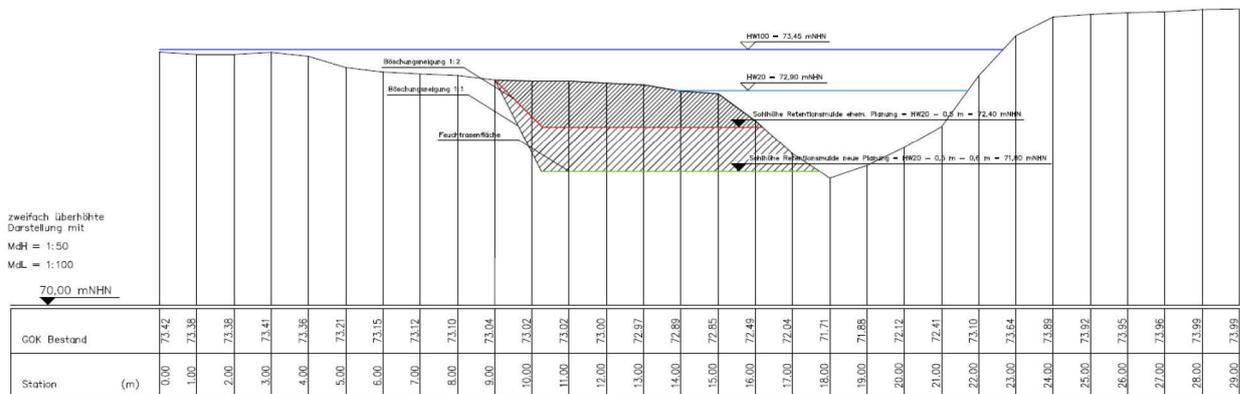
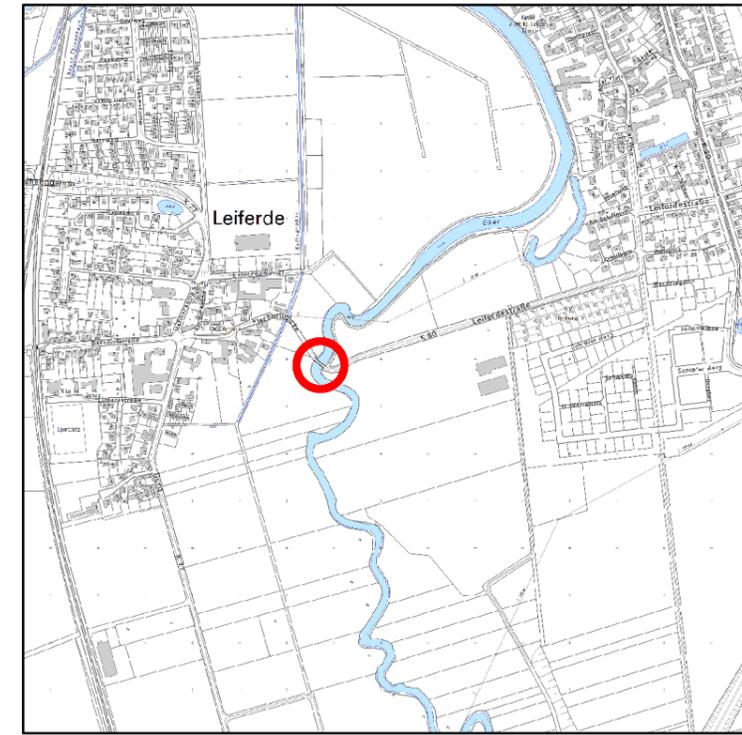
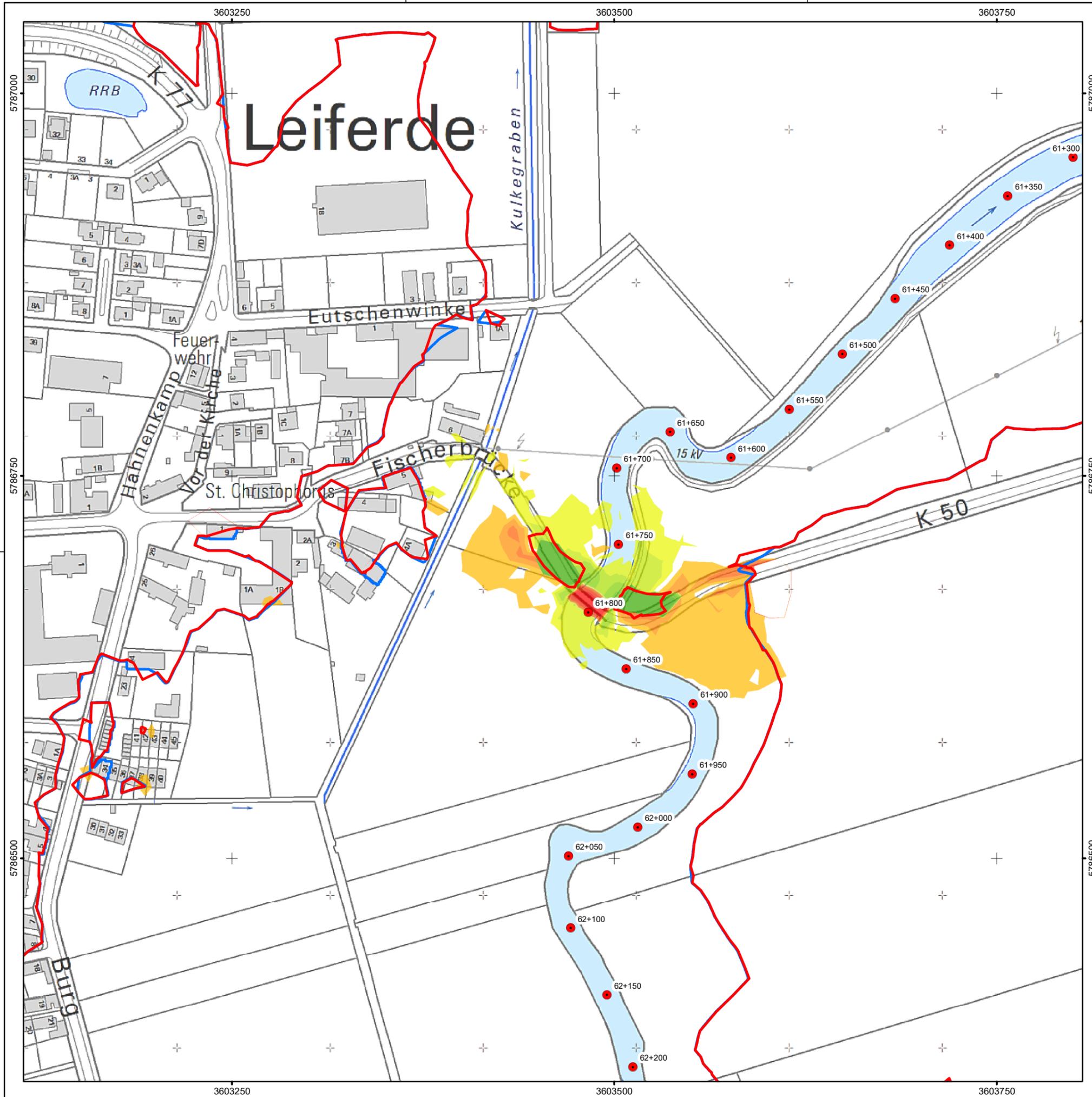


Abbildung 3-3: Querprofil des Ersatzretentionsraums

4 Fazit

Im Ergebnis umfangreicher hydraulischer Berechnungen konnte gezeigt werden, dass der Neubau der Okerbrücke Leiferde in Übereinstimmung mit den Zielen des vorbeugenden Hochwasserschutzes realisiert werden kann. In einem iterativen Planungsprozess mit der Bewertung von insgesamt fast 30 Varianten ist eine Vorzugsvariante abgeleitet worden, die möglichst günstig auf den Hochwasserablauf wirkt. Negative Auswirkungen auf den Hochwasserablauf können demnach ausgeschlossen bzw. durch die Schaffung von Ersatzretentionsraum kompensiert werden.

Die Vorzugsvariante berücksichtigt zudem die Forderungen der Naturschutzbehörde hinsichtlich der Durchgängigkeit für Kleintiere durch die Anordnung entsprechender Bermen und die Beibehaltung der Niedrig- und Mittelwasserstände durch Anordnung einer entsprechenden Ersatzschwelle.



Legende

- HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet Var. 29,5 m LW
- HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet Ist-Zustand
- Stationierung Oker

Wasserspiegeldifferenzen in [m]

	< -1,00		0,01 - 0,05
	-1,00 - -0,50		0,05 - 0,10
	-0,50 - -0,25		0,10 - 0,25
	-0,25 - -0,10		0,25 - 0,50
	-0,10 - -0,05		0,50 - 1,00
	-0,05 - -0,01		> 1,00

Auftraggeber:
Stadt Braunschweig
 Tiefbau und Verkehr
 Bohlweg 30
 38100 Braunschweig



gez. Gerstenberg
20.09.2019

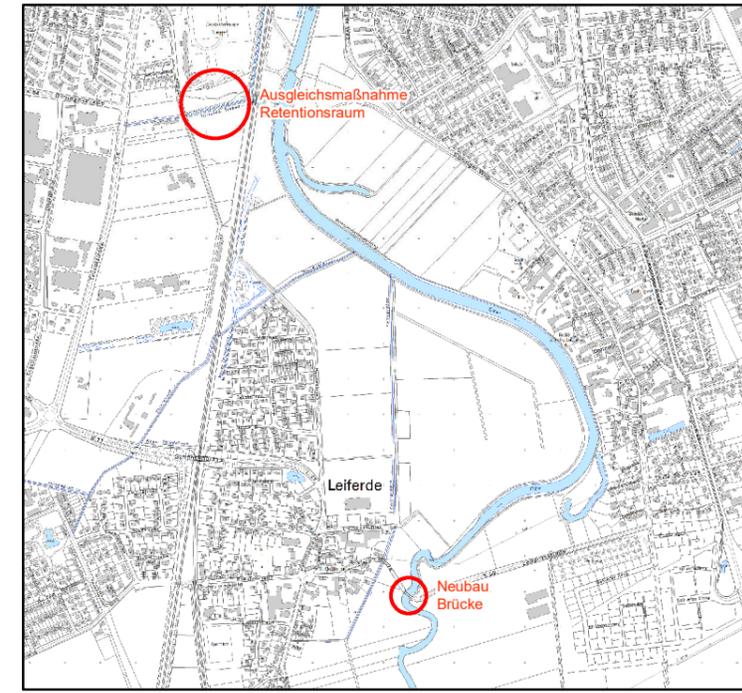
Planung:
BPR Beratende Ingenieure mbB
 Döhrbruch 103
 30559 Hannover



Hydraulische Berechnung von Neubauvarianten der Okerbrücke in Leiferde
HQ₁₀₀-Wasserspiegeldifferenzen

Maßstab:	1:2500	
Auftrags - Nr:	18-002	
Braunschweig	04.12.2018	gez. Siemon 20.09.2019
Bearbeiter:	E. Thiel	Büro Braunschweig Celler Straße 66 38114 Braunschweig

Datenquelle: Stadt Braunschweig - Open GeoData, 2018, Lizenz: dl-de/by-2-0



Legende

- Ausdehnung der Ausgleichsmaßnahme
- festgesetztes ÜSG der Oker (HQ₁₀₀)
- QP Aufweitung des Grabenprofils

Baumbestand im direkten Umfeld

- Baumbestand, bleibt erhalten
- Baumbestand, zu schützen
- Baum ist zu fällen
- Baum kann potentiell erhalten bleiben

Auftraggeber:
Stadt Braunschweig
Tiefbau und Verkehr
Bohlweg 30
38100 Braunschweig



gez. Gerstenberg
20.09.2019

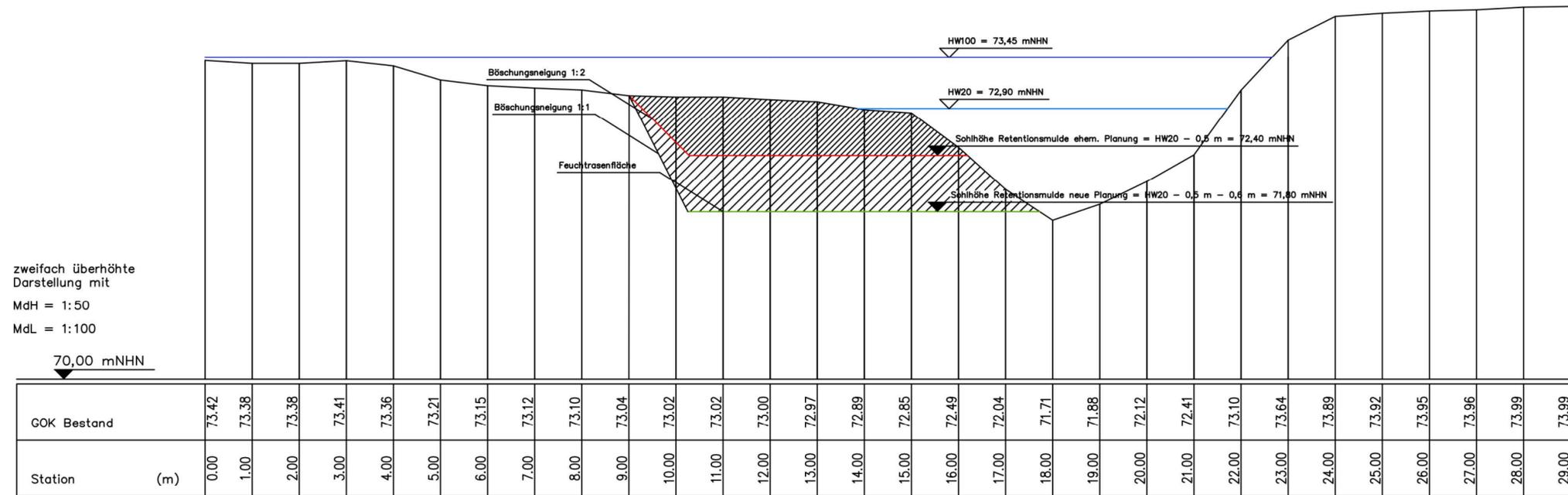
Planung:
BPR Beratende Ingenieure mbB
Döhrbruch 103
30559 Hannover



Hydraulische Berechnung - Okerbrücke Leiferde
Lageplan Ausgleichsmaßnahme
 Retentionsraum | Brückenvariante LW 29,5m

Maßstab:	1:750	
Auftrags - Nr:	18-002	
Braunschweig	14.08.2019	gez. Siemon 20.09.2019
Bearbeiter:	E. Thiel	Büro Braunschweig Celler Straße 66 38114 Braunschweig

Datenquelle: Stadt Braunschweig - Open GeoData, 2018, Lizenz: dl-de/by-2-0



zweifach überhöhte
Darstellung mit
MdH = 1:50
MdL = 1:100

GOK Bestand	73.42	73.38	73.38	73.41	73.36	73.21	73.15	73.12	73.10	73.04	73.02	73.02	73.00	72.97	72.89	72.85	72.49	72.04	71.71	71.88	72.12	72.41	73.10	73.64	73.89	73.92	73.95	73.96	73.99	73.99
Station (m)	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00

Legende

-  Abzutragender Bereich = neu geschaffener Retentionsraum
-  Wasserspiegel HQ100 = 73,45 mNHN
-  Wasserspiegel HQ20 = 72,90 mNHN
-  Sohlhöhe Retentionsraum ehem. Planung = HW20 - 0,5 m
-  Sohlhöhe Retentionsraum neue Planung = HW20 - 0,5 m - 0,6 m
-  Sohlhöhe und Geländeoberkante Bestand

Index	Datum	Art der Änderung	Bearbeitet
-------	-------	------------------	------------

Projekt	Neubau der Okerbrücke Leiferde				
Auftraggeber	Stadt Braunschweig				gez. Gerstenberg 20.09.2019
Planung	BPR Dipl.-Ing. Bernd F. Künne & Partner Beratende Ingenieure mbB				
Planung	HGN Beratungsgesellschaft mbH				
Leistungsphase	Genehmigungsplanung				
Planbezeichnung	Querprofil Retentionsraum Geitelder Graben				
Projektnummer	Maßstab	Datum	Bearbeitet	Geprüft	Plannummer
2587	1 : 50 / 1 : 100	04.09.2019	RLA/MJU	CSI	18.2.3