

**Hydraulische Nachweisführung geplanter  
Renaturierungsmaßnahmen an der Wabe  
im Bereich der Rautheimer Mühle**

**- Hydraulische Berechnungen -**

Volkmaroder Straße 8c  
38104 Braunschweig

Geschäftsführer:  
Ralf Trapphoff (Vorsitz)  
Dr. Uta Alisch  
Dr. Rolf Balthes  
Dr. Volker Ermisch  
Wolfgang Müller

Tel.: 0531 2136990  
Fax: 0531 2136999  
fugro@fugro.de  
www.fugro.de

AG Berlin-Charlottenburg  
HRB 134082 B  
Ust.-IdNr.: DE 150 375 679

Deutsche Bank AG  
Konto-Nr. 960 300 2  
BLZ 100 700 00


IBAN: DE83 1007 0000 0960 3002 00  
SWIFT/BIC: DEUTDE33XXX

**Auftraggeber:** Stadt Braunschweig  
Fachbereich Stadtgrün  
-Abt. Planung und Neubau-  
Lessingplatz 12  
38100 Braunschweig

**Auftragnehmer:** Fugro Consult GmbH  
Volkmaroder Straße 8c  
38104 Braunschweig

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. Christian Siemon  
Dipl.-Geoökol. Anna Kaeser

**KT-Nr.:** 2.23.338.1.3  
  
Fugro Consult GmbH

**Bestätigt:**   
.....  
Dr. R. Flach  
Abteilungsleiter

**Datum:** Braunschweig, 15.11.2012

## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung .....	3
2	Modellübernahme und Modellanpassungen.....	4
2.1	Modellübernahme .....	4
2.2	Modellanpassungen.....	4
2.2.1	IST-Modell des NLWKN.....	4
2.2.2	PLAN-Modell.....	4
3	Randbedingungen der Berechnung und Simulation.....	5
3.1	Grundlage der hydraulischen Berechnung .....	5
3.2	Hydrologische Eingangsdaten .....	5
3.3	Randbedingungen .....	6
3.4	Rauheitsbeiwerte .....	6
3.5	Simulation .....	8
4	Ergebnisse und Auswertung.....	8
5	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	10

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Angesetzte Abflusswerte für die Lastfälle HQ100, HQ6 und MQ.....	5
Tabelle 3-2:	Untere Randbedingung für den Lastfall HQ100 .....	6
Tabelle 3-3:	Untere Randbedingung für den Lastfall HQ6 .....	6
Tabelle 3-4:	Übersicht über die gewählten Rauheitsbeiwerte (Manning-Strickler) im Modellgebiet.....	6

## Anlagenverzeichnis

1	Lageplan Überschwemmungsgebiet	Maßstab: 1 : 5.000
2	Längsschnitte	Maßstab: variabel
3	Talraumprofile	Maßstab: variabel

## 1 Veranlassung

Die Stadt Braunschweig – Fachbereich Stadtgrün – (im Folgenden Auftraggeber / AG) hat das Ingenieurbüro Lehmann, Edermünde (im Folgenden Planer) mit Planungsleistungen für eine Renaturierung der Wabe und ihrer Aue südlich der Bundesstraße 1 (im Folgenden: Planungsraum) beauftragt. Um die Auswirkungen auf Hoch- und Mittelwasserverhältnisse bewerten zu können, wurde durch die *Prof. Dr.-Ing. W. Hartung + Partner Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Abfallwirtschaft mbH* ein zweidimensionales Strömungsmodell für den Bestand und die Planung erstellt und die Berechnungen für HQ100, HQ6 und MQ durchgeführt.

Das Bestandsmodell wurde für ein großräumigeres Strömungsmodell auf gleicher Softwarebasis weiterverwendet, mit dem der *Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN)* die Überschwemmungsgebiete HQ100 bestimmt hat. Diese Aufgabenstellung wurde durch die Fugro-HGN GmbH (heute Fugro Consult GmbH) bearbeitet. Die Ergebnisse dieser Berechnungen bildeten die Basis für die vorläufige Sicherung und das Festsetzungsverfahren der Überschwemmungsgebiete HQ100 im Stadtgebiet Braunschweig und im Landkreis Wolfenbüttel. Im Zuge einer Modellerweiterung bis Sickte wurde das Modell im hier betrachteten Planungsraum höhenmäßig in den Vorlandbereichen neu attribuiert. Hierdurch sowie durch veränderte Strömungsverhältnisse im Zusammenspiel von Feuergraben und Wabe haben sich im Zuge dieser erweiterten Berechnung auch Auswirkungen für den Planungsraum ergeben.

Um nun eine einheitliche Bewertungsgrundlage und eine belastbare Argumentationshilfe gegenüber potentiell von der Planung Betroffener zu erhalten, sollten die hydraulischen Nachweise auf der Basis einer harmonisierte Modellgrundlage wiederholt werden. In diesem Zusammenhang sollten zudem geringfügige Planungsanpassungen implementiert werden.

Mit Schreiben vom 25.01./05.04.2012 wurde die Fugro Consult GmbH mit der

### **Hydraulischen Nachweisführung geplanter Renaturierungsmaßnahmen an der Wabe im Bereich der Rautheimer Mühle**

beauftragt. Die folgenden Arbeitsschritte wurden bearbeitet:

- Einbau der drei Kastenprofile des Feuergrabens in das Modell des NLWKN
- Neuberechnung HQ100 und HQ6 und MQ für den IST-Zustand
- Einbau der Planung in das Modell des NLWKN
- Geringfügige Planungsänderungen
- Berechnung HQ100, HQ6 und MQ für den aktualisierten PLAN-Zustand
- Kurzdokumentation mit Anlagen

## **2 Modellübernahme und Modellanpassungen**

### **2.1 Modellübernahme**

Das Modell der Wabe wurde aus dem Projekt „Bestimmung der Überschwemmungsgrenzen HQ100 der Wabe im Landkreis Wolfenbüttel – Modellerweiterung bis Fluss-km 16+721“ übernommen. In diesem Modell sind im Bereich der Stadt Braunschweig, zwischen der Bundesstraße 1 (Helmstedter Straße) und der Landesstraße L 631 (Salzbergstraße), die Laserscandaten eingearbeitet.

### **2.2 Modellanpassungen**

#### **2.2.1 IST-Modell des NLWKN**

In dem übernommenen Modell des NLWKN sind bislang nicht die Kastenprofile im Feuergraben enthalten. Diese wurden aus dem Bestandsmodell von der *Prof. Dr.-Ing. W. Hartung + Partner Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Abfallwirtschaft mbH* implementiert. Dabei wurde die Höhe der neuen Betonplatte im südlichen Kastenprofil beachtet.

#### **2.2.2 PLAN-Modell**

In das aktualisierte IST-Modell wurden im nächsten Schritt die Planungen aus dem Planmodell von *Prof. Dr.-Ing. W. Hartung + Partner Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Abfallwirtschaft mbH* eingebaut. Dabei wurden folgende Planungsänderungen berücksichtigt:

- Die drei Kastenprofile im Feuergraben bleiben wie im IST-Modell bestehen (im Modell von *Prof. Dr.-Ing. W. Hartung + Partner Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Abfallwirtschaft mbH* war der mittlere nicht vorhanden)
- Eingebaute Furt südöstlich von Rautheim (ca. RW 4404210,03, HW 5789788,94) zwischen neuem und altem Gerinne wurde wieder auf Höhe des Weges heraufgesetzt
- Querverbindung nach Eimündung des Salzdahlumer Grabens zu neuem Gerinne wurde auf 20 cm unter Böschungsoberkante (80,2 müNN) gesetzt, so dass ein Altarm am neuen Gerinne entsteht
- Der alte Verlauf der Wabe bleibt offen
- Kulturstau an der südlichen Stadtgrenze auf 20 cm unter Böschungsoberkante verschlossen (80,64 müNN)

### 3 Randbedingungen der Berechnung und Simulation

#### 3.1 Grundlage der hydraulischen Berechnung

Als Grundlage für die hydraulische Berechnung wurde der Rechenkern *HYDRO\_AS-2D* genutzt, welches in das Modellierungsprogramm *Surface-water modeling system (SMS 10.0)* implementiert wurde. *HYDRO\_AS-2D* wurde durch Dr.-Ing. Marinko Nujić (Ingenieurbüro Dr. Nujić, 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 wird auf das Handbuch zur Software [1] bzw. auf die einschlägige Fachliteratur (z. B. [2]) verwiesen werden.

#### 3.2 Hydrologische Eingangsdaten

Grundlage der Berechnungen bilden die Abflusswerte aus dem N-A-Modell für das Einzugsgebiet der Oker (Tabelle 3-1). Die Berechnung erfolgte für das Gesamtmodell von der Schunter am Bienroder Weg bis zur Einmündung der Ohe.

Tabelle 3-1: Angesetzte Abflusswerte für die Lastfälle HQ100, HQ6 und MQ

Gewässer	HQ100 [m <sup>3</sup> /s]	HQ6 [m <sup>3</sup> /s]	MQ [m <sup>3</sup> /s]
Wabe (Einmündung der Ohe)	10,3	5,871	-
Zwischeneinzugsgebiet	1,8	1,026	-
Wabe (ca. Höhe L631 Salzbergstraße)	-	-	0,406
Salzdahlumer Graben / Breite Beeke	1,2	0,684	0,073
Hötzumer Bach	1,4	0,798	-
Feuergraben	-	-	0,06
Reitlingsgraben	1,2	0,684	0,062
Alter Reitlingsgraben	1,2	0,684	-
Weddeler Graben (Kreuzteich)	1,9	1,083	0,1
Schunter	54,4	31,008	2,5

### 3.3 Randbedingungen

Die Untere Randbedingung wurde für den Lastfall HQ100 aus den 2D-Berechnungen aus dem Projekt „Bestimmung der Überschwemmungsgebietsgrenzen HQ100 der Wabe im Landkreis Wolfenbüttel – Modellerweiterung bis Fluss-km 16+721“ entnommen (Tabelle 3-2). Die untere Randbedingung für den Lastfall HQ6 ist in Tabelle 3-3 aufgeführt. Für den Lastfall MQ wurde ein Energieliniengefälle von 0,5 ‰ angesetzt.

Tabelle 3-2: Untere Randbedingung für den Lastfall HQ100

dQ [m <sup>3</sup> /s]	WSP 0	WSP 1
74,0	70,22	70,23

Tabelle 3-3: Untere Randbedingung für den Lastfall HQ6

dQ [m <sup>3</sup> /s]	WSP 0	WSP 1
42,0	70,03	70,04

### 3.4 Rauheitsbeiwerte

Die Einschätzung der Rauheitsbeiwerte erfolgte in Anlehnung an DVWK-Schrift 92 „Hydraulische Methoden zur Erfassung von Rauheiten“ [3]. Das Untersuchungsgebiet wurde in die in der folgenden Tabelle dargestellten Bereiche unterteilt.

Tabelle 3-4: Übersicht über die gewählten Rauheitsbeiwerte (Manning-Strickler) im Modellgebiet

Bezeichnung	$k_{st}$ [m <sup>1/3</sup> /s]	Wirbelviskosität
Gehölz Planung	15	
Nebengewässer Planung	20	
Schotter Planung	15	
Sohle Planung	25	
Ufer Planung	12	
Wiese Planung	18	
Acker	22	
Acker	30	0,5
Acker WF	30	
Bahn	16	
Bahn, Straßen, Wege	30	0,5
Bebauung locker WF	12	

Bezeichnung	$k_{st}$ [m <sup>1/3</sup> /s]	Wirbelviskosität
Bebauung WF	5	
Brache	19	
Buschland	12	
Dämme	25	0,5
Dichte Bebauung	5	0,5
Dichter Wald	10	0,5
Entwicklungsfläche	12	0,5
Feldweg	40	
Fluss	25	
Gartenland	14	
Gehölz	15	
Gerinne Sohle	12	0,5
Gerinne Ufer	12	0,5
Gewässersohle alte MR	20	0,5
Gewässersohle Mittelriede	24	0,5
Gewässersohle Rgraben	20	0,5
Gewässersohle Schunter	24	0,5
Gewässersohle Wabe	21	0,5
Graben	24	
Grünland	19	
Kies/Schotter	35	
Lichte Bebauung	15	0,5
Lichter Wald	18	0,5
Lockere Bebauung	12	
Mauer WF	50	
Mischgebiet	11	
Randstreifen WF	18	
See	40	
Siedlung	10	
Sohle WF	21	
Stillgewässer WF	40	
Stehendes Gewässer	40	0,5
Straße	45	
Straßenböschung	20	
Ufer alte MR	18	0,5
Ufer Mittelriede	20	0,5

Bezeichnung	$k_{st} [m^{1/3}/s]$	Wirbelviskosität
Ufer Rgraben	18	0,5
Ufer Schunter	20	0,5
Ufer stehendes Gewässer	18	0,5
Ufer Wabe	18	0,5
Uferböschung	18	
Uferböschung WF	18	
Wald	11	
Wald WF	11	
Wiese hoch mit Gestrüpp	15	0,5
Wiese kurzes Gras	25	0,5
Wiese mittelhoch	18	0,5
Wiese WF	25	
Zufahrten	15	0,5

### 3.5 Simulation

Als Berechnungsvariante ist die quasi-stationäre Berechnung gewählt worden. Folgende Berechnungsparameter für die Simulation wurden eingegeben:

- **instationäre** Berechnung (*dynamic*) mit konstantem Abflusswert (quasi-stationär)
- Zeitschritt, in dem die Zuflussganglinie eingelesen und der Abfluss an Kontrollquerschnitten ausgeschrieben wird (*Time Step*): **600 sec.**
- Gesamte Berechnungszeit (*Total time*): **604 800 sec.** (= 7 Tage)
- Zeitintervall, in dem grafische Ergebnisse zum Betrachten im Programm *SMS* von *HYDRO\_AS-2D* ausgeschrieben werden sollen (*Zeitintervall SMS*): **3600 sec**

## 4 Ergebnisse und Auswertung

Die berechneten Wasserspiegellagen wurden visualisiert und auf Plausibilität geprüft. Anschließend wurden die Wasserspiegellagen und Strömungsgeschwindigkeiten in ein Geografisches Informationssystem (GIS) übertragen. Dort erfolgte eine erneute Kontrolle unter Berücksichtigung der digitalen Geländemodelle und der vorliegenden Kartengrundlage.

Für die MQ-Rechenläufe wurden die berechneten Wasserspiegellagen Bestand und Planung an ausgewählten Punkten zusammengestellt und für das hydrogeologische Gutachten zur Verfügung gestellt. Diese Punkte sind im hydrogeologischen Gutachten aufgeführt.



Die berechneten Wasserspiegellagen der Hochwasserereignisse wurden mit den digitalen Geländemodellen verschnitten. Die entstehende Nulllinie dieses Verschnitts markiert die Grenzen des überschwemmten Gebiets und ist auf Basis der ALK in Anlage 1 dargestellt. Zum Vergleich zwischen Bestand und Planung ist zudem eine Differenzendarstellung enthalten, um die Bereiche identifizieren zu können, in denen sich die Wasserspiegellagen verändern. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass höhere Wasserspiegellagen ausschließlich innerhalb des Planungsraums induziert werden. Negative Auswirkungen für die benachbarten Gebiete ergeben sich danach keine.

In Anlage 2 sind Längsschnitte des geplanten Verlaufs mit eingetragenen Wasserspiegellagen dargestellt. Anlage 3 enthält Talraumprofile, deren Lage durch den AG vorgegeben wurde und in Anlage 1 dargestellt ist.

  
.....  
Dipl.-Ing. Christian Siemon  
Projektleiter

## 5 Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] NUJIĆ, M.: HYDRO\_AS-2D, Ein zweidimensionales Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis - Kolbermoor, 2003
- [2] DVWK-SCHRIFTEN 127: Numerische Modelle von Seen, Flüssen und Küstengewässern – Bonn, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, 1999
- [3] DVWK-SCHRIFTEN 92: Hydraulische Methoden zur Erfassung von Rauheiten - II. Äquivalente Sandrauheiten und Stricklerbeiwerte fester und beweglicher Strömungsberandungen – Hamburg, Berlin: Verlag Paul Parey, 1990