



1. Ausfertigung

**Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz
(NLWKN)
- Betriebsstelle Cloppenburg -**



Dammerneuerung an der Gehobenen Hase

Hydraulische Berechnungen

Aufgestellt:



INGENIEUR-DIENST-NORD
Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH
Industriestraße 32 · 28876 Oyten
Telefon: 04207 6680-0 · Telefax: 04207 6680-77
info@idn-consult.de · www.idn-consult.de

Datum: **15. August 2013**

Projekt-Nr.: **5138-A**

Inhalt

1	Veranlassung und Aufgabe	2
2	Datengrundlagen	3
3	Beschreibung des Untersuchungsraumes	6
4	Übersicht der Rechenmodelle	8
5	Hydraulische Berechnungen der Gewässer im Bestand	9
5.1	Vorgehensweise	9
5.2	Kalibrierung des Modells	9
5.2.1	Randbedingungen	9
5.2.2	Kalibrierung am Hochwasserabfluss vom 28.08.2010	10
5.2.3	Kalibrierung am Hochwasserabfluss vom 03.09.2010	11
5.2.4	Ergebnis der Kalibrierung	13
5.3	Berechnung des HQ_{100} bei bestehenden Verhältnissen	14
5.3.1	Randbedingungen	14
5.3.2	Ergebnisse	15
5.4	Berechnung des HQ_{50} , HQ_{20} und HQ_{10} bei bestehenden Verhältnissen	16
5.4.1	Randbedingungen	16
5.4.2	Ergebnisse	16
6	Hydraulische Berechnungen von Planungsszenarien	17
6.1	Planungszustand 1	17
6.1.1	Modellgeometrie und Randbedingungen	17
6.1.2	Ergebnisse	17
6.2	Planungszustand 2	18
6.2.1	Modellgeometrie und Randbedingungen	18
6.2.2	Ergebnisse	19
7	Zusammenfassung	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Merkmale der Modellzustände	8
--	---

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Randbedingungen zur Kalibrierung des Ereignisses vom 28.08.2010	10
Abbildung 2:	Kalibrierung des Ereignisses vom 28.08.2010	11
Abbildung 3:	Randbedingungen zur Kalibrierung des Ereignisses vom 03.09.2010	12
Abbildung 4:	Kalibrierung zu den Messungen am 03.09.2010	13

1 Veranlassung und Aufgabe

An der Gehobenen Hase südlich von Quakenbrück sollen die beidseitig des Gewässers vorhandenen Dämme ertüchtigt werden.

Bei der Bestandsaufnahme des Gewässerabschnittes zwischen der ehemaligen Schleuse I (Station 85+821) und dem Schützenhofwehr (Station 79+332) im Februar 2011 wurde festgestellt, dass die Querprofile im Bestand deutlich vom ursprünglichen Planungszustand abweichen. Die Ursache hierfür sind vermutlich Erosions- und Auflandungsprozesse oberhalb des Schützenhofwehres. Die beobachteten Veränderungen haben auch einen Einfluss auf das Sohlgefälle in diesem Gewässerabschnitt.

Für den Hochwasserschutzplan der Hase wurde im Auftrag des NLWKN, Betriebsstelle Cloppenburg, von der Ingenieur-Dienst-Nord Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH (IDN) ein hydraulisches Modell der Hase von Wellingholzhausen bis zur Mündung in die Ems aufgebaut. Bestandteil des Modells ist auch die Wrau unterhalb des Abschlagsbauwerkes (Schleuse II). Grundlage dieses Modells waren die zu Projektbeginn (Jahr 2009) bekannten geometrischen und hydrologischen Daten.

Die neu aufgemessenen Querprofilaten aus der Bestandsaufnahme sind in das bestehende hydraulische Modell der Hase einzuarbeiten.

Die Abflussverhältnisse und Wasserspiegellagen im Hochwasserfall werden für die bestehenden Gewässer mit dem aktualisierten Modell hydraulisch berechnet (**Bestand**). Als Bemessungsabfluss werden die Abflussmengen aus dem Hochwasserschutzplan Hase herangezogen.

Um die hydraulischen Auswirkungen der geplanten Maßnahmen zu ermitteln, wird ein zweites hydraulisches Modell des Planungszustandes erstellt. Dabei wird zwischen den Varianten **Planungszustand 1** (ohne Überlaufschwelle) und **Planungszustand 2** (mit Überlaufschwelle) unterschieden. Mit diesen Modellen werden ebenfalls die Abflüsse und Wasserspiegellagen bei dem Bemessungsabfluss berechnet.

2 Datengrundlagen

Für die Überarbeitung und Kalibrierung des hydraulischen Modells sowie für die hydraulischen Berechnungen des Bestands und der Planungszustände wurden die im Folgenden aufgelisteten Daten verwendet. Sämtliche Daten wurden von der Betriebsstelle Cloppenburg des NLWKN zur Verfügung gestellt.

Die folgenden Daten wurden in das Modell Bestand eingearbeitet:

- Ausschnitt aus dem hydraulischen 2D-Modell der gesamten Hase für den HWSP Hase (die zugrunde liegenden Vermessungsdaten sind teilweise älteren Datums), aufgestellt von der IDN GmbH, freigegeben vom GB III des NLWKN Cloppenburg
- Gewässeraufmaße (Vermessungspunkte) der Gehobenen Hase und teilweise der Wrau (Februar 2011) sowie des Grabens Durchlass 2 (Juli 2011), zur Verfügung gestellt vom GB II des NLWKN Cloppenburg (per E-Mail, 15.07./08.08.2011)
- Gewässeraufmaße (Vermessungspunkte und Querprofile) des Heller Binnenbaches, zur Verfügung gestellt vom GB III des NLWKN Cloppenburg (per E-Mail, 25.08.2011)
- Bestandsplan Wehrschleuse II (PDF; Shape, dxf) Stand 08/2011 (per E-Mail, 08.09.2011)
- Artländer Melioration - Entwurf für den Ausbau der Gehobenen Hase vom Überfall bis zum Flutableiter (28.02.1961), Auszug, zur Verfügung gestellt vom NLWKN Cloppenburg (per E-Mail, 29.07.2011)
- Entwurf, Regulierung der Hase vom Flutableiter zur Wrau (Schleuse II) bis zur Kreilingsbrücke im Gebiet des Wabo Artländer Melioration, aufgestellt nach den Richtlinien des Rahmenplanes für das Hasegebiet vom 31.03.1959, Bezirksregierung Osnabrück, Kreis Bersenbrück, zur Verfügung gestellt vom NLWKN, Betriebsstelle Cloppenburg (per E-Mail, 29.07.2011)
- Dammerneuerung Gehobene Hase, Übersichtslageplan mit Stationierung und Querprofilen, aufgestellt von der Betriebsstelle Cloppenburg des NLWKN am 02.02.2012 (per E-Mail, 09.02.2012)

- Geländeaufmaß im Bereich der Flutmuldenbrücke L75, zur Verfügung gestellt vom NLWKN, Betriebsstelle Cloppenburg (per E-Mail, 16.11.2012)
- Ortsbegehung durch den IDN im Rahmen der Ermittlung des ÜSG Große Hase, 06.05.2013

Für die Kalibrierung des Modells Bestand standen die folgenden Messwerte zur Verfügung:

- Tageswerte (Abflussleistung und Wassertand) vom 01.08.2010 bis zum 30.09.2010 am Pegel Bersenbrück (per E-Mail, 22.08.2011)
- Tageswerte (Abflussleistung und Wassertand) vom 01.01.2011 bis zum 31.01.2011 am Pegel Bersenbrück (per E-Mail, 22.08.2011)
- Tageswerte (Oberwasserstand, Wehrstellung, Abflussleistung) vom 01.08.2010 bis zum 30.09.2010 am Schützenhofwehr Quakenbrück (per E-Mail, 22.08.2011)
- Tageswerte (Oberwasserstand, Wehrstellung, Abflussleistung) vom 01.01.2011 bis zum 31.01.2011 am Schützenhofwehr Quakenbrück (per E-Mail, 22.08.2011)
- Tageswerte (Oberwasserstand, Abflussleistung über die Wehrklappe) vom 01.08.2010 bis zum 30.09.2010 am Abschlag zur Wrau (Schleuse II), per E-Mail, 22.08.2011
- Tageswerte (Oberwasserstand, Abflussleistung über die Wehrklappe) vom 01.01.2011 bis zum 31.01.2011 am Abschlag zur Wrau (Schleuse II), per E-Mail, 22.08.2011
- Hochwassermessplan vom HW 03.09.2010 (per E-Mail, 22.08.2011)
- Hochwassermesswerte vom 28.08./02.09.2010 im Längsschnitt der Gehobenen Hase (per E-Mail, 29.07.2011)
- Abflusskurven aus Nebengewässern der Hase, zur Verfügung gestellt vom NLWKN im Rahmen des Hochwasserschutzplanes Hase als Ergebnis einer N-A-Modellierung des Hase-Einzugsgebietes (per E-Mail im Oktober 2010)

Die folgenden Daten wurden für die Erstellung der Planungsmodelle herangezogen:

- Längsschnitt der Gehobenen Hase mit Bestandshöhen, Planungshöhen, berechneten und aufgemessenen Wasserspiegellagen (per E-Mail, 29.07.2011)
- Erläuterungsbericht zu den Modellversuchen zur Umgestaltung der Wehranlage Schützenhof zu einer Sohlengleite, aufgestellt vom Institut für Wasserwirtschaft und Ökotechnologie der Hochschule Magdeburg-Stendal, August 2011, zur Verfügung gestellt von der Betriebsstelle Cloppenburg des NLWKN, (per E-Mail, 15.12.2011)
- Erneuerung der Dämme an der Gehobenen Hase: Geplantes Regelprofil Stationen 0+550, 0+745, 0+931, 2+277, 4+811 und 5+930 (Stand 12.10.2011, per E-Mail, 15.11.2011)
- Geplante Vertiefung der westlichen Biotop-Retentionsfläche in Gehrde-Rüsfort (Lageplan und Querprofil als PDF-Datei, per E-Mail, 02.09.2011)
- Im Bau befindliche östliche Biotop-Retentionsfläche in Gehrde-Rüsfort (Lagepläne und Querprofile als pdf-Datei, per E-Mail, 02.09.2011)

Parallel zur Stationierung der Gesamt-Hase wurde vom NLWKN, Betriebsstelle Cloppenburg, eine Stationierung des geplanten Baubereiches vorgenommen. Diese beginnt bei Station 79,262 (entspricht Bau-km 0,000). Für Schleuse II ergibt sich der Bau-km 4,973, für die ehemalige Schleuse I (heute: Sohlengleite) der Bau-km 6,714. Für die Darstellung der Längsschnitte wurden die Bau-km als Stationierung verwendet.

3 Beschreibung des Untersuchungsraumes

Im Rahmen der vorgelegten Ausarbeitung wurde der Gewässerabschnitt der Hase von der Querung der K 138 (Station 87+000) bis zum Zusammenfluss mit der Wrau (Station 77+500) untersucht.

In nordöstliche Richtung wird der Untersuchungsraum durch den Verlauf des Bünne-Wehdeler-Grenzkanals begrenzt.

Vom Beginn der Untersuchungsstrecke bis zum Schützenhofwehr in Quakenbrück weist die Hase einen gradlinigen Verlauf auf. Das Gewässer ist unterhalb der Polder Rüsfort als beidseitig verwalltes Trapezprofil ausgeführt. Die Wasserspiegellagen liegen aufgrund des Aufstaus am Schützenhofwehr teilweise über dem angrenzenden Gelände.

Unmittelbar unterhalb der querenden K 138 wurden auf beiden Vorländern des Gewässers Biotopflächen angelegt, die gleichzeitig als Retentionsvolumen wirken.

Das vorhandene Retentionsbiotop Rüsfort-West auf dem linken Vorland wurde 1999 angelegt und wurde dementsprechend durch die Aufmaße des IDN im Jahr 2001 erfasst. Der Landkreis hat hier einen weiteren Geländeabtrag um rd. 1 m geplant, da die Biotopflächen im derzeitigen Zustand zu selten eingestaut werden. Der Boden soll für eine Gewerbeansiedlung verwendet werden. Im Planungszustand wurde die Umsetzung der geplanten Maßnahmen berücksichtigt.

Die Arbeiten zur Anlegung des Retentions-Biotops Rüsfort-Ost auf dem rechten Vorland sind zu einem großen Teil bereits abgeschlossen. Die bisherige Verwaltung entlang der Hase ist abgetragen. Für die Berechnung des Zustands 2011 und der Planungszustände wurde der Polder Rüsfort Ost entsprechend dem vorgesehenen Endzustand angesetzt.

An Station 85+904, etwa 220 m oberhalb des nördlichen (flussabwärts gelegenen) Endes der Retentionsflächen, befindet sich die ehemalige Schleuse I.

Die Schleuse I wurde mittlerweile zurückgebaut. Im Zuge des Rückbaus wurden die Widerlager, die Pfeiler und die Brücke entfernt. Der Querschnitt wurde im Vergleich zum früheren Zustand leicht aufgeweitet. Das Profil ist an dieser Stelle weiterhin leicht eingeschnürt, die Sohle wurde befestigt.

Unterhalb von Schleuse I wurden durch den Abgleich der Messungen aus 2001 (Abgabe 2004) und 2011 erhebliche Auflandungen festgestellt. Größtenteils bezieht sich dies auf die Sohle, teilweise aber auch auf die Böschungsbereiche. Im unteren Abschnitt der Gehobenen Hase, oberhalb des Schützenhofwehres, sind hingegen in der Zwischenzeit Erosionen aufgetreten.

In der Folge der Auflandungen und Erosionen hat sich das Sohlgefälle in der Gehobenen Hase im Vergleich zur Ausbausohle (1961) deutlich erhöht.

An Station 84+180 befindet sich das Bauwerk Schleuse II mit einem über eine Wehrklappe gesteuerten Abschlag zur Wrau. Über den Abschlag zur Wrau wird der Abfluss in der Gehobene Hase reguliert. Der abgeschlagene Abflussanteil fließt über die Wrau parallel zur Hase ab. Die Wrau mündet bei Station 77+500 wieder in die Überfallhase ein.

Oberhalb des Schützenhofwehres wird der Abschlag zur Kleinen Hase (Schleuse III) über ein Drosselbauwerk geregelt.

Das Drosselbauwerk zur Kleinen Hase wird von der Artländer Melioration so gesteuert, dass die Sollwasserspiegel entlang der Kleinen Hase in der Stadt Quakenbrück eingehalten werden. Während des Hochwasserereignisses im August/September 2010 ist eine Schütztafel am Bauwerk gebrochen. Zwei Öffnungen wurden daraufhin mit Bohlen gesichert und eine Tafel weiter gesteuert. Zur Steuerung während des Ereignisses gibt es bis dato keine Aufzeichnungen.

Am Übergang zur Kleinen Hase knickt der Hauptlauf des Gewässers nach Norden hin ab. Direkt im Anschluss befindet sich das Schützenhofwehr. Mit dem Schützenhofwehr werden die Wasserspiegellagen in der Gehobenen Hase reguliert.

4 Übersicht der Rechenmodelle

In der nachfolgenden Tabelle sind die für die unterschiedlichen Modellszenarien angesetzten Gewässerprofile, Bauwerke und topografischen Zustände zusammengestellt.

Tabelle 1: Merkmale der Modellzustände

Rechenlauf	Bestand , Kalibrierungen (1998)	Bestand , Bemessungs- abfluss	Planung 1	Planung 2
Rüsfort-West (links)	Ist-Zustand (DGM)	Ist-Zustand (DGM)	Planzustand	Planzustand
Rüsfort-Ost (rechts)	-	Planzustand	Planzustand	Planzustand
Gehobene Hase	Bestandsver- messung ÜSG + 2010	Bestands- vermessung ÜSG + 2010	Regelprofile, Ausbau	Regelprofile, Ausbau
Schützenhof	Wehr	Wehr	Sohlengleite	Sohlengleite
Nabers Wie- sen	-	-	-	-
Überfall- strecken	-	-	-	Berücksichtigt
Zusätzliche Durchlässe	-	Berücksichtigt	-	Berücksichtigt

Während des Bearbeitungszeitraumes sind im Untersuchungsraum zusätzliche Informationen über diverse Durchlässe und Düker aufgelaufen. Die für die Bewertung der Auswirkungen der geplanten Maßnahme relevanten Rechenmodelle (Bestand und Planung 2) wurden anhand der zusätzlich aufgelaufenen Informationen überarbeitet.

5 Hydraulische Berechnungen der Gewässer im Bestand

5.1 Vorgehensweise

Für die durchgeführten Berechnungen wurde aus dem bestehenden hydraulischen 2D-Modell für den Hochwasserschutzplan der Hase der Abschnitt vom Pegel Bersenbrück bis zum Pegel Augustmühle extrahiert und anhand neuer Erkenntnisse und Daten überarbeitet. 2D-Modelle haben gegenüber 1D-Modellen den Vorteil, dass Überströmungen im Vorland unabhängig zur Hauptfließrichtung des Gewässers volumentreu wiedergegeben werden können. Die Qualität der Berechnungsergebnisse ist daher mit 2D-Modellen bei Gewässern mit starken Ausuferungen deutlich höher gegenüber 1D-Modellen.

Bei der Überarbeitung der Modellgeometrie wurden die in Kapitel 2 aufgelisteten aktuellen Datenbestände in das Modell eingepflegt. Das geometrisch überarbeitete hydraulische Modell wurde zur Verifizierung der Bemessungsgrundlage durch den Abgleich mit Messdaten verschiedener Ereignisse kalibriert. Mit dem kalibrierten Modell wurden die Abflussverhältnisse und Wasserspiegellagen bei einem 100-jährlichen Bemessungsereignis berechnet.

5.2 Kalibrierung des Modells

5.2.1 Randbedingungen

Für die Kalibrierung wurden Wasserspiegellagenaufmaße der Hochwasserabflüsse vom 28.08.2010 und vom 03.09.2010 herangezogen. Die Wehrstellungen an der Schleuse II und am Schützenhofwehr wurden differenziert bei den Kalibrierungen berücksichtigt. Am Drosselbauwerk zur Kleinen Hase wurde der Durchfluss auf $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ begrenzt (dieser Wert wurde vom NLWKN Cloppenburg mit den am 03.09.2010 aufgemessenen Wasserständen errechnet).

Für die seitlichen Zuflüsse entlang der Berechnungsstrecke liegen zu den Hochwasserereignissen keine Angaben zu den Abflussmengen vor. Aufgrund der verhältnismäßig kleinen Einzugsgebiete der Nebengewässer und der langen Dauer der Abflusswelle der Hase wurde für die seitlichen Zuflüsse in den Kalibrierungsrechnungen jeweils der Basisabfluss angesetzt.

Als untere Randbedingung wurde das Wasserspiegellagengefälle aus der HQ_{100} -Berechnung angesetzt.

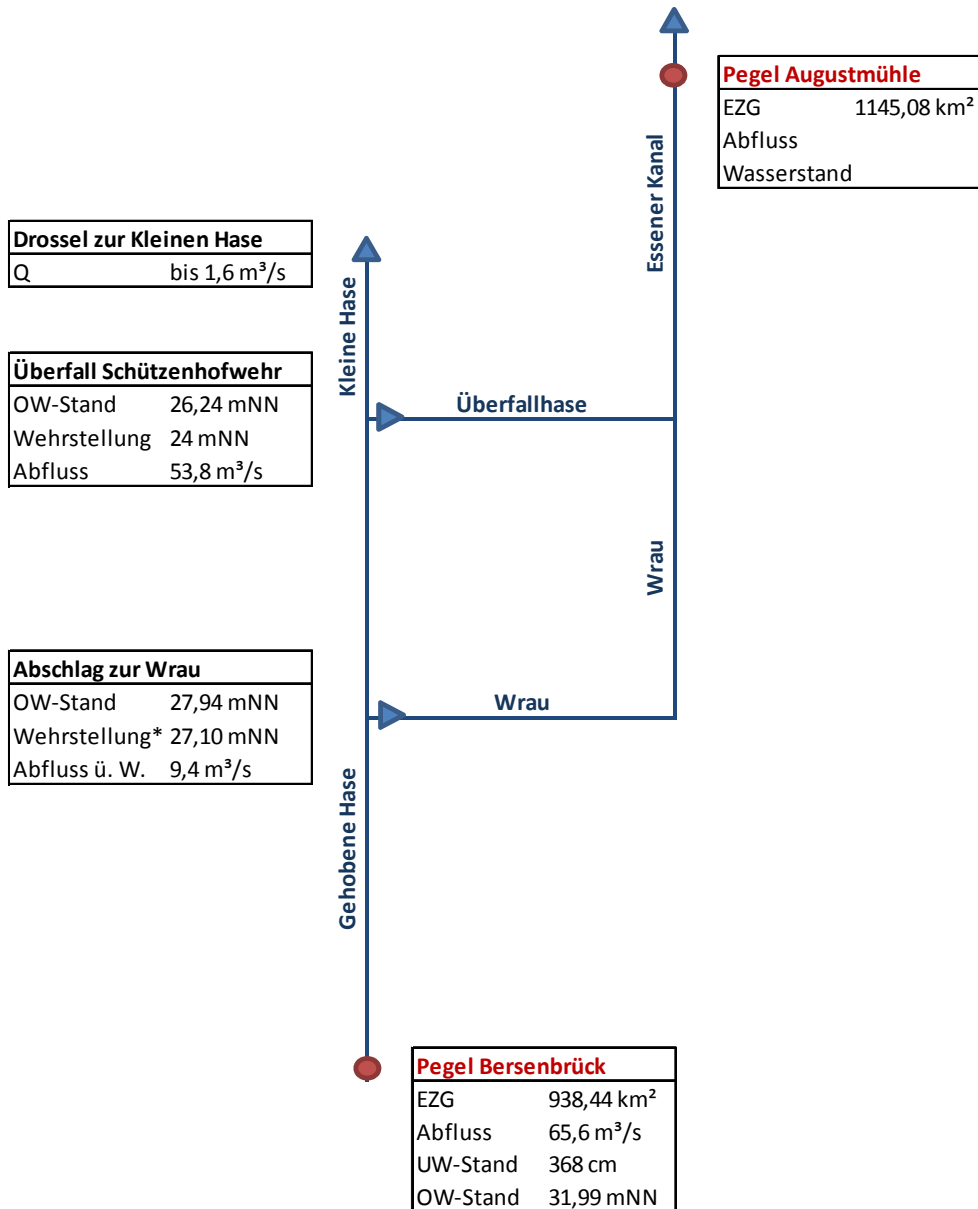
5.2.2 Kalibrierung am Hochwasserabfluss vom 28.08.2010

Während des Hochwasserereignisses vom 28.08.2010 wurden Abflüsse am Pegel Bersenbrück, am Hochwasserabschlag zur Wrau und am Schützenhofwehr ermittelt. Zum Teil wurden hieraus weitere Daten abgeleitet. Die aufgezzeichneten und ermittelten Daten sind in der Abbildung 1 aufgetragen.

Fließschema Gehobene Hase

Kalibrierung am Hochwasserabfluss vom 28.08.2010

Tagesmittelwerte



* Die Wehrstellung am Abschlag zur Wrau wurde nach POLENI berechnet ($\mu=0,64$, $b=6,6$).

Abbildung 1: Randbedingungen zur Kalibrierung des Ereignisses vom 28.08.2010

Wasserspiegellagen wurden neben den Pegeln und den Wehren auch an den Brücken auf der untersuchten Fließstrecke aufgemessen. Für die Kalibrierung wurden die hydraulisch berechneten Wasserspiegellagen mit den aufgemessenen Wasserspiegelhöhen abgeglichen. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 2 dargestellt.

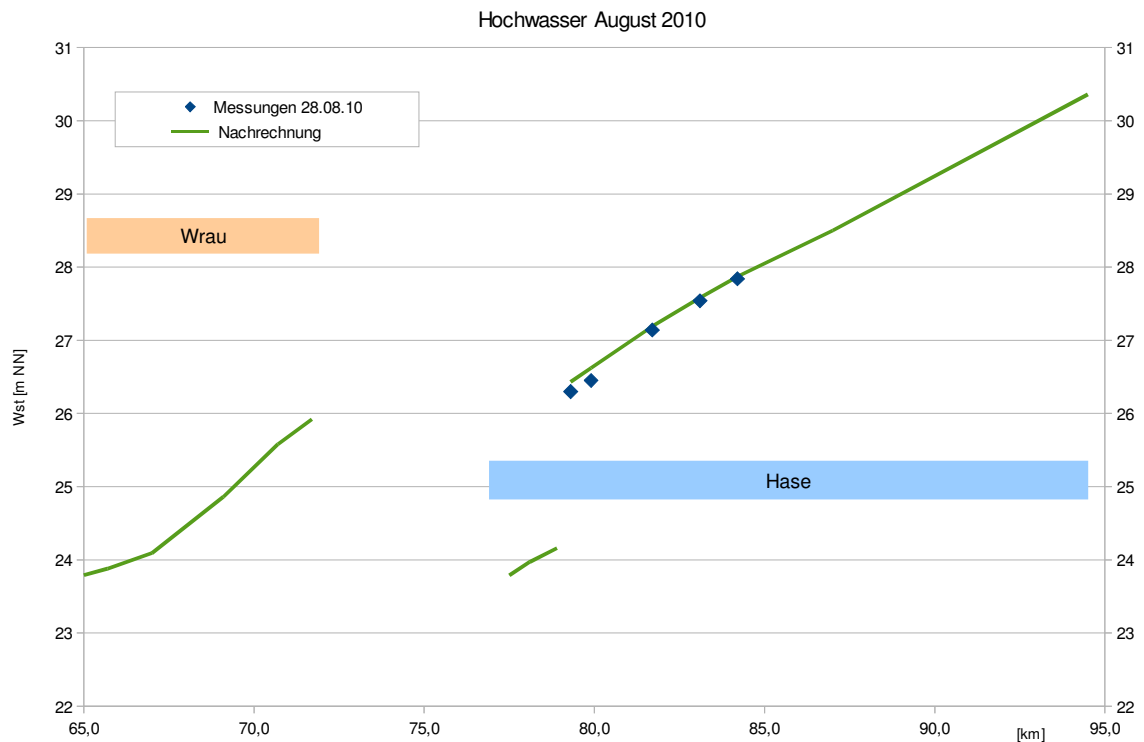


Abbildung 2: Kalibrierung des Ereignisses vom 28.08.2010

Die höchste Übereinstimmung der Wasserspiegellagen konnte mit den folgenden Rauheitsbeiwerten (k_{st}) der Gewässer erreicht werden:

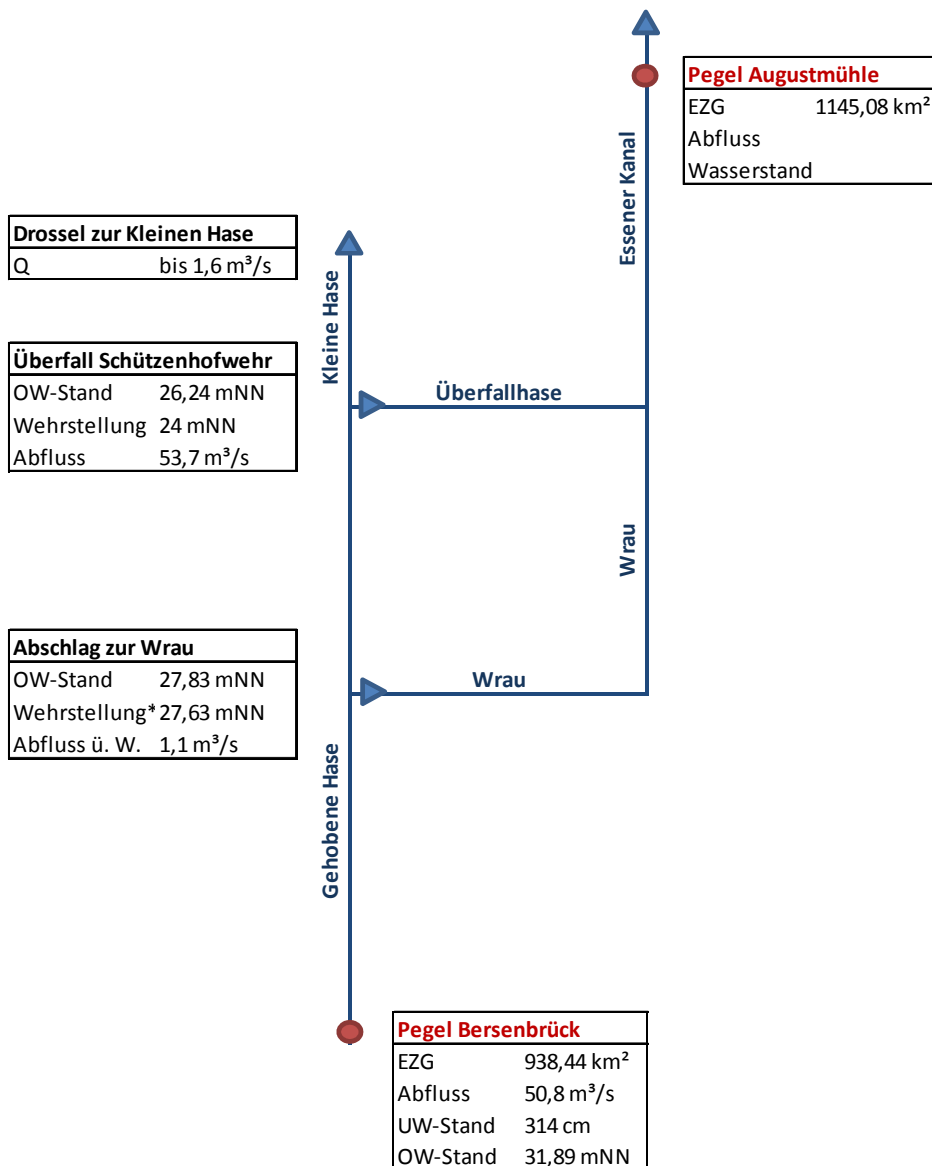
- Gehobene Hase $k_{st} = 37 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Wrau $k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

5.2.3 Kalibrierung am Hochwasserabfluss vom 03.09.2010

Wenige Tage nach dem Hochwasserereignis, am 03.09.2010, wurden Abflüsse am Pegel Bersenbrück, am Hochwasserabschlag zur Wrau und am Schützenhofwehr ermittelt. Die aufgezeichneten und ermittelten Daten sind in der Abbildung 3 aufgetragen.

Fließschema Gehobene Hase

Kalibrierung am Hochwasserabfluss vom 03.09.2010
Tagesmittelwerte



* Die Wehrstellung am Abschlag zur Wrau wurde nach POLENI berechnet ($\mu=0,64$, $b=6,6$).

Abbildung 3: Randbedingungen zur Kalibrierung des Ereignisses vom 03.09.2010

Wasserspiegellagen wurden neben den Pegeln und den Wehren auch an den Brücken auf der untersuchten Fließstrecke aufgemessen. Für die Kalibrierung wurden die hydraulisch berechneten Wasserspiegellagen mit den aufgemessenen Wasserspiegelhöhen abgeglichen. Die Ergebnisse für einen k_{ST} -Wert von $35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ sind in der Abbildung 4 dargestellt.

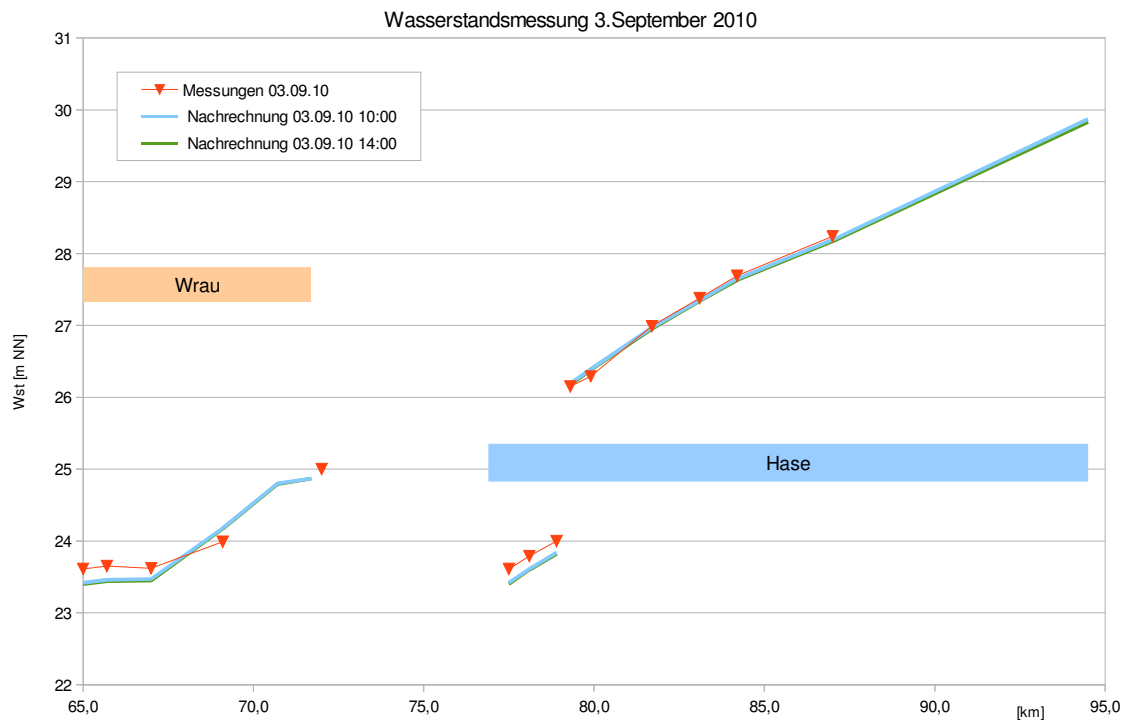


Abbildung 4: Kalibrierung zu den Messungen am 03.09.2010

Die höchste Übereinstimmung der Wasserspiegellagen konnte mit den folgenden Rauheitsbeiwerten (k_{st}) der Gewässer erreicht werden:

- Gehobene Hase $k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Überfallhase/Essener Kanal $k_{st} = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Wrau oberhalb Dinklager Straße $k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- unterhalb Dinklager Straße $k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

5.2.4 Ergebnis der Kalibrierung

Die aufgemessenen Wasserspiegellagen im Bereich der für die Dammerneuerung vorgesehenen Strecke der Gehobenen Hase zwischen Schützenhofwehr und Schleuse I werden gut simuliert. Für die Messungen vom 03.09.2010 ist die Übereinstimmung zwischen Messwerten und berechneten Werten ($k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) noch etwas besser als für die Messung vom 28.08.2010 ($k_{st} = 37 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$). Da die Wasserstandsmessungen vom 28.08.2010 mit einer etwas größeren Unsicherheit behaftet sind, wird für die Strecke der Gehobenen Hase ein Rauheitsbeiwert von $k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ angesetzt.

Für die Wrau oberhalb der Dinklager Straße wird ebenfalls ein k_{st} -Wert von $35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ angesetzt, da sich hierfür eine gute Übereinstimmung zwischen Messungen und berechneten Werten ergibt.

Für die übrigen im Modell enthaltenen Gewässerstrecken (Überfallhase, Essener Kanal, Hase oberhalb der Rüsfortbrücke sowie den unteren Teil der Wrau) ergeben sich aus der Kalibrierungsrechnung für die beiden Hochwasserereignisse teilweise abweichende k_{st} -Werte.

Da an diesen Strecken im Zuge der Dammerneuerung keine Maßnahmen geplant sind und die Wasserstände keinen Einfluss auf die Wasserstände im Bereich der Dammerneuerungsstrecke haben, wird für die weiteren Berechnungen einheitlich für alle Gewässer ein Rauheitsbeiwert von $k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ angesetzt.

5.3 Berechnung des HQ_{100} bei bestehenden Verhältnissen

5.3.1 Randbedingungen

Folgende Zu- und Abflüsse wurden angesetzt:

- Zufluss der Hase an der K 138 (Badbergen - Gehrde, südlicher Modellrand) entsprechend der im Rahmen des Hochwasserschutzplanes Hase errechneten Abflusskurve an diesem Punkt
- Weitere Zuflüsse im Modellgebiet entsprechend den für den Hochwasserschutzplan Hase angesetzten Abflusswellen
- Begrenzung des Abflusses in die Kleine Hase in Quakenbrück auf maximal $5 \text{ m}^3/\text{s}$
- Am unteren Modellrand (Einmündung Lager Hase) wurde der im Rahmen des Hochwasserschutzplanes errechnete Wasserstand angesetzt.

5.3.2 Ergebnisse

An der K 138 fließen als Spitzenzufluss 126,3 m³/s dem Modell zu. Diese fließen, von kleineren Ausuferungen abgesehen, im Gewässerbett der Hase ab.

Die Polder Rüsfort-West und Rüsfort-Ost werden bei diesem Abfluss eingestaut und bewirken eine minimale Abflachung der Hochwasserwelle. An der Schleuse II liegt der Spitzenzufluss bei 126,2 m³/s.

Der Abfluss zur Gehobenen Hase an der Schleuse II erfolgt unregelmäßig. Der Spitzenzufluss zur Gehobenen Hase beträgt 71,8 m³/s, über das Abschlagsbauwerk fließen maximal 55,9 m³/s der Wrau zu.

Die Abflussanteile, die der Hase bzw. der Wrau zufließen, sind nicht konstant. In Abhängigkeit von den Zuflussmengen aus der Alten Hase und dem Möllwiesenbach in die Wrau verändert sich der Wasserstand unterhalb der Schleuse II in der Wrau und damit die Leistungsfähigkeit des Abschlages. Geringfügige Änderungen der Abflussaufteilung ergeben sich auch in Abhängigkeit von der Zuflussmenge in der Hase.

Die ermittelte Abflussaufteilung deckt sich in etwa mit den Untersuchungen der Hochschule Magdeburg (73 bzw. 55 m³/s).

Demgegenüber wurde in den Planungen von 1961 bei einer Zuflussmenge von 105 m³/s von einer Aufteilung 54 m³/s (Gehobene Hase) zu 51 m³/s (Wrau) ausgegangen. Der Abfluss zur Gehobenen Hase sollte auf 54 m³/s begrenzt bleiben, höhere Zuflussmengen sollten an der Schleuse II in die Wrau abgeschlagen werden (bis zu 71,3 m³/s bei einem Zufluss von 125,3 m³/s). Tatsächlich steigen bei höheren Zuflüssen sowohl der Abfluss in die Gehobene Hase als auch der Abschlag in die Wrau an.

Die Wasserstände in der Gehobenen Hase liegen bei der ermittelten Abflussaufteilung rund 0,3 bis 0,6 m höher als in der Plangenehmigung des aktuellen Zustandes von 1961 vorgesehen (vgl. Längsschnitt Bestand, Anlage 2, Blatt 1).

Die an der Wrau für den Bestandszustand ermittelten Überflutungsflächen liegen teilweise außerhalb des festgesetzten Überschwemmungsgebietes (Wrau). Ursache hierfür ist vor allem die aktuell angewandte 2D-Modellierung, mit der auch die Abflussverhältnisse weiter vom Gewässer entfernt liegender Bereiche vollständig erfasst werden. Demgegenüber erfolgte die Berechnung für die ÜSG-Ermittlung mit einem 1D-Modell. Die Festlegung abflusswirksamer Bereiche für die 1D-Berechnung und damit auch der ÜSG-Grenzen orientiert sich teilweise an Straßen.

Das am Möllwiesenbach dargestellte historische Überschwemmungsgebiet wurde 1911 ohne Berechnungen festgelegt.

5.4 Berechnung des HQ_{50} , HQ_{20} und HQ_{10} bei bestehenden Verhältnissen

5.4.1 Randbedingungen

Zusätzlich zum Bemessungsabfluss entsprechend einem HQ_{100} wurden auch die Wasserspiegellagen bei HQ_{50} , HQ_{20} und HQ_{10} ermittelt.

Für diese Berechnung wurden alle Zuflussganglinien des hydraulischen Modells mit einem Faktor multipliziert. Im Abflusspendenlängsschnitt¹ sind für den Hase-Abschnitt von der Düte bis zur Lager Hase folgende Faktoren angegeben:

- $Hq_{50} = 0,90 * Hq_{100}$
- $Hq_{20} = 0,74 * Hq_{100}$
- $Hq_{10} = 0,63 * Hq_{100}$

Für die Abflussereignisse $< HQ_{100}$ wurde als zusätzliche Randbedingung an der Schleuse II eine Steuerung der Wehrklappe im Abschlag zur Wrau angesetzt. Die Steuerung erfolgt so, dass Zuflussmengen, die zur Überschreitung eines Wasserstandes von 27,66 m ü. NN im Einlaufbereich zur Schleuse II führen, zur Wrau abgeschlagen werden.

Am Schützenhofwehr wurden keine Veränderungen der Steuerung gegenüber dem HQ_{100} vorgenommen, d.h., im Modell ist eine voll gelegte Wehrklappe angesetzt. Bei einer nur teilweise gelegten Klappe ergeben sich im Zustand 2011 höhere Wasserstände.

5.4.2 Ergebnisse

Die errechneten Wasserstände sind im Längsschnitt Bestand (Anlage 2, Blatt 1) dargestellt. Am Schützenhofwehr wurden Wasserstände von 26,25 m ü. NN (HQ_{10}), 26,32 m ü. NN (HQ_{20}) bzw. 26,41 m ü. NN (HQ_{50}) errechnet. Dies entspricht einem Wasserstand, der 47/40/31 cm unter dem für HQ_{100} errechneten Wasserstand liegt. Diese Wasserspiegeldifferenzen verringern sich bis zur Schleuse II geringfügig um 4 - 5 cm.

¹ Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen, Hrsg.: Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim, April 2003

6 Hydraulische Berechnungen von Planungsszenarien

6.1 Planungszustand 1

6.1.1 Modellgeometrie und Randbedingungen

Für den Planungszustand 1 wird die Umgestaltung der Gehobenen Hase entsprechend den Regelprofilen (Sohlbreite 14,0 m unterhalb/16,0 m oberhalb Schleuse II, Böschungsneigung 1 : 3) angesetzt.

Am Schützenhofwehr werden die Abflussverhältnisse nach Umbau des Wehres zu einer Sohlgleite angesetzt. Eine Modellierung der Gleite erfolgt nicht, es werden stattdessen die von der Fachhochschule Magdeburg für verschiedene Abflüsse ermittelten Oberwasserstände an der Gleite angesetzt.

Alle übrigen Randbedingungen, insbesondere die Zuflussmengen, werden unverändert aus der Berechnung des Bestandsmodelles übernommen.

6.1.2 Ergebnisse

Die errechneten Wasserstände liegen am Schützenhofwehr im **Planungszustand 1** rund 0,2 m höher als im derzeit vorhandenen **Bestand**. Hierbei spielt nicht nur die Umgestaltung des Schützenhofwehres eine Rolle, sondern auch die erheblich über den ursprünglichen Bemessungsabflussmengen liegenden, im aktuellen Modell ermittelten Durchflussmengen in der Gehobenen Hase und am Schützenhofwehr.

Das Spiegelliniengefälle der Gehobenen Hase ist aufgrund der im Planungszustand 1 aufgeweiteten Profile etwas geringer als im aktuellen Bestand (0,295 ‰ gegenüber 0,34 ‰).

Oberhalb der Schleuse II ergibt sich im Planungszustand 1 ein Wasserstand, der bis zu 0,1 m niedriger liegt als im Bestand.

Der Zufluss zur Schleuse II beträgt 126,2 m³/s. Hiervon fließen 78,9 m³/s geradewegs durch die Gehobene Hase weiter, während 48,3 m³/s durch die vorhandene Abschlagsöffnung der Wrau zugeleitet werden.

Der Durchfluss in der Gehobenen Hase wäre damit erheblich höher als in der Plangenehmigung von 1961 vorgesehen. Entsprechend liegen die für den Pla-

nungszustand 1 errechneten Wasserstände etwa 0,4 bis 0,6 m höher als die bei der Plangenehmigung 1961 ermittelten Wasserstände.

Da der Zufluss zur Gehobenen Hase an der Schleuse II unreguliert erfolgt, ist vorgesehen, die überschüssigen Abflussmengen über eine Überlaufstrecke oberhalb der Schleuse II (Planungszustand 2) in den Möllwiesenbach abzuschlagen.

Die Leistungsfähigkeit der Gehobenen Hase nach Abschluss der Dammerneuerung beträgt bei den 1961 ermittelten Wasserständen oberhalb der Wirtschaftswegbrücke (Station 81+700) rund $58 \text{ m}^3/\text{s}$, weiter unterhalb (unterhalb Devermannsbrücke, K 135, Station 79+900) steigt die Leistungsfähigkeit bis über $60 \text{ m}^3/\text{s}$ an.

Maßgebend ist der Abschnitt mit der geringsten Leistungsfähigkeit. Daher ist die Überlaufstrecke oberhalb Schleuse II so zu dimensionieren, dass der Durchfluss in der Gehobenen Hase bei einem HQ_{100} nicht mehr als $58 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt.

6.2 Planungszustand 2

6.2.1 Modellgeometrie und Randbedingungen

Im Planungszustand 2 wurde im hydraulischen Modell gegenüber dem Planungszustand 1 zusätzlich eine Überlaufstrecke am rechten Ufer der Gehobenen Hase oberhalb der Schleuse II eingebaut. Die im Modell vorhandene Überlaufstrecke ist 409 m lang und liegt bei Bau-km 5,203 bis 5,612, d. h. rd. 230 m bis 630 m oberhalb der Schleuse II. Die Höhe der Überlaufstrecke liegt am nördlichen Ende auf 27,60 m über NN, am südlichen Ende auf NN 27,77 m über NN.

Eine weitere Überlaufstrecke am östlichen Ufer bei km 1,780 bis 2,510 (etwas oberhalb Nabers Wiesen) ist als zusätzliche Entlastung für Extremereignisse und als Reserveüberlauf im Falle eines Versagens der Überlaufstrecke oberhalb Schleuse II vorgesehen. Diese Schwelle wird so gestaltet, dass ein Überlauf erst bei Abflüssen von mehr als $58 \text{ m}^3/\text{s}$ stattfindet (Höhe am nördlichen Ende auf 26,88 m ü. NN, am südlichen Ende auf 27,04 m ü. NN). Damit ist diese Schwelle für die untersuchten Abflussmengen hydraulisch noch nicht wirksam.

Alle weiteren Randbedingungen wurden gegenüber dem Planungszustand 1 unverändert belassen.

6.2.2 Ergebnisse

Die Abflussverhältnisse im Bereich der Schleuse II sind komplex. Der Durchfluss durch einen Kontrollquerschnitt wird teilweise von einer Vielzahl von Randbedingungen beeinflusst. Die Abschlagsmenge an der Schleuse II von der Hase zur Wrau wird vom Wasserstand in der Gehobenen Hase und vom Wasserstand in der Wrau beeinflusst. Letzterer wiederum wird auch vom jeweiligen Zufluss aus dem Möllwiesenbach und aus der Alten Hase beeinflusst. Als Zuflüsse wurden die mit dem N-A-Modell Panta rhei ermittelten Abflusswellen angesetzt. Da die Abflussspitzen der verschiedenen Wellen nicht immer gleichzeitig auftreten, kann die Summe der Einzelspitzen vom Spitzenwert des Gesamtabflusses abweichen.

HQ₁₀₀

Die errechneten Wasserstände sind im Längsschnitt Planung (Anlage 2, Blatt 2) dargestellt.

Über die Überlaufstrecke oberhalb Schleuse II werden bei HQ₁₀₀ bis zu 42,5 m³/s von der Hase in den Möllwiesenbach bzw. die Wrau abgeschlagen. Der maximale Durchfluss zwischen der Überlaufstrecke und der Schleuse II reduziert sich durch die Überlaufstrecke auf rd. 89 m³/s.

Durch die geänderten Abflussverhältnisse ergibt sich im Planungszustand 2 im Möllwiesenbach ein höherer Wasserstand als im Bestand, in der Hase zwischen Überlaufstrecke und Schleuse II sinkt der Wasserspiegel. In der Folge verringert sich die Wasserspiegeldifferenz und damit auch die Leistungsfähigkeit des Abschlags zur Wrau an der Schleuse II. Bei voller Öffnung der Wehrklappe werden dann 36,5 m³/s zur Wrau abgeschlagen. Ein Abfluss von 57,1 m³/s verbleibt in der Gehobenen Hase und fließt dem Schützenhofwehr und der Schleuse III in Quakenbrück zu. Der Gesamtabschlag von der Gehobenen Hase in die Wrau beträgt während der Hochwasserspitze bis zu 68,2 m³/s.

An der Wrau zwischen Schleuse II und der Einmündung des Möllwiesenbaches liegen die Wasserstände im Planungszustand 2 um bis zu 0,1 m höher als im Bestand. Diese Wasserspiegelerhöhung wirkt sich auf den Rückstau der Alten Hase aus. Für den Möllwiesenbach wirken sich außerdem die zusätzlichen Abflussmengen zwischen der geplanten Überlaufstrecke und der Schleuse II wasserstandserhöhend aus. An der Überlaufschwelle liegt der Wasserspiegel im Möllwiesenbach zukünftig 0,25 bis 0,35 m höher.

Im Gegenzug sinken die Wasserstände in der Gehobenen Hase unterhalb der geplanten Überlaufschwelle um bis zu 0,55 m, oberhalb des Schützenhofwehres um etwa 0,3 m. In der Überfallhase (unterhalb des Schützenhofwehres) liegen die Wasserstände zukünftig um bis zu 10 cm niedriger als im Bestand.

Die für den geplanten Zustand in der Gehobenen Hase errechneten Wasserstände liegen im Bereich der für die Planung 1961 errechneten Wasserstände.

Alle für den Planungszustand 2 ermittelten Wasserstände liegen niedriger als die für die Festsetzung des gesetzlichen Überschwemmungsgebietes angesetzten Wasserstände.

Gegenüber dem Bestand ergeben sich zusätzliche Überflutungen an der Wrau vor allem östlich von Quakenbrück zwischen Dinklager Straße und Im Großen Felde sowie östlich der Schleuse II und am Möllwiesenbach zwischen Polder Rüsfort-Ost und der geplanten Überlaufschwelle.

Die für die hydraulische Untersuchung angesetzte Überlaufschwelle endet rd. 230 m oberhalb der Schleuse II. Um eine zusätzliche Hochwassersicherheit für die Gehobene Hase und die Stadt Quakenbrück z. B. im Falle von Eisauftau sicherzustellen, kann die Überlaufschwelle bis zur Schleuse II verlängert werden. Sofern die Sohle der Verlängerungsstrecke nicht tiefer als die in diesem Bereich für die Gehobene Hase errechneten Wasserstände liegt (vgl. Längsschnitt Planung, Anlage 2, Blatt 2), ergeben sich keine hydraulischen Auswirkungen.

Sofern die genaue Lage der Überlaufschwelle im Laufe der weiteren Planungen geringfügig (± 100 m) gegenüber der im Modell angesetzten Lage verschoben wird, so ergeben sich hieraus für die hydraulische Untersuchung keine grundsätzlich abweichenden Ergebnisse.

Die zusätzlichen Überschwemmungsflächen werden gegenüber dem Bestand um bis zu 0,5 m überschwemmt (vgl. Anlage 5, Blatt 2). Diese zusätzlichen Flächen werden bei einem 100-jährlichem Abfluss für eine Dauer von bis zu 250 Stunden überschwemmt (vgl. Anlage 5, Blatt 3). Östlich des Möllwiesenbaches können die zusätzlichen Überschwemmungen bis zu 300 Stunden betragen.

HQ₅₀, HQ₂₀ und HQ₁₀

Die für diese Wassermengen errechneten Wasserspiegel liegen an der Sohlengleite (bisher: Schützenhofwehr) bei 26,35 m ü. NN (HQ₁₀), 26,38 m ü. NN (HQ₂₀) bzw. 26,41 m ü. NN (HQ₅₀) und damit 6/3/0 cm niedriger als bei HQ₁₀₀ im geplanten Zustand (vgl. Längsschnitt Planung, Anlage 2, Blatt 2). Die Wasserspiegeldifferenzen gelten für den gesamten Abschnitt bis zur Schleuse II.

Bei einem HQ₅₀ ergeben sich durch die Planung geringfügig vergrößerte Überschwemmungsflächen gegenüber dem Bestand. Vor allem die Fläche zwischen der neuen Überlaufschwelle und der Wrau wird in diesem Szenario zusätzlich überschwemmt. Im übrigen Untersuchungsraum wurden nur geringe Differenzen ermittelt. Insgesamt werden bei einem HQ₅₀ deutlich weniger Flächen zusätzlich überschwemmt als bei einem HQ₁₀₀.

Bei einem HQ₂₀ und einem HQ₁₀ ist bei der angesetzten Steuerung der Schleuse II ebenfalls die geplante Überlaufschwelle aktiv. Hierdurch ergeben sich zwischen Überlaufschwelle und Wrau zusätzliche Überschwemmungen. Durch den kleineren Abschlag über die Schleuse II liegt der Wasserspiegel am Beginn der Wrau etwas niedriger als im Bestand. Durch den verringerten Rückstauereffekt und den zurückgebauten Durchlass unter der Gehobenen Hase ergeben sich westlich der Gehobenen Hase geringere Überschwemmungen als im Bestand.

7 Zusammenfassung

Für die vorgesehene Erneuerung der Dämme entlang der Gehobenen Hase zwischen der Schleuse II und der Stadt Quakenbrück wurden hydraulische Untersuchungen durchgeführt.

Hierzu wurde das im Rahmen des Hochwasserschutzplanes Hase erstellte hydraulische Modell der Hase im Abschnitt Bersenbrück-Augustmühle entsprechend den aktuellen Erkenntnissen überarbeitet und ergänzt.

Anhand von Wasserstands- und Abflussmessungen während des Hochwasserereignisses vom August/September 2010 wurde das überarbeitete Modell kalibriert.

Für den aktuellen Gewässerzustand erfolgte eine hydraulische Berechnung der Hochwasserstände bei einem Bemessungsereignis entsprechend HQ_{100} , desgleichen für den Zustand nach Erneuerung der Dämme, aber ohne Überlaufschwelle (Planung 1).

Der Zufluss zur Gehobenen Hase an der Schleuse II erfolgt unregelmäßig. Im Zustand Planung 1 fließen etwa $78 \text{ m}^3/\text{s}$ der Gehobenen Hase zu, die Wasserstände liegen rund $0,5 \text{ m}$ höher als in der Plangenehmigung des aktuellen Zustandes von 1961 vorgesehen.

Die Leistungsfähigkeit des Abschlags zur Wrau an der Schleuse II ist nicht ausreichend, um die 1961 genehmigten Wasserstände in der Gehobenen Hase unterhalb der Schleuse II einzuhalten.

Bei Einhaltung der genehmigten Wasserstände können in der Gehobenen Hase rund $58 \text{ m}^3/\text{s}$ abfließen.

Zur Reduzierung der Abflussmengen und Wasserstände in der Gehobenen Hase wird oberhalb der Schleuse II eine Überlaufstrecke angeordnet, über die zusätzlich zum Abschlag an der Schleuse II ein Teil des Hochwasserabflusses in den Möllwiesenbach bzw. die Wrau abgeschlagen wird.

Hierdurch wird der Durchfluss in der Gehobenen Hase unterhalb der Schleuse II und damit der Zufluss auf die Stadt Quakenbrück auf $58 \text{ m}^3/\text{s}$ begrenzt.

Die für den geplanten Zustand (Planungszustand 2) bei HQ_{100} errechneten Wasserstände entsprechen den während der Planungen 1961 für die Gehobene Hase zwischen Schleuse II und Schützenhofwehr errechneten Wasserständen.

Im Bereich der Wrau führen die geplanten Maßnahmen bei kleineren Hochwasserereignissen (HQ_{10} und HQ_{20}) zu einer Entlastung und Verringerung der Überschwemmungsflächen. Bei größeren Hochwasserereignissen (HQ_{50} und HQ_{100}) führt die Begrenzung des Abflusses in der Gehobenen Hase zu einer zusätzlichen Belastung mit teilweise größeren Überschwemmungsflächen im Bereich der Wrau.

Die berechneten Szenarien basieren auf theoretisch nach statistischen Kriterien ermittelten synthetischen Abflusskurven. In Abhängigkeit von dem Ausgangszustand der Böden und der Vegetation sowie der spezifischen Niederschlagsverteilung und Richtung wird jedes auftretende Hochwasserereignis mehr oder weniger von den Berechneten synthetischen Ereignissen abweichen. Für die Überschwemmungen an der Wrau ist aufgrund des komplexen Systems neben dem Spitzenabfluss auch die Wellenform maßgeblich.

Die vorgelegten Berechnungen zeigen demnach die Auswirkungen der Planung bei synthetischen Hochwasserereignissen verschiedener Eintrittswahrscheinlichkeiten. Für die Beurteilung, ob eine aufgetretene Überschwemmung an einem betrachteten Ort tatsächlich aufgrund der geplanten Maßnahmen aufgetreten ist, kann nur im Nachgang unter Berücksichtigung durch eine Analyse und Vergleichsrechnung des spezifischen aufgetretenen Abflussereignisses eindeutig geklärt werden.

Aufgestellt:

Ingenieur-Dienst-Nord GmbH

Projekt-Nr. 5138-A

Oyten, 15. August 2013

Bearbeitet:

Dipl.-Ing. Ralf Albrecht
Wasserwirtschaft

Dipl.-Ing. Stefan Meyer
Wasserwirtschaft

Dr.-Ing. Jörn Anselm