



**Verlegung der B 3
von südöstlich Celle (B 214) bis südlich Celle (B 3)
2. Bauabschnitt**

**Hydraulischer Nachweis für die Unterführung der Fuhse
Berechnungen mit einem mathematischen Strömungsmodell**

Schlussdokumentation

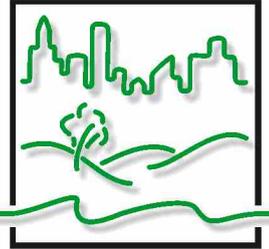


Querung der Fuhse im Zuge der Ortsumgehung Celle

Luftbild/DGK5 LGN Hannover

Aufgestellt am 26.01.2001 durch

STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH □ Auf dem Hollen 12 □ 30165 Hannover

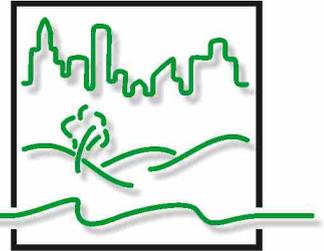


Projekt	Verlegung der B 3 von südöstlich Celle (B 214) bis südlich Celle (B 3) 2. Bauabschnitt Hydraulischer Nachweis für die Unterführung der Fuhse Berechnungen mit einem mathematischen Strömungsmodell Abschlussdokumentation Projektnummer: 0089-2000-0002
Bearbeitung	Dipl.-Math. Ulrich Kiel Dipl.-Ing. Heiko Reuter Dipl.-Ing. Carsten Schwitalla
Umfang	14 Seiten, 3 Tabellen, 2 Bilder, 14 Anlagen
Auftraggeber	Straßenbauamt Verden - PG OU Celle - Biermannstraße14 29221 Celle
Auftragnehmer	STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH Auf dem Hollen 12 30165 Hannover

Hannover, den 26.01.2001

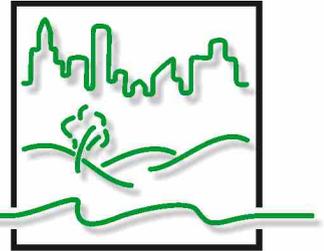
Dipl.-Math. Ulrich Kiel
GESCHÄFTSFÜHRER





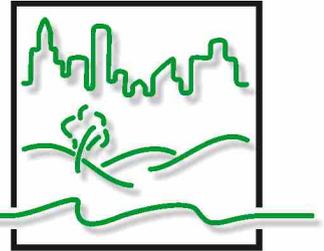
Inhaltsverzeichnis

	KAPITEL	Seite
1	Anlass, Vorgang	1
2	Allgemeine Beschreibung der Untersuchungsmethode	2
3	Hydraulische Untersuchungen	3
3.1	Vorgehensweise	3
3.2	Datenerhebung und Modellaufbau	3
3.3	Kalibrierung	4
3.4	Bemessungsabfluss	6
3.5	Istzustand / Vergleichszustand	9
3.6	Variantenrechnungen	10
3.6.1	Variante 1: 5 Brückenfelder mit einer Gesamtstützweite von 173 m	10
3.6.2	Variante 2: 9 Brückenfelder mit einer Gesamtstützweite von 317 m	11
3.7	Retentionsraumbetrachtung	13
4	Zusammenfassung	14
	TABELLEN	
1	Rauheitsparameter	6
2	Gegenüberstellung von Bemessungsabflüssen	7
3	Ermittlung des Retentionsraumverlustes durch den Straßendamm	13
	BILDER	
1	Verteilung der Elementtypen	5
2	Bauwerk CE10 - Unterführung der Fuhse	10
	ANLAGEN	
1	1 Übersichtskarte Maßstab 1 : 50.000	
2	1 Morphologie des Betrachtungsraumes Maßstab 1 : 7.500	
3	1 Modellbereich Finite-Elemente-Netz Maßstab 1 : 7.500	



ANLAGEN (FORTSETZUNG)

- | | | |
|---|---|--|
| 4 | 1 | Kalibrierung: Abflussereignis vom 19.07.2000, $Q_{\text{Fuhse}} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$
Wasserstände
Maßstab 1 : 7.500 |
| 5 | 1 | Vergleichszustand: $BHQ_{\text{Fuhse}} = HQ_{100} = 57 \text{ m}^3/\text{s}$
Wasserstände
Maßstab 1 : 7.500 |
| 5 | 2 | Vergleichszustand: $BHQ_{\text{Fuhse}} = HQ_{100} = 57 \text{ m}^3/\text{s}$
Fließgeschwindigkeiten
Maßstab 1 : 7.500 |
| 5 | 3 | Vergleichszustand: $BHQ_{\text{Fuhse}} = HQ_{100} = 57 \text{ m}^3/\text{s}$
Wassertiefen
Maßstab 1 : 7.500 |
| 6 | 1 | Variante 1: 5 Brückenfelder mit einer Gesamtstützweite von 173 m, $Q = 57 \text{ m}^3/\text{s}$
Wasserstände
Maßstab 1 : 7.500 |
| 6 | 2 | Variante 1: 5 Brückenfelder mit einer Gesamtstützweite von 173 m, $Q = 57 \text{ m}^3/\text{s}$
Wasserstandsdifferenzen zum Vergleichszustand
Maßstab 1 : 7.500 |
| 6 | 3 | Variante 1: 5 Brückenfelder mit einer Gesamtstützweite von 173 m, $Q = 57 \text{ m}^3/\text{s}$
Fließgeschwindigkeiten
Maßstab 1 : 7.500 |
| 7 | 1 | Variante 2: 9 Brückenfelder mit einer Gesamtstützweite von 317 m, $Q = 57 \text{ m}^3/\text{s}$
Wasserstände
Maßstab 1 : 7.500 |
| 7 | 2 | Variante 2: 9 Brückenfelder mit einer Gesamtstützweite von 317 m, $Q = 57 \text{ m}^3/\text{s}$
Wasserstandsdifferenzen zum Vergleichszustand
Maßstab 1 : 7.500 |
| 7 | 3 | Variante 2: 9 Brückenfelder mit einer Gesamtstützweite von 317 m, $Q = 57 \text{ m}^3/\text{s}$
Fließgeschwindigkeiten
Maßstab 1 : 7.500 |
| 7 | 4 | Variante 2: 9 Brückenfelder mit einer Gesamtstützweite von 317 m, $Q = 57 \text{ m}^3/\text{s}$
Fließgeschwindigkeitsdifferenzen zum Vergleichszustand
Maßstab 1 : 7.500 |



1 Anlass, Vorgang

Die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Straßenbauamt Verden - PG OU Celle - Celle plant die Verlegung der B3 von südöstlich Celle (B 214) bis südlich Celle (B3). Im 2. Bauabschnitt soll die Straße im Bereich Westercelle auf einem Damm durch das Überschwemmungsgebiet der Fuhse geführt werden und die Fuhse unterführt werden.

Am 22.08.2000 wurde die STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH vom Straßenbauamt Verden - PG OU Celle - beauftragt, mögliche Auswirkungen auf das Abflussverhalten der Fuhse im Hochwasserfall mit Hilfe eines zweidimensionalen mathematischen Strömungsmodells zu ermitteln. Dieses Modell ist in der Lage, die natürlichen Strömungsverhältnisse nachzubilden und die Auswirkungen von Maßnahmen auf die Wasserstände und die Fließgeschwindigkeiten in zweidimensionaler Auflösung darzustellen.

Zunächst wurden auf Grundlage des Entwurfes vom 02.05.2000 der Ingenieurgesellschaft für Bau- und Vermessungswesen - Obermann und Krause, Buchholz i.d.N. zum Trassenverlauf sowie zum Brückenbauwerk die Auswirkungen ermittelt.

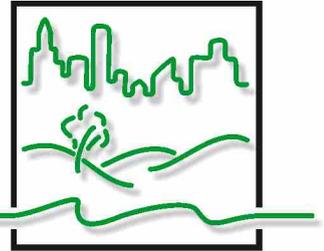
Am 30.10.2000 wurden dem Straßenbauamt Verden - PG OU Celle - sowie dem Nds. Landesamt für Straßenbau erste Ergebnisse vorgestellt, die wesentliche Veränderungen auf den Hochwasserabfluss belegten. Als Kompensationsmaßnahme wurde eine Aufweitung des abflusswirksamen Profils im Bereich der Fuhse festgelegt.

Das Nds. Landesamt für Straßenbau legte mit Plan- und Textunterlagen vom 10.11.2000 konstruktive Vorgaben zur Vergrößerung der lichten Weite fest.

Diese Vorgaben wurden in den weiteren Berechnungen berücksichtigt, um die maßnahmenbedingten Auswirkungen auf das Hochwasserabflussgeschehen auf ein vertretbares Maß reduzieren zu können. Als ein vertretbares Maß wurden dabei die Hinweise der Bezirksregierung Lüneburg - AST Verden angesehen, wie sie von dieser im Arbeitsgespräch am 09.06.2000 benannt wurden.

Am 14.12.2000 wurden dem Straßenbauamt Verden - PG OU Celle - die Ergebnisse der Varianten mit den Kompensationsmaßnahmen durch Aufweitung der lichten Weite vorgestellt. Gemeinsam wurde eine Ausführungsvariante festgelegt, die im weiteren Verfahren Berücksichtigung finden soll.

Die Ausführungsvariante sowie die Ergebnisse weiterer, im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführter hydraulischer Nachweise sind in dieser Schlussdokumentation dargestellt.



2 Allgemeine Beschreibung der Untersuchungsmethode

Das zweidimensionale Modell bietet die Möglichkeit, abflussverändernde Maßnahmen im Überschwemmungsgebiet beim Durchfluss eines Bemessungshochwassers zu beurteilen und den hydraulischen Nachweis für nachfolgende Genehmigungsverfahren zu liefern. Durch die nicht an ein starres Modellraster gebundene Finite-Elemente-Technik können abflussrelevante Details (Brücken, Durchlässe, einzelne Gebäude, Bewuchselemente etc.) bzw. komplexe Fließvorgänge bei den Berechnungen sehr genau berücksichtigt werden.

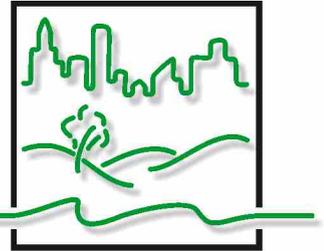
Mit Hilfe des zweidimensionalen mathematischen Strömungsmodells wurden somit verschiedene Varianten im Hinblick auf ihren Hochwassereinfluss simuliert, um folgende Fragen für den Bereich des Untersuchungsgebietes zu beantworten:

- ▶ Wie stellt sich die Hochwassergefährdung innerhalb des Modellgebietes für die Anlieger der *Fuhse* heute quantitativ dar? (HQ_{100} in heutiger Topografie)
- ▶ Welche Wasserstandsänderungen gegenüber den heutigen Verhältnissen ergeben sich aus der geplanten Straßenbaumaßnahme?
- ▶ Welche Maßnahmen sind notwendig, um die Abflusssituation nicht zu verschärfen?
- ▶ Wie kann der maßnahmenbedingte Retentionsraumverlust ausgeglichen werden?
- ▶ Welche Fließgeschwindigkeiten sind im Bereich des Straßendamms und des geplanten Brückenbauwerkes zu erwarten und sind ggf. erosionsvermeidende Maßnahmen vorzusehen?

Für die Erstellung des Strömungsmodells waren zunächst detaillierte Informationen über die bestehende Geometrie bzw. Topografie des Untersuchungsgebietes wichtig (Flussbett, Vorländer, Bebauung etc.).

Das Modell wurde geeicht anhand der während der Profilaufnahme eingemessenen Wasserstände sowie unter Berücksichtigung von hydraulischen Parametern (hier Rauheitsparameter), die bei vergleichbaren Modellgebieten im Raum Celle an der Lachte, dem Freitagsgraben sowie der Aller Berücksichtigung fanden. Diese Vorgehensweise war notwendig, da hinreichend genaue Daten in ausreichender Qualität und Quantität zu einem aktuellen Hochwasserereignis nicht vorhanden waren. Sie ist zudem vertretbar, da für den hydraulischen Nachweis primär maßnahmenbedingte Veränderungen des Abflussgeschehens nachzuweisen waren.

Die Prognoserechnungen für die einzelnen Varianten wurden mit dem Bemessungsabfluss durchgeführt ($BHQ = HQ_{100}$).



3 Hydraulische Untersuchungen

3.1 Vorgehensweise

Diese Untersuchung berücksichtigt die seitens des Straßenbauamtes benannten Aufgabenschwerpunkte sowie die Anforderungen der Unteren Wasserbehörde der Stadt Celle und der Bezirksregierung Lüneburg - AST Verden, wie sie in einem gemeinsamen Arbeitsgespräch am 09.06.2000 von diesen formuliert worden sind.

Darüber hinaus wurden die Ergebnisse des Abstimmungsgespräches vom 10.08.2000 beim Landesamt für Straßenbau mit eingearbeitet.

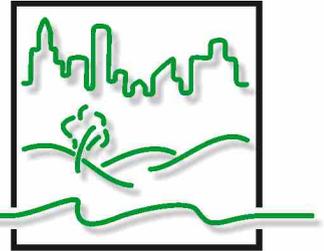
Alle Kenntnisse, die im Zusammenhang mit den von uns durchgeführten Untersuchungen zur Aller und zur Lachte sowie dem Freitagsgaben im Raum Celle erworben wurden, sind berücksichtigt worden.

3.2 Datenerhebung und Modellaufbau

Auf Grundlage der Fragestellung wurde das Modellgebiet festgelegt. Es beginnt ca. 200 m stromab der Eisenbahnbrücke über die Fuhse und reicht links- sowie rechtsseitig bis mindestens an die natürlichen Überschwemmungsgrenzen der Fuhse. Das Modellgebiet endet ca. 1.800 m stromauf der Eisenbahnbrücke, auf Höhe einer gedachten Linie zwischen den Ortslagen Burg und Bennebostel und erstreckt sich somit über eine Gesamtlänge von ca. 2.000 m. In ANLAGE 1.1 ist der gewählte Betrachtungsraum dargestellt, ANLAGE 2.1 gibt die Morphologie wieder.

Für den Modellaufbau wurden folgende Daten erhoben bzw. vom Straßenbauamt bereitgestellt:

- Aktuelle Profildaten der Fuhse, der Nebenvorfluter sowie der Sonderbauwerke (Brücken etc.) im Bereich des Untersuchungsgebietes, wurden am 18./19.07.2000 durch das Straßenbauamt Celle erhoben.
- Geländehöhen im Überschwemmungsgebiet wurden auf Basis der DGM/ATKIS-Daten des Landesbetriebes Landesvermessung Geobasisinformationen Nds. (LGN), Stand 1998 berücksichtigt. Sie wurden ergänzt durch Daten der Luftbilddauswertung einer Befliegung von 1994 sowie terrestrischen Aufnahmen aus 1997. Beide Datensätze wurden vom Straßenbauamt zur Verfügung gestellt.
- Die Höhenlage von abflussrelevanten Straßen und Wegen wurden anhand der KTB-Daten aus dem DGM5 des LGN berücksichtigt.



- Die Wasserstände und Durchflüsse für das Kalibrierereignis wurden auf Grundlage der Stichtagsmessung vom 19.07.2000 und der Annahme von Normalabflussverhältnissen berücksichtigt. Für das Bemessungsereignis wurde der Abfluss im Einvernehmen mit der Bezirksregierung Lüneburg - AST Verden festgelegt (siehe KAPITEL 3.4).

Aus den o.g. genannten Unterlagen wurden die erforderlichen Daten entnommen und modellgerecht aufbereitet.

Das Finite-Elemente-Modell (siehe ANLAGE 3.1) setzt sich aus einer Vielzahl von Drei- und Vierecken (ca. 7.000) zusammen, die die topografischen und hydraulischen Eigenschaften des Modellgebietes abbilden. Allen Elementen und den dazugehörigen Knoten (ca. 20.000) müssen Daten wie Rauheitsbeiwerte bzw. x-y-z-Koordinaten zugeordnet werden. Anschließend müssen diese Daten auf Plausibilität geprüft und gegebenenfalls korrigiert werden, bis die topografischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes vom Modell hinreichend genau abgebildet werden.

3.3 Kalibrierung

Die Kalibrierung des zweidimensionalen mathematischen Strömungsmodells erfolgt anhand der Stichtagsmessung vom 19.07.2000. Dabei wurde von stationären Strömungsverhältnissen ausgegangen.

Mit diesem Ereignis konnten die wesentlichen Parameter des Gewässerhauptbettes der Fuhse ermittelt werden. Die Ermittlung der Parameter für die Vorländer erfolgte unter Zuhilfenahme von Erfahrungswerten aus vergleichbaren Modellen für die Aller, die Lachte und den Freitagsgaben im Raum Celle.

Diese Vorgehensweise war notwendig, da hinreichend genaue Daten in ausreichender Qualität und Quantität zu einem aktuellen Hochwasserereignis der Fuhse nicht vorhanden waren. Die Vorgehensweise ist jedoch vertretbar, da für den hydraulischen Nachweis primär maßnahmenbedingte Veränderungen des Abflussgeschehens nachzuweisen waren. Geringe Abweichungen von den getroffenen Annahmen haben nur einen geringfügigen Einfluss auf die Aussagen zu maßnahmenbedingten Wasserstandsänderungen.

BILD 1 zeigt die Verteilung der Elementtypen (Rauheiten), wie sie im Rahmen der Kalibrierung ermittelt wurden. TABELLE 1 gibt die entsprechenden hydraulischen Kenngrößen wieder.

ANLAGE 4.1 zeigt die berechneten Wasserstände, die den eingemessenen Wasserständen des realen Ereignisses gegenübergestellt wurden. Der Grad der Übereinstimmung belegt die Prognosefähigkeit des mathematischen Modells.

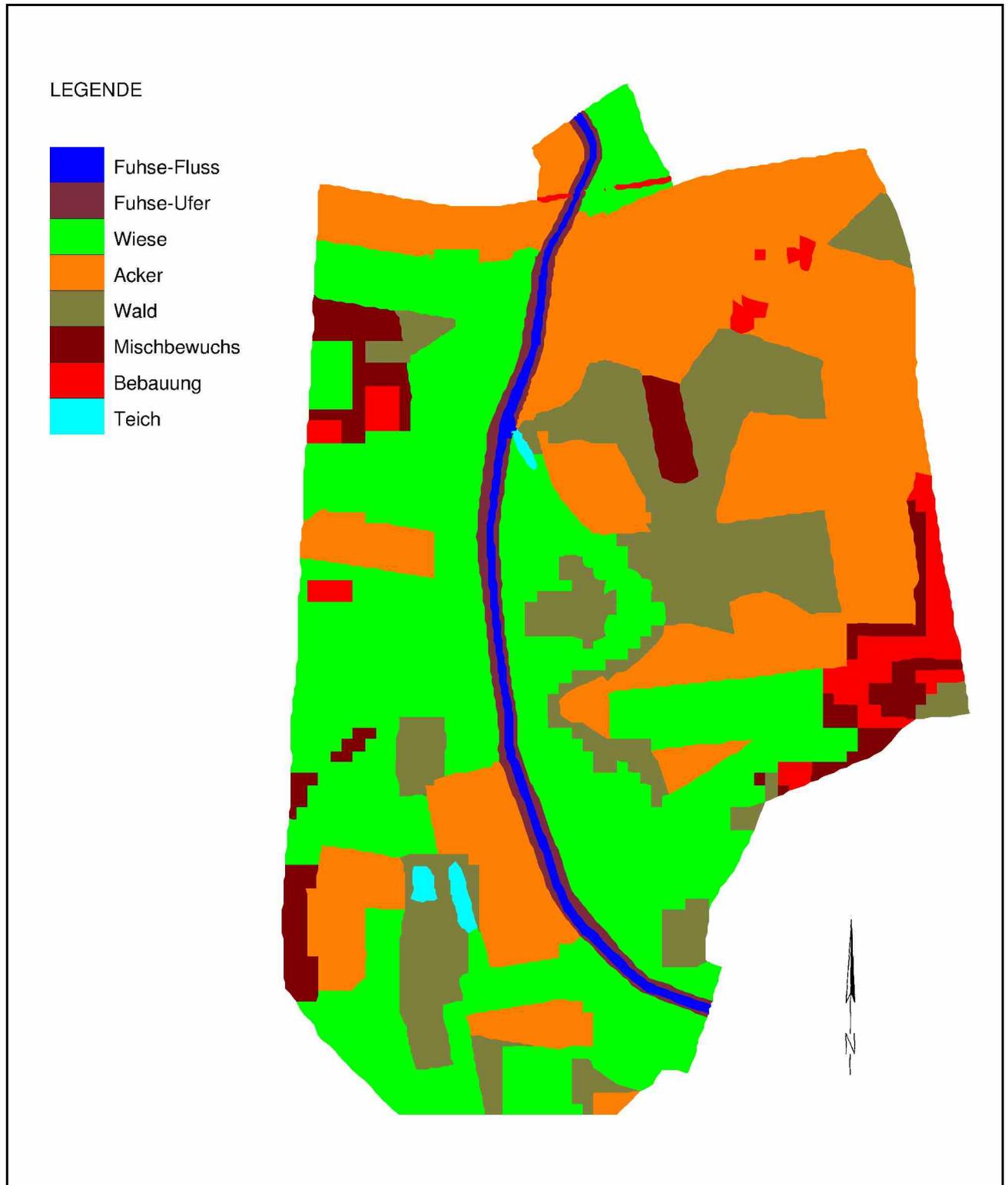
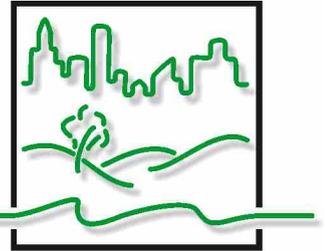


BILD 1 VERTEILUNG DER ELEMENTTYPEN

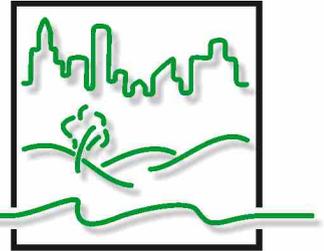


TABELLE 1 RAUHEITSPARAMETER					
Element-Typ	Manning-Rauheit ($1/k_{st}$) in Abhängigkeit von der Wassertiefe (W)				
	$1/k_{st}$ [$s/m^{1/3}$]	W_1 [m]		$1/k_{st}$ [$s/m^{1/3}$]	W_2 [m]
Fuhse-Fluss	0,029	1,00	Die Werte für k_{st} zwischen W_1 und W_2 werden in Abhängigkeit vom Wasserstand während der Berechnung linear interpoliert.	0,025	1,50
Fuhse-Ufer	0,080	0,50		0,033	1,50
Straße	0,066	0,05		0,025	0,50
Wiese	0,200	0,05		0,040	0,50
Acker	0,200	0,02		0,040	0,50
Wald	0,200	1,00		0,066	2,50
Mischbewuchs	0,100	1,00		0,050	2,00
Bebauung	0,200	1,00		0,200	5,00
Teich	0,050	1,00		0,028	2,00

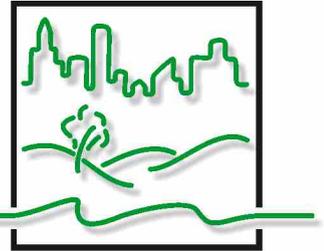
3.4 Bemessungsabfluss

Die Ermittlung von maßnahmenbedingten Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss erfolgt i.d.R. für einen Abfluss, mit dem statistisch alle hundert Jahre einmal zu rechnen ist.

Dieser Bemessungsabfluss (HQ_{100} der Fuhse) musste für diese Untersuchung noch ermittelt werden, da weder die Bez.-Reg. Lüneburg - AST Verden noch der NLWK Betriebsstelle Verden derzeit auf Grundlage der ihnen vorliegenden Daten verlässliche Angaben zum Bemessungsabfluss der Fuhse machen konnten.

Die Abschätzung erfolgte auf Grundlage der nachfolgend näher benannten Unterlagen:

- [1] Generalplan für die Regelung der Abflussverhältnisse im Niederschlagsgebiet der Fuhse; Neubauamt für die Allerregulierung, Celle 15.08.1983
- [2] Verlegung der B3 von südlich Celle bis Ehlershausen - Fuhsekanalquerung; Schreiben der Bez.-Reg. Lüneburg, AST Verden an das Straßenbauamt Celle (Zeichen 31027-4.1 fr-bi) vom 10.02.1999
- [3] Hochwasserschutz für die Stadt Celle - HQ_{100} für die Lachte und Fuhse; Schreiben des NLWK, Betriebsstelle Verden an die STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH (Zeichen 62120 nb-bi) vom 10.04.2000



[4] Telefonische Angaben vom 26.07.2000 durch Herrn Hipp, „Unterhaltungsverband Untere Fuhse“

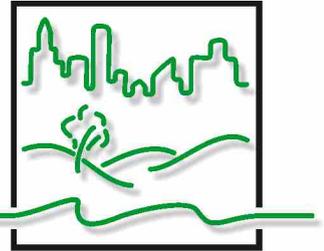
Mit Schreiben [3] des NLWK wurde für die Fuhse am Pegel Wathlingen $HQ_{100} = 45 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt. Bei diesem Wert blieb der Zustrom aus der Alten Aue im Bereich des Abschlagsbauwerkes Fuhse/Fuhsekanal unberücksichtigt. In [1, Anlage 9] wird für den Bereich am Abschlagsbauwerk von $75 \text{ m}^3/\text{s}$ aus der Fuhse und $25 \text{ m}^3/\text{s}$ aus der Alten Aue ausgegangen sowie im weiteren Verlauf des Fuhsekanals von $15 \text{ m}^3/\text{s}$ aus der Neuen Aue. Die Leistungsfähigkeit des Fuhsekanals wurde in [1, Seite 20] für die Verhältnisse in 1983 am Abzweig mit $18 \text{ m}^3/\text{s}$ angegeben.

In [2] wurde der Bemessungsabfluss für die Maßnahme „Fuhsekanalquerung im Verlauf der Verlegung der B 3“ mit $13 \text{ m}^3/\text{s}$ angegeben. Für den weiteren Zustrom in den Fuhsekanal aus der Neuen Aue werden in [2] $10,77 \text{ m}^3/\text{s}$ angegeben.

Seitens des „Unterhaltungsverbandes Untere Fuhse“ [4] werden auf Grundlage des „Gutachten über die Möglichkeiten des Hochwasserschutzes durch Verbesserung der Retention im Einzugsgebiet der Oberen Fuhse, F&N 1999“ sowie Erfahrungswerten folgende Bemessungsabflüsse empfohlen. Als Zufluss am Abschlagsbauwerk ist von $20 \text{ m}^3/\text{s}$ aus der Alten Aue und $55 \text{ m}^3/\text{s}$ aus der Fuhse auszugehen. Die in [3] genannte Menge von $45 \text{ m}^3/\text{s}$ erscheint zu gering, da aktuelle Untersuchungen bereits am Pegel Peine eine Menge von $38,5 \text{ m}^3/\text{s}$ als HQ_{100} ergeben. Nach dem Abschlagsbauwerk wird eine Abflussverteilung von $60 \text{ m}^3/\text{s}$ auf die Fuhse und $15 \text{ m}^3/\text{s}$ auf den Fuhsekanal empfohlen. Im weiteren Verlauf des Fuhsekanals ist mit einem Zufluss von $15 \text{ m}^3/\text{s}$ aus der Neuen Aue zu rechnen.

TABELLE 2 GEGENÜBERSTELLUNG VON BEMESSUNGSABFLÜSSEN				
	Angabe in [1] m^3/s	Angabe in [2] m^3/s	Angabe in [3] m^3/s	Angabe in [4] m^3/s
Fuhse unmittelbar stromauf des Abschlagbauwerkes	75	k. A.	k. A.	55
Fuhse in Wathlingen	k. A.	k. A.	45	k. A.
Fuhsekanal unmittelbar stromab des Abschlagbauwerkes	k. A.	13	k. A.	15
Alte Aue stromauf des Abschlagbauwerkes	25	k. A.	k. A.	20
Neue Aue an der Mündung in den Fuhsekanal	15	10,77	k. A.	15

Die Aussagen der o.g. Quellen werden wie folgt abwägend bewertet. Die aktuellen Daten aus [2], [3] und [4] werden als verlässlicher angenommen, als die historischen aus [1]. Die Angaben in [2] und [3] wurden zudem von der für das weitere Verfahren zuständigen Bez.-Reg. bzw. dem zuständigen Gewässerkundlichen Landesdienst (NLWK) gemacht und wurden daher zunächst stärker gewichtet, als die Angaben in [1]. Die Angaben nach [4] dienen der abschließenden Korrektur.



Bewertung der Angaben nach [1], [2] und [3]:

Der Zufluss aus der Alten Aue wird anlog der Angaben zum Zufluss aus der Neuen Aue in [1] und [2] zunächst als $18 \text{ m}^3/\text{s}$ (72 % von $25 \text{ m}^3/\text{s}$) abgeschätzt. Hierbei wird unterstellt, dass sich Einzugsgebiete der Alten und Neuen Aue in Bezug auf ihre Abflussbildung im Hochwasserfall nicht grundlegend unterscheiden und die Erkenntnisse der Bez.-Reg., die zu der in [2] vorgenommenen Korrektur des Spitzenabflusses der Neuen Aue von $15 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $10,77 \text{ m}^3/\text{s}$ (auf ca. 72 %) führten, auf den Spitzenabfluss der Alten Aue übertragbar sind.

Demnach wird zu dem in [3] genannten Bemessungsabfluss der Fuhse von $45 \text{ m}^3/\text{s}$ stromauf des Abschlagsbauwerkes eine Abflussmenge von $18 \text{ m}^3/\text{s}$ addiert, so dass am Abschlagsbauwerk von einem Gesamtzufluss von $63 \text{ m}^3/\text{s}$ auszugehen ist. Davon werden die in [2] genannten $13 \text{ m}^3/\text{s}$ wieder über den Fuhsekanal abgeführt. Über die Fuhse sind somit stromab des Abschlagbauwerkes $50 \text{ m}^3/\text{s}$ abzuführen.

Korrektur durch die Angaben nach [4]:

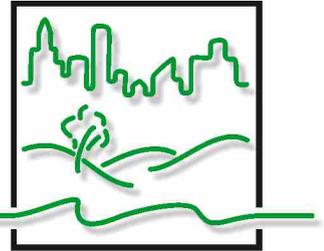
Nach [4] ist für die Fuhse davon abweichend ein Abfluss von $60 \text{ m}^3/\text{s}$ anzunehmen. Dieser Wert wurde ebenfalls nachvollziehbar begründet und ist nach eigener Beurteilung wahrscheinlicher, als die Angaben nach [3].

Zum zeitlichen Ablauf von Aller und Fuhsehochwasser wird in [1, Seite 12] gesagt: „Für das untere Fuhsegebiet ist von Hochwasserständen bei $HQ \sim 240 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\sim HQ_{10}$) der Aller auszugehen, weil HQ_{100} der Fuhse und der Aller im Rahmen der zu diskutierenden Häufigkeiten nicht aufeinander treffen (...) und auch künftige abflussverschärfende Ausbauten im Obergebiet sich nicht auf das untere Fuhsegebiet auswirken“. Weiter heißt es in [1, Seite 21]: „Es kann ferner davon ausgegangen werden, dass HQ_{100} von Fuhse und Aller nicht zusammentreffen.“

Für die weiteren Untersuchungen wurde der Bez.-Reg. Lüneburg - AST Verden vorgeschlagen, den nachfolgend genannten Werten zuzustimmen um insbesondere für das Planfeststellungsverfahren bzgl. des Abflusses hinreichend Rechtssicherheit zu haben.

- Der Bemessungsabfluss der **Fuhse** im Bereich der Fuhseunterführung im Verlauf der Verlegung der B 3 wird mit **$HQ_{100} = 57 \text{ m}^3/\text{s}$** zugrunde gelegt.
- Die Abflussverhältnisse der Aller beim Ablauf eines HQ_{100} in der Fuhse werden unter der Annahme eines **HQ_{10} in der Aller** berücksichtigt.

Mit Schreiben der Bezirksregierung Lüneburg - AST Verden vom 02.08.2000 wurden die getroffenen Angaben ausdrücklich als Bemessungsabfluss für die weiteren Untersuchungen bestätigt.



3.5 Istzustand / Vergleichszustand

Dieser Berechnungslauf war notwendig, um den Ablauf des Bemessungshochwassers in heutiger Geometrie/Topografie zu prognostizieren. Die Ergebnisse dieser Berechnung dienten der Ermittlung der aktuellen potentiellen Hochwassergefährdung und als Referenz für die durch die geplante Straßenbaumaßnahme verursachten Veränderungen.

Als Abfluss in der Fuhse wurde am stromaufliegenden Modellrand $BHQ = 57 \text{ m}^3/\text{s}$ zu Grunde gelegt. Am unteren Modellrand stromab der Eisenbahnbrücke wird diesem Ereignis ein Wasserstand von 37,93 mNN zugeordnet. Dieser Wert resultiert aus der Annahme, dass am entsprechenden Profil Normalabflussverhältnisse vorliegen. Diese Annahme kann getroffen werden, da es keine Hinweise auf Einflüsse in diesem Bereich gibt, die zu einer Senkungs- und/oder Staubeinflussung führen. Mit einem relevanten Rückstau aus der Aller ist beim Bemessungshochwasser der Fuhse nicht zu rechnen (vgl. KAPITEL 3.4).

ANLAGE 5.1 zeigt die prognostizierten Wasserstände für dieses Ereignis, ANLAGE 5.2 die zu erwartenden Fließgeschwindigkeiten und ANLAGE 5.3 die entsprechenden Wassertiefen.

Eine akute Hochwassergefährdung für die Anlieger der Fuhse innerhalb des Modellgebietes ist beim Abfluss des Bemessungshochwassers nicht zu erwarten. Im Bereich des Sportkomplexes östlich der „Bennebosteler Straße“ reicht die Überschwemmungsgrenze jedoch unmittelbar bis an die Bebauungsgrenze heran.

Im Bereich der geplanten Trasse werden die Vorländer weiträumig bis zu einem Meter überstaut bzw. überströmt (siehe ANLAGE 5.3). Die Abflussverteilung in diesem Bereich ergibt sich wie folgt. Über das linke Vorland fließen ca. $25 \text{ m}^3/\text{s}$, im Hauptbett der Fuhse ca. $28 \text{ m}^3/\text{s}$ und über das rechte Vorland ca. $4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Die Fließgeschwindigkeiten (siehe ANLAGE 5.2) liegen im Fuhsebett im Mittel bei $0,7 \text{ m/s}$. Im Bereich der Eisenbahnbrücke, also der talengsten Stelle innerhalb des Untersuchungsgebietes, erreichen sie Werte von bis zu $1,3 \text{ m/s}$. Auf den Vorländern ist im Mittel mit Geschwindigkeiten in der Größenordnung von $0,3 \text{ m/s}$ zu rechnen. Eine Ausnahme bilden die Vorlandbereiche im Einflussbereich der Eisenbahnflutbrücke. Hier werden Abflussgeschwindigkeiten von bis zu $0,7 \text{ m/s}$ erreicht.



3.6 Variantenrechnungen

3.6.1 Variante 1: 5 Brückenfelder mit einer Gesamtstützweite von 173 m

In der „Variante 1“ wurde das Brückenbauwerk in seinen Abmessungen gemäß Vorgaben der Straßenbauamtes Verden - PG OU Celle und des Nds. Landesamtes für Straßenbau Hannover berücksichtigt (siehe BILD 1) und die Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss untersucht.

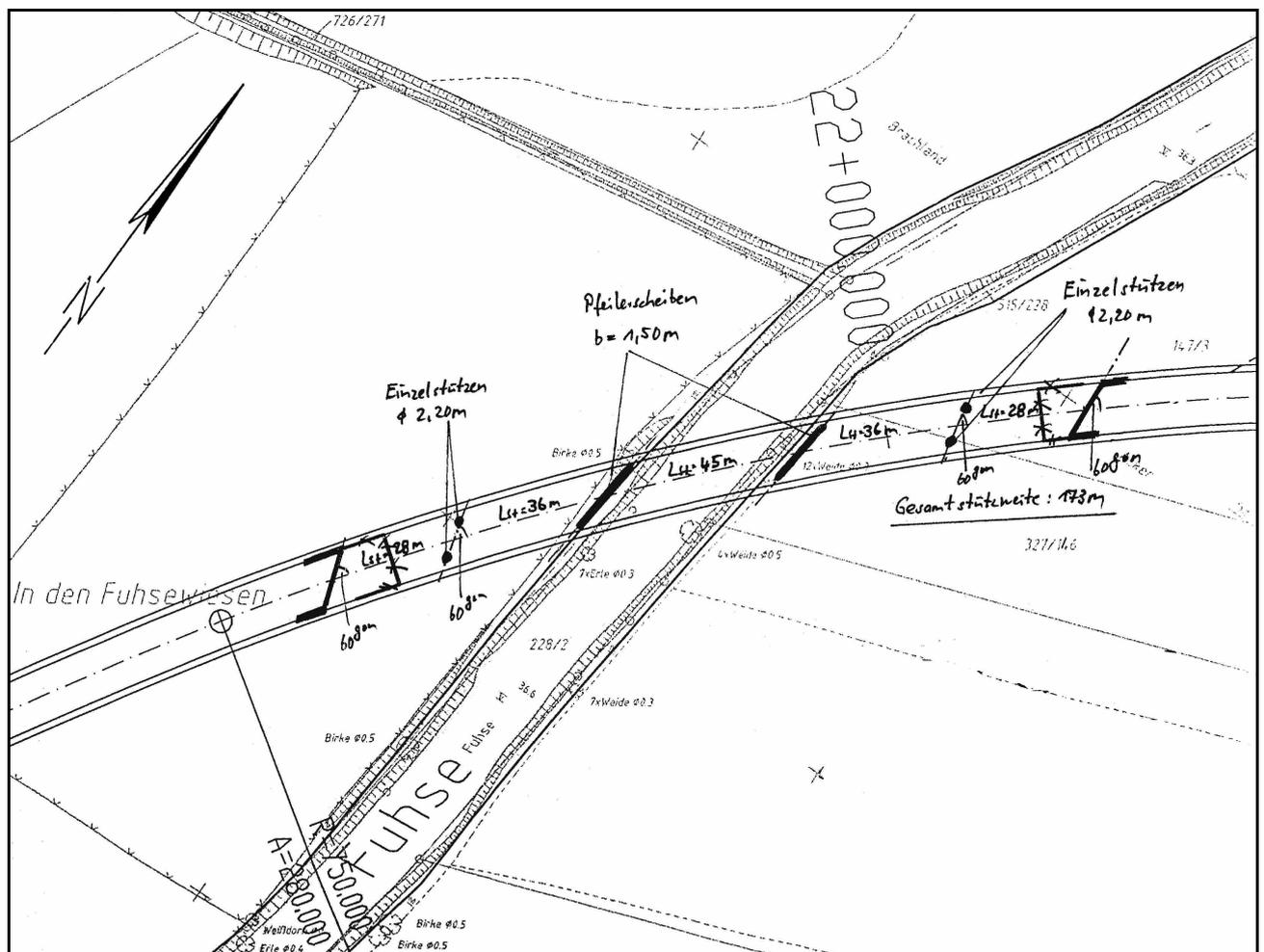
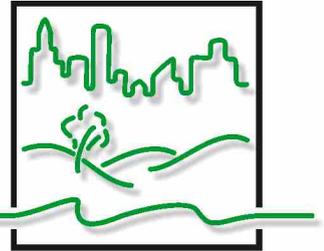


BILD 2 BAUWERK CE 10 - UNTERFÜHRUNG DER FUHSE

Quelle: Nds. LA für Straßenbau, November 2000

Es galt zu beurteilen, welche Wasserstandsänderungen sich gegenüber den aktuellen Verhältnissen („Vergleichszustand“) durch die geplante Straßenbaumaßnahme ergeben.

ANLAGE 6.1 zeigt die zu erwartenden Wasserstände, ANLAGE 6.2 die auftretenden Wasserspiegeldifferenzen zum Vergleichszustand.



ANLAGE 6.2 zeigt, dass auf dem linken Vorland unmittelbar stromauf des Straßendamms mit einem Aufstau von bis zu 15 cm zu rechnen ist. Erst ca. 600 m stromauf des Straßendamms reduziert sich der Aufstau auf Beträge von 5 cm. Am oberen Modellrand, also ca. 1.800 m stromauf des Straßendamms, ist der Aufstau mit 1 cm nahezu abgeklungen. Auf dem rechten Vorland stromauf des Straßendamms ist mit einem Aufstau von 3 - 10 cm zu rechnen.

Eine akute Zunahme der Hochwassergefahr für die Anlieger der Fuhse innerhalb des Modellgebietes ist dennoch nicht zu erkennen. Auch im Bereich des Sportkomplexes östlich der „Bennebosteler Straße“, an den im „Vergleichszustand“ die Überschwemmungsgrenze bis unmittelbar an die Bebauungsgrenze heran reichte, ist nicht mit einem Wasserspiegelanstieg zu rechnen.

Die Fließgeschwindigkeiten (siehe ANLAGE 6.3) haben sich gegenüber dem „Vergleichszustand“ lediglich im unmittelbaren Nahbereich des Straßendamms geändert.

Die o.g. Veränderungen des Abflussgeschehens genügen nicht den Kriterien, die seitens der Bezirksregierung Lüneburg - AST Verden als „voraussichtlich unkritisch“ für das weitere Genehmigungsverfahren formuliert worden waren.

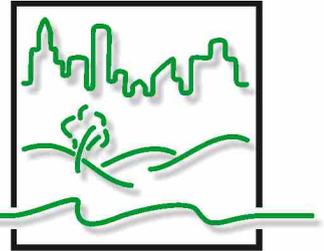
Somit galt es, in der „Variante 2“ mit geeigneten Maßnahmen den Einfluss zu reduzieren.

3.6.2 Variante 2: 9 Brückenfelder mit einer Gesamtstützweite von 317 m

Diese „Variante 2“ basiert auf den konstruktiven Vorgaben zur „Variante 1“ (siehe BILD 1). Sie unterscheidet sich jedoch durch die Anzahl der Brückenfelder um die Gesamtstützweite zu vergrößern. Die Vergrößerung der Stützweite wurde erreicht durch drei weitere Stützfelder mit einer Stützweite von 36 m auf dem linksseitigen Vorland der Fuhse und ein weiteres Stützfeld mit einer Stützweite von 36 m auf dem rechtsseitigen Vorland der Fuhse. Die beiden Endfelder wurden, wie in „Variante 1“, mit einer Stützweite von 28 m berücksichtigt, das Feld über die Fuhse mit einer Stützweite von 45 m. Die Gesamtstützweite ergibt sich somit als 317 m.

Wesentliche Zielsetzung bei der Wahl der Gesamtstützweite war es, die Auswirkungen auf das Hochwasserabflussgeschehen auf ein Maß zu reduzieren, dass seitens der Bezirksregierung Lüneburg in Anbetracht des anstehenden Genehmigungsverfahrens als akzeptierbar gelten kann.

ANLAGE 7.1 zeigt die zu erwartenden Wasserstände, ANLAGE 7.2 die auftretenden Wasserspiegeldifferenzen zum Vergleichszustand.



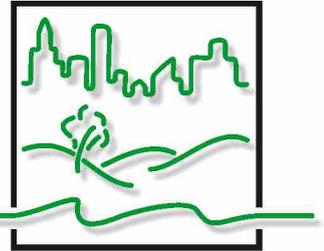
ANLAGE 7.2 zeigt, dass auf dem linken Vorland unmittelbar stromauf des Straßendamms mit einem Aufstau von bis zu 10 cm zu rechnen ist. Dieser Bereich ist jedoch lokal sehr eng begrenzt. Bereits 600 m stromauf des Straßendamms reduziert sich der Aufstau auf Beträge von weniger als 3 cm. Am oberen Modellrand, also ca. 1.800 m stromauf des Straßendamms, sind keine Veränderungen mehr zu erwarten.

Eine akute Zunahme der Hochwassergefahr für die Anlieger der Fuhse innerhalb des Modellgebietes ist nicht zu erkennen. Im Bereich des Sportkomplexes östlich der „Bennebosteler Straße“, an den im „Vergleichszustand“ die Überschwemmungsgrenze bis unmittelbar an die Bebauungsgrenze heran reichte, ist jedoch mit einem um 0,015 m höheren Wasserstand zu rechnen. Diese geringfügige Erhöhung resultiert aus dem um 0,015 m höheren Wasserstand an dem Punkt auf dem linken Fuhsevorland, über den der Einstau bis hin zum Sportkomplex stattfindet

Die Fließgeschwindigkeiten (siehe ANLAGE 7.3) liegen im Bereich der geplanten Straßenbrücke im Fuhsebett bei 0,7 m/s, zwischen den Stützfeldern auf dem Vorland bei 0,3 m/s und am Dammfuß bei bis zu 0,6 m/s.

ANLAGE 7.4 zeigt die zu erwartenden Fließgeschwindigkeitsdifferenzen zum Vergleichszustand. Lediglich im Bereich des geplanten Straßendamms ist mit merklichen Veränderungen zu rechnen. Die Fließgeschwindigkeiten nehmen hier lokal um maximal 0,25 m/s zu. In weiten Teilen des Untersuchungsgebietes sind keine Veränderungen zu erwarten. Mit einer relevanten Zunahme von Erosion ist nicht zu rechnen.

Die o.g. Veränderungen des Abflussgeschehens genügen den Kriterien, die seitens der Bezirksregierung Lüneburg - AST Verden als „voraussichtlich unkritisch“ für das weitere Genehmigungsverfahren formuliert worden waren.



3.7 Retentionsraumbetrachtung

Der geplante Straßendamm liegt fast durchgängig im Überschwemmungsgebiet der Fuhse. Der Straßendamm beansprucht somit natürlichen Retentionsraum.

Der Retentionsraumverlust wurde anhand der vorliegenden Straßenentwurfsplanung sowie der Ergebnisse der Modellrechnungen zu „Variante 2“ unter folgenden weiteren Annahmen ermittelt:

mittlere Dammfußbreite	22 m
Dammfußlänge auf dem linken Vorland der Fuhse	266 m
mittlere Wassertiefe beim BHQ auf dem linken Vorland der Fuhse	0,8 m
Verlust an Retentionsraum beim BHQ auf dem linken Vorland der Fuhse	4.682 m ³
Dammfußlänge auf dem rechten Vorland der Fuhse	272 m
mittlere Wassertiefe beim BHQ auf dem rechten Vorland der Fuhse	0,6 m
Verlust an Retentionsraum beim BHQ auf dem rechten Vorland der Fuhse	3.590 m ³
Gesamtverlust an Retentionsraum ^{*)}	8.272 m ³
^{*)} Der Gesamtverlust an Retentionsraum wurde „auf der sicheren Seite“ ermittelt, da eine Volumenreduzierung durch Berücksichtigung der Böschungsneigungen unberücksichtigt geblieben ist.	

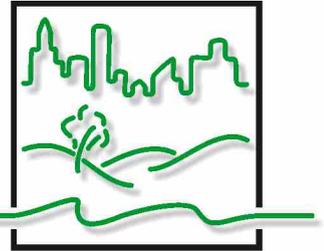
Dieser Retentionsraumverlust ist nach §93 des Nds. Wassergesetzes (NWG) „Freihaltung des Überschwemmungsgebietes“ auszugleichen.

In KAPITEL 3.6.2 wurden die Auswirkungen der „Variante 2“ beschrieben. So ist bei dieser Ausführungsvariante stromauf des Straßendamms mit einem weiträumigen Aufstau im cm-Bereich zu rechnen, stromab im Nahbereich mit einem Sunk.

Auf Grundlage der Ergebnisse zu den zu erwartenden Wasserspiegeldifferenzen (ANLAGE 7.2) wurde eine Massenbilanzierung durchgeführt. Die Wassermengen, die durch den Aufstau zusätzlich im Überschwemmungsgebiet der Fuhse zurückgehalten werden, wurden den Mengen, die senkungsbedingt nicht mehr in der Fläche gehalten werden, gegenübergestellt.

Durch den Aufstau werden beim BHQ insgesamt ca. 14.000 m³ mehr als im Vergleichszustand in der Fläche gehalten. In dieser Volumenbilanz ist der Verlust durch den Straßendamm selbst bereits berücksichtigt. Es ist somit von einem maßnahmenbedingten Zugewinn an Retentionsvolumen von 14.000 m³ auszugehen.

Ein Ausgleich im Sinne des §93 NWG ist somit gegeben, es findet sogar eine Überkompensation statt.



4 Zusammenfassung

Die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Straßenbauamt Verden - PG OU Celle - Celle plant die Verlegung der B3 von südöstlich Celle (B 214) bis südlich Celle (B3). Im 2. Bauabschnitt soll die Straße im Bereich Westercelle auf einem Damm durch das Überschwemmungsgebiet der Fuhse geführt werden und die Fuhse unterführt werden.

Die möglichen Auswirkungen auf das Abflussverhalten der Fuhse im Hochwasserfall wurden mit Hilfe eines zweidimensionalen mathematischen Strömungsmodells ermittelt. Dieses Modell ist in der Lage, die natürlichen Strömungsverhältnisse nachzubilden und die Auswirkungen von Maßnahmen auf die Wasserstände und die Fließgeschwindigkeiten in zweidimensionaler Auflösung darzustellen.

Auf Grundlage konstruktiver Vorgaben des Landesamtes für Straßenbau, Hannover wurde für die geplante Trassenführung die notwendige lichte Weite des Brückenbauwerkes bestimmt. Hierbei sollten maßnahmenbedingte Auswirkungen auf das Hochwasserabflussgeschehen auf ein vertretbares Maß reduziert werden.

Diese Vorgaben führten letztlich zu dem Ausführungsvorschlag „Variante 2“, bei dem das Brückenbauwerk (basierend auf den konstruktiven Vorgaben seitens des Landesamtes für Straßenbau) folgende Abmessungen hat. Auf dem linksseitigen Vorland der Fuhse werden vier Stützfelder mit einer Stützweite von 36 m und ein Endfeld mit einer Stützweite von 28 m vorgesehen, auf dem rechtsseitigen Vorland zwei Felder mit einer Stützweite von 36 m und ein Endfeld mit einer Stützweite von 28 m. Das Brückenfeld über die Fuhse wird mit einer Stützweite von 45 m vorgesehen. Die Gesamtstützweite ergibt sich somit als 317 m.

Der Straßendamm bewirkt im Mittel einen Aufstau von 0,03 m. Die maximale Fließgeschwindigkeit beim BHQ im Bereich des Brückenbauwerkes liegt im Fuhsebett bei 0,7 m/s, zwischen den Stützfeldern auf dem Vorland bei 0,3 m/s und am Dammfuß bei bis zu 0,6 m/s.

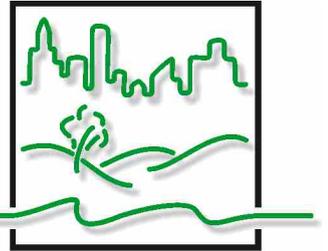
Durch den o.g. Aufstau ist beim BHQ = HQ_{100} unter Berücksichtigung des Retentionsraumverlustes durch den Straßendamm selbst mit einem maßnahmenbedingten Zugewinn an Retentionsvolumen von 14.000 m³ auszugehen. Ein Ausgleich im Sinne des §93 NWG ist somit gegeben.

Eine akute Zunahme der Hochwassergefahr für die Anlieger der Fuhse innerhalb des Modellgebietes ist nicht zu erkennen.

Verlegung der B 3 von südöstlich Celle (B 214) bis südlich Celle (B 3)
2. Bauabschnitt

Hydraulischer Nachweis für die Unterführung der Fuhse
Berechnungen mit einem mathematischen Strömungsmodell

Abschlussdokumentation vom 26.01.2001



ANLAGEN