

Planfeststellung

Hydraulischer Nachweis für die Unterführung der Aller, der Lachte und des Freitagsgrabens

für

B3 OU Celle (Mittelteil)

Verlegung der Bundesstraße 3
von NO Celle (B 191)
bis SO Celle (B 214)

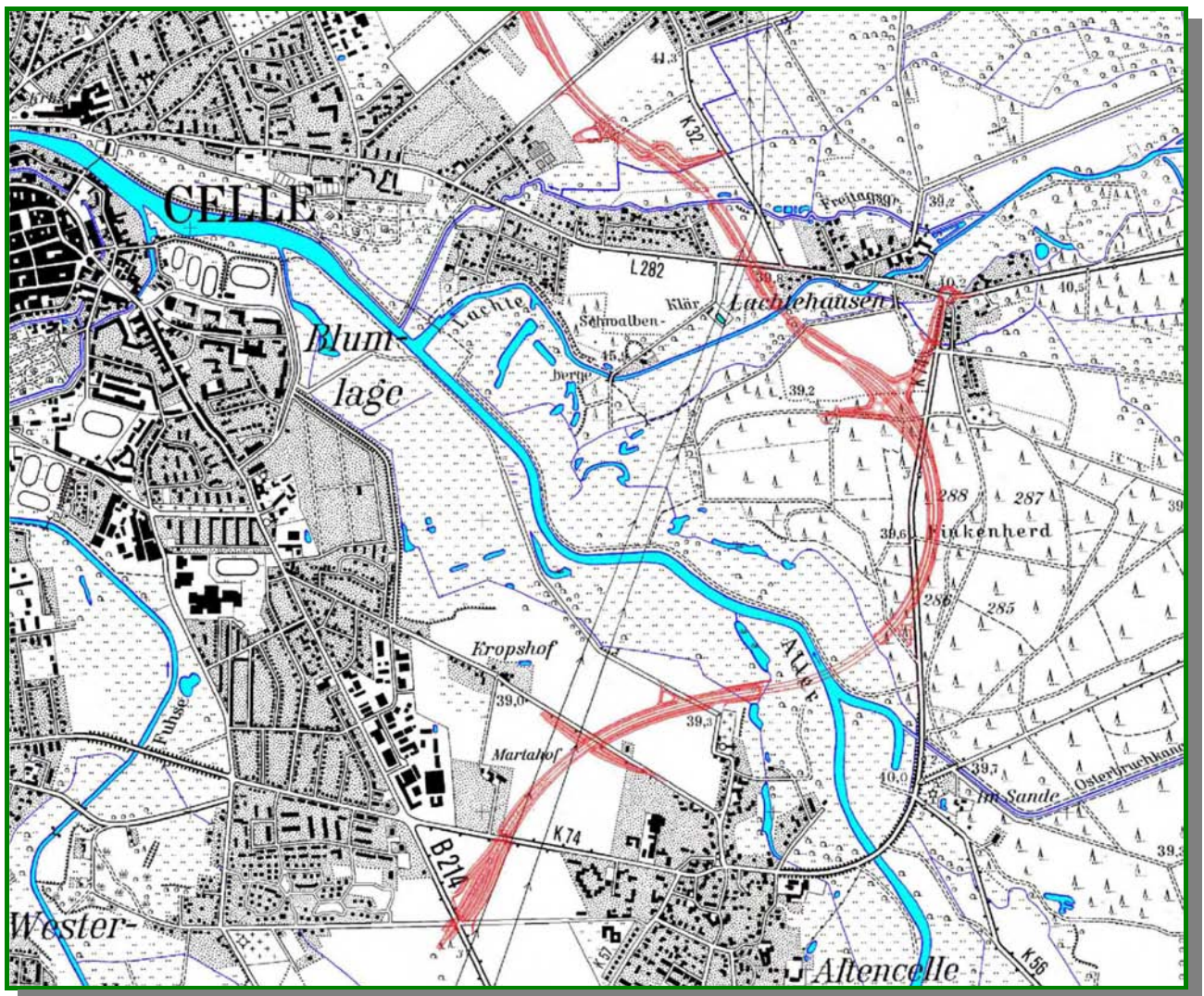
<p>Aufgestellt: Verden, den 22.02.2008 Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr Geschäftsbereich Verden PG OU Celle gez. Winkelmann.....</p>	



Verlegung der B 3 im Raum Celle - 3. Bauabschnitt

Hydraulischer Nachweis für die Unterführung der Aller, der Lachte und des Freitaggrabens

Unterlage 18.2



Aufgestellt am 15.02.2008 durch

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



Projekt	Verlegung der B 3 im Raum Celle - 3. Bauabschnitt Hydraulischer Nachweis für die Unterführung der Aller, der Lachte und des Freitaggrabens Unterlage 18.2 Projektnummer: 0089-2007-0010
Bearbeitung	Dipl.-Math. Ulrich Kiel Dipl.-Ing. Heiko Reuter Dipl.-Ing. Carsten Schwitalla
Umfang	24 Seiten, 9 Tabellen, 11 Bilder, 13 Anlagen
Auftraggeber	Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr Regionaler Geschäftsbereich Verden PG OU Celle Bürgermeister-Münchmeyer-Str. 10 D-27283 Verden
Auftragnehmer	STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH Auf dem Hollen 12 D-30165 Hannover

Hannover, den 15.02.2008

Dipl.-Ing. Carsten Schwitalla
GESCHÄFTSFÜHRER



Inhaltsverzeichnis

KAPITEL	Seite
1 Anlass, Vorgang	1
2 Allgemeine Beschreibung der Untersuchungsmethode	3
3 Hydraulische Untersuchungen	4
3.1 Vorgehensweise	4
3.2 Hydraulische Rahmenbedingungen	5
3.3 Kalibrierung	7
3.4 Istzustand / Vergleichszustand - Abflusssituation beim HQ_{100} Aller am Pegel Celle	7
3.5 Variantenrechnungen	9
3.5.1 Variante 1	12
3.5.2 Variante 2	13
3.5.3 Variante 3	14
3.5.4 Variante 4	15
3.5.5 Variante 4a	22
3.6 Retentionsraumbetrachtung	23
4 Zusammenfassung	24



TABELLEN

1	Wesentliche Eingangsdaten für das Modell	4
2	Bemessungsabflüsse, Festlegung durch die Bez.-Reg. Lüneburg vom 04.07.2003	5
3	Eingangsgrößen (Randbedingungen) im Modell	7
4	Gegenüberstellung von Bemessungsabflüssen	7
5	Übersicht über die Dimensionen in Variante 1 (Trassenführung Stand 08/2002)	12
6	Übersicht über die Dimensionen in Variante 2 (Trassenführung Stand 08/2002)	13
7	Übersicht über die Dimensionen in Variante 3 (Trassenführung Stand 12/2003)	14
8	Übersicht über die Dimensionen in Variante 4 (Trassenführung Stand 05/2007)	15
9	Übersicht über die Variantenrechnungen	23

BILDER

1	Systemskizze zur Abflussverteilung für das Szenario HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle	8
2	Geplante untersuchte Trassenverläufe der B 3 neu (Variante 8N)	10
3	Lage des geplanten Brückenbauwerkes über die Aller (Stand 05/2007)	11
4	Lage des geplanten Brückenbauwerkes über die Lachte (Stand 05/2007)	11
5	Lage des geplanten Brückenbauwerkes über den Freitaggrabens (Stand 05/2007)	11
6	Variante 4: Lage der geplanten Flutmulde entlang der Aller	16
7	Variante 4: Fließverhalten im Bereich der geplanten Brücke über die Aller	18
8	Variante 4: Fließgeschwindigkeitsdifferenzen zum Istzustand im Bereich der geplanten Brücke über die Aller	19
9	Variante 4: Fließverhalten im Bereich der geplanten Brücken über die Lachte und den Freitaggrabens	20
10	Variante 4: Fließgeschwindigkeitsdifferenzen zum Istzustand im Bereich der geplanten Brücken über die Lachte und den Freitaggrabens	21
11	Lage des geplanten Brückenbauwerkes über die Aller (Stand 05/2007 und 01/2008)	22



ANLAGEN

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | 1 | Übersichtskarte
Trassenführungen, Modellgrenze und Betrachtungsraum
Maßstab 1 : 25.000 |
| 2 | 1 | Variante 1 und Variante 2
Ausschnitt Finite Elemente Netz (Stand 08/2002)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 2 | 2 | Variante 3
Ausschnitt Finite Elemente Netz (Stand 12/2003)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 2 | 3 | Variante 4
Ausschnitt Finite Elemente Netz (Stand 05/2007)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 3 | 1 | Vergleichszustand
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Wasserstände (Stand 05/2007)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 3 | 2 | Vergleichszustand
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Wassertiefen (Stand 05/2007)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 3 | 3 | Vergleichszustand
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Fließverhalten (Stand 05/2007)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 4 | 1 | Variante 1
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung ohne Mulde
Wasserstandsdifferenzen zum Vergleichszustand
Maßstab 1 : 10.000 |
| 5 | 1 | Variante 2
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung mit Mulde
Wasserstandsdifferenzen zum Vergleichszustand
Maßstab 1 : 10.000 |



ANLAGEN (FORTSETZUNG)

- | | | |
|---|---|--|
| 6 | 1 | Variante 3
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung mit Mulde
Wasserstandsdifferenzen zum Vergleichszustand
Maßstab 1 : 10.000 |
| 7 | 1 | Variante 4
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung mit ökologisch optimierter Mulde
Wasserstandsdifferenzen zum Vergleichszustand
Maßstab 1 : 10.000 |
| 7 | 2 | Variante 4
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung mit ökologisch optimierter Mulde
Wassertiefen
Maßstab 1 : 10.000 |
| 7 | 3 | Variante 4
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung mit ökologisch optimierter Mulde
Fließverhalten
Maßstab 1 : 10.000 |



1 Anlass, Vorgang

Die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Regionaler Geschäftsbereich Verden, PG OU Celle (AG) plant die Verlegung der B3 von nordöstlich Celle (B 191) bis südöstlich Celle (B 214). In diesem Bauabschnitt soll die Straße im Bereich Altencelle und Lachtehausen auf einem Damm durch das Überschwemmungsgebiet der Aller, Lachte und des Freitaggrabens geführt werden und die benannten Gewässer unterführt werden (siehe TITELBILD).

Am 23.09.2002 wurde die STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH vom AG beauftragt, mögliche Auswirkungen auf das Abflussverhalten der Aller, der Lachte und des Freitaggrabens 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 die Auswirkungen für eine Maßnahme auf Grundlage des Entwurfes der Ingenieurgesellschaft für Bau- und Vermessungswesen - W. Odermann und H. Krause, Buchholz i.d.N. vom August 2002 ermittelt. Da für die einzelnen Brückenbauwerke noch keine konstruktiven Vorgaben vorlagen, wurden die lichten Weiten in Abstimmung mit dem AG auf Basis einer ersten Abschätzung im Modell berücksichtigt.

Am 05.06.2003 wurden dem Straßenbauamt Verden - PG OU Celle erste Ergebnisse vorgestellt, die insbesondere im Bereich Altencelle noch kaum tolerierbare Veränderungen auf den Hochwasserabfluss belegten. Um die maßnahmenbedingten Auswirkungen auf das Hochwasserabflussgeschehen auf ein vertretbares Maß reduzieren zu können, wurden als Kompensationsmaßnahme eine Vergrößerung der lichten Weite im Bereich der Allerquerung sowie die Anlage einer Flutmulde vorgesehen. Diese Veränderungen wurden in den weiteren Berechnungen berücksichtigt.

Am 07.10.2003 wurden die Ergebnisse der Modellrechnungen bei einem "Informations- und Abstimmungstermin" in Celle vorgestellt mit dem Ergebnis, dass sich bei Anlage einer Flutmulde die Hochwasserstände (beim BHQ) im Bereich Altencelle grundsätzlich nicht erhöhen werden. In weiteren Berechnungen sollte daher die Flutmulde sowohl nach hydraulischen als auch ökologischen Gesichtspunkten optimiert werden.

Am 03.12.2003 fand die 1. Arbeitskreissitzung statt, zu der aus hydraulischer Sicht noch keine neuen Untersuchungsergebnisse vorlagen. Seitens des Straßenbauamtes Verden - PG OU Celle wurde jedoch eine veränderte Trassenführung vorgestellt, die es in den weiteren Berechnungen zu berücksichtigen galt.



Bis zum 10.05.2007 änderte sich die Trassenführung im Bereich Lachtehausen erneut, da die Ergebnisse vom April 2004 ein zu ungünstiges Strömungsverhalten im Bereich Lachtehausen ergaben. Weiterhin wurde die Mulde nochmals ökologisch optimiert und die Stützelemente der drei Brücken wurden konstruktiv vorgegeben. Alle diesen Veränderungen mussten hydraulisch untersucht und bewertet werden.

Die entsprechenden hydraulischen Untersuchungen waren im Mai 2007 abgeschlossen und die Ergebnisse wurden in einer Dokumentation dargelegt.

Im Rahmen weiterer Detailplanungen der Brückenkonstruktion über die Aller ergaben sich geringe Änderungen zur Anzahl und Lage der Brückenpfeiler unter Beibehaltung der lichten Gesamtbreite und somit der Lage der Widerlager. Die entsprechenden Planunterlagen wurden durch den AG im Januar 2008 zur Verfügung gestellt und sind in der hier vorliegenden Dokumentation berücksichtigt worden.

In der Schlussdokumentation werden die einzelnen Entwicklungsphasen und das abschließende Planungsergebnis beschrieben und aus hydraulischer Sicht bewertet.



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 Aller, Lachte und des Freitaggrabens heute quantitativ dar? (HQ_{100} der Aller am Pegel Celle 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?

Die Prognoserechnungen für die einzelnen Varianten wurden mit dem Bemessungsabfluss (BHQ) HQ_{100} der Aller am Pegel Celle durchgeführt.



3 Hydraulische Untersuchungen

3.1 Vorgehensweise

Das Planungsgebiet umfasst das gesamte Celler Stadtgebiet entlang der Aller, Lachte und Fuhse einschließlich der Ortslagen Altencelle, Osterloh und Lachtehausen, soweit sie unmittelbar von Aller-, Lachte- und Fuhsehochwassern gefährdet sind.

Zum Einsatz kommt ein Modell, das bereits für die Untersuchungen zum Hochwasserschutz in der Region Celle eingesetzt wurde und wird. Das gesamte Planungsgebiet war dabei nach hydraulischen Kriterien und entsprechend der vorhandenen Datengrundlage in mehrere Betrachtungsräume untergliedert. Für die einzelnen Betrachtungsräume wurden die hydraulischen Berechnungen mit unterschiedlichen mathematischen Strömungsmodellen durchgeführt oder es wurden Auswirkungen auf Grundlage von Bestandsdaten prognostiziert.

Inzwischen ist die Technik (Software) der angewendeten Modelle sowie die zum Einsatz kommende Hardware soweit fortgeschritten, dass im Rahmen der hier durchzuführenden Untersuchungen eine Verschmelzung und Erweiterung der einzelnen Modelle für die Aller, Lachte und Fuhse möglich wurde. Die Größe und Lage des Modellgebietes und des Betrachtungsraumes sowie die verschiedenen Trassenführungen sind in ANLAGE 1.1 dargestellt.

Die Untersuchungen wurden mit einem zweidimensionalen mathematischen Strömungsmodell durchgeführt (HYDRO_AS-2D). Das Finite-Elemente-Netz des Modellgebietes ist in den ANLAGEN 2.1, 2.2 und 2.3 dargestellt. Insbesondere in dem Unterschied der ANLAGEN 2.2 und 2.3 kann man erkennen, wie sich die Modelltechnik inzwischen weiter entwickelt hat.

TABELLE 1 Wesentliche Eingangsdaten für das Modell

- | | |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Profildaten der Aller, Lachte und Fuhse für das Modellgebiet |
| <input type="checkbox"/> | Geländehöhen im Überschwemmungsgebiet in Form von DGM/ATKIS-Daten der Landesvermessung + Geobasisinformationen Niedersachsen (LGN) in digitaler Form, Schachtdeckelhöhen, Vermessungsdaten im Zuge der Trassenvermessung, Vermessungsdaten im Zuge der Ausweisung der Überschwemmungsgrenzen an Fuhse und Aller |
| <input type="checkbox"/> | gemessene Wasserstände und Durchflüsse der Aller bei verschiedenen Hochwasserereignissen |
| <input type="checkbox"/> | Abflusspendenlängsschnitte des NLÖ für das landschaftsübergreifende Gewässer Aller und die hydrologische Landschaft Börde |
| <input type="checkbox"/> | DGK 5 N in digitaler Form, digitale Orthophotos |
| <input type="checkbox"/> | Planwerke zur Trasse vom Büro Odermann und Krause, Buchholz i.d.N. sowie dem SBA Verden - PG OU Celle (jetzt Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Regionaler Geschäftsbereich Verden, PG OU Celle) |
| <input type="checkbox"/> | Planwerke zur ökologischen Gestaltung vom Büro alw - Dr. Thomas Kaiser, Beedenbostel |



Die Untersuchung berücksichtigt die seitens des AG im Zuge der Auftragsvergabe benannten Aufgabenschwerpunkte. Darüber hinaus wurden einige Hinweise und Anregungen aus den Abstimmungs- und Arbeitsgesprächen vom 05.06.2003, 07.10.2003, 03.12.2003 und 13.03.2006 mit eingearbeitet. Aus diesen Hinweisen sowie den Ergebnissen der einzelnen Modellrechnungen erfolgte iterativ die Dimensionierung von lichten Weiten der Brücken sowie der Hochwasserentlastungsmaßnahmen (Flutmulde).

Die Dimensionierung und Festlegung der Lage der Flutmulde erfolgte in enger Abstimmung mit den ökologischen Fachplanern (alw - Büro Dr. Thomas Kaiser, Beedenbostel).

3.2 Hydraulische Rahmenbedingungen

Die hydraulischen Rahmenbedingungen, insbesondere die Bemessungsabflüsse für die Gewässer im Untersuchungsgebiet, wurden im Vorfeld der Untersuchung mit den zuständigen Behörden abgestimmt.

Bedingt durch das Hochwasserereignis vom Januar 2003 wurden die Bemessungsabflüsse nochmals hinterfragt und seitens der Bezirksregierung Lüneburg - Außenstelle Verden in Abstimmung mit dem Gewässerkundlichen Landesdienst (GLD) beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (NLWK) - Betriebsstelle Verden mit Schreiben vom 04.07.2003 (Az. 502.11 VER-62212-4.0 bg-bi) festgelegt.

Insbesondere wurde dabei darauf hingewiesen, dass eine Neufestlegung des Bemessungsabflusses für den Aller-Pegel Celle, der gemäß Verfügung vom 05.05.1999 $Q = 316 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt und einem HQ_{100} entspricht, unter Berücksichtigung der vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ) - Hildesheim neu erstellten Abflussspendenlängsschnitte, zum jetzigen Zeitpunkt auf Grund der geringen Abweichungen nicht vorgesehen ist.

TABELLE 2 zeigt die zu berücksichtigenden Bemessungsabflüsse.

TABELLE 2 Bemessungsabflüsse, Festlegung durch die Bez. Reg. Lüneburg vom 04.07.2003		
Gewässer	HQ_{100} [m^3/s]	HQ_{10} [m^3/s]
Aller (am Pegel Celle)	316,0	186,0
Fuhse (zwischen Abschlagbauwerk Nienhagen stromab der Einmündung Horstgraben und Mündung in die Aller)	63,3	35,5
Lachte (am Pegel Lachendorf)	34,9	26,2



Der NLWK - Betriebsstelle Verden erläutert den Stand der Untersuchungen zum HQ_{100} -Wert ergänzend wie folgt:

Überprüfung der HQ_{100} -Werte, Auszug aus dem Schreiben des NLWK - BSt Verden vom 04.07.2003

Im Jahr 2003 wurden die maßgebenden Hochwasserabflüsse durch den GLD-NLÖ landesweit neu berechnet. Hiernach liegt der HQ_{100} -Wert am Pegel Celle bei $302 \text{ m}^3/\text{s}$. Diese Berechnungen wurden entsprechend den DVWK-Richtlinien durchgeführt. Dabei wurde aus den drei besten durch Anpassungstest ermittelten Verteilungsfunktionen grundsätzlich die mittlere gewählt. Der höchste Abfluss der 3 Verteilungsfunktionen lag bei $309 \text{ m}^3/\text{s}$ und der niedrigste bei $297 \text{ m}^3/\text{s}$.

Demnach haben sich gegenüber den Werten aus 1998 keine durchgreifenden Änderungen ergeben, die zwingend eine Änderung des HQ_{100} -Wertes von $316 \text{ m}^3/\text{s}$ rechtfertigen würden.

Die Auswertung des Ablaufs vergangener Hochwasserereignisse in der Region Celle zeigt, dass ein zeitgleiches Zusammentreffen eines HQ_{100} im Haupt- und Nebengewässer unwahrscheinlich ist. "Hochwasser der Lachte und der Fuhse laufen im Allgemeinen mit nicht synchronem Scheitel (rd. 3-4 Tage Vorlauf) der Aller voraus. Sie können sich wechselseitig u.a. auch durch Rückstau örtlich schadenbringend beeinflussen." [Klaus Altmann, Die große Flut in Celle, 2001]

Für das Abflussereignis HQ_{100} in der Aller am Pegel Celle ist daher für die Lachte ein Abfluss von $Q = 29,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\sim HQ_{10}$) stromauf von Lachtehausen und für die Fuhse ein Abfluss von $Q = 35,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\sim HQ_{10}$) anzunehmen. Diese Annahmen wurden mit dem GLD abgestimmt.

Die Ermittlung weiterer Abflussbedingungen für die Zwischengebiete und kleineren Nebengewässer erfolgten in Anlehnung an die durch das NLÖ im April 2003 veröffentlichten Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen.

Am Ausströmrand des Modells im Bereich Hambühren war für die Modellrechnungen als Randbedingung der Wasserspiegelgradient für das jeweils zu berechnende Abflussereignis vorzugeben. Dieser ließ sich zum einen aus vorhandenen Wasserspiegelnivelements bei Hochwasserereignissen (z.B. Februar 1994 und Januar 2003) sowie aus den Berechnungen im Zuge der Untersuchungen zum Hochwasserschutz in der Region Celle ermitteln.

Unter Berücksichtigung aller o.g. Quellen und Vorgaben wurden für die Modellrechnungen die nachfolgend dargelegten Eingangsgrößen (Randbedingungen) berücksichtigt:



TABELLE 3 Eingangsgroößen (Randbedingungen) im Modell	
Gewässer	Abflussereignis
	HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Aller (Einströmrand bei Osterloh)	283,5 m ³ /s
Osterbruchkanal (Einströmrand bei Osterloh)	2,6 m ³ /s
Lachte (Einströmrand stromauf von Lachtehausen)	29,9 m ³ /s
Summe aller Zuflüsse in der Aller am Pegel Celle	316,0 m ³ /s
Vorwerker Bach (Einströmrand bei Klein Hehlen)	1,6 m ³ /s
Fuhse (stromab Horstgraben)	35,5 m ³ /s
Wasserspiegelgradient (Ausströmrand bei Hambühren)	1,5 ‰

Hinweis: Die angegebene Genauigkeit der Abflüsse mit einer Nachkommastelle erfolgt ausschließlich aus Bilanzgründen. Die Genauigkeit, die sich auf Grundlage der Basisdaten vertreten lässt, ist als geringer anzusehen.

3.3 Kalibrierung

Die Kalibrierung des Modells erfolgte im Zuge der Untersuchungen zum Hochwasserschutz in der Region Celle. Es wird an dieser Stelle auf die entsprechende Dokumentation vom 22.08.2003 "Hochwasserschutz in der Region Celle - Berechnungen mit einem zweidimensionalen Strömungsmodell im Rahmen des 1. PFA von Boye bis zur Fuhsemündung; STADT-LAND-FLUSS INGENIEUR-DIENSTE GmbH, Hannover" verwiesen, die Bestandteil der Unterlagen zum bereits planfestgestellten 1. Planfeststellungsabschnittes des Hochwasserschutzes der Stadt Celle war und dabei von den zuständigen Wasserbehörden als fachlich richtig anerkannt worden ist.

3.4 Istzustand / Vergleichszustand - Abflusssituation beim HQ₁₀₀ Aller am Pegel Celle

Die Berechnung der Abflusssituation für den Istzustand beim Bemessungsabfluss HQ₁₀₀ am Pegel Celle gibt Auskunft über die aktuelle Hochwassersituation und ist gleichzeitig der Vergleichszustand zur Ermittlung der Auswirkungen der geplanten Straßenbaumaßnahme.

Bei der Beurteilung des Istzustandes galt es, die aktuellen Planungen der Stadt Celle zur "Wiederherstellung der aquatischen Passierbarkeit der Lachte im Bereich der Wehranlage Lachtehausen" (Ingenieurgesellschaft Heidt & Peters mbH, 12/2002) zu beachten. Diese Maßnahmen sind im Jahr 2005 umgesetzt worden.



Es war zu prüfen, ob sich bei einer Umsetzung der geplanten Maßnahmen die Abflusssituation bei Hochwasser an den Gewässern Lachte, Freitaggrabens und Försterbach verändern würde. Dann hätten, um für die Straßenbaumaßnahme ausreichend Planungssicherheit zu haben, alle Modellrechnungen sowohl für den aktuellen Istzustand als auch unter Berücksichtigung der o.g. Planungen berechnet werden müssen. Eine entsprechende Anfrage beim Planungsbüro Ingenieurgesellschaft Heidt & Peters mbH wurde mit Schreiben vom 26.09.2003 wie folgt beantwortet.

"Das Vorhaben ist so ausgelegt, dass die bisherige Abflussverteilung auf die verschiedenen Gerinne nur unerheblich verändert wird. Insbesondere südlich der Landesstraße 282 und westlich der Straße Osterkamp wird der Status Quo erhalten."

Die Modellrechnungen zum Istzustand / Vergleichszustand hätten daher ohne eine Berücksichtigung der o.g. Planungen durchgeführt werden können. Da die Maßnahme inzwischen umgesetzt wurde, wurden die Planungen in die letzten Berechnungen in Mai 2007 mit berücksichtigt, um größte Planungssicherheit zu gewährleisten. Das nachfolgende BILD 1 zeigt in einer Systemskizze die zu Grunde gelegten Abflüsse im Modell.

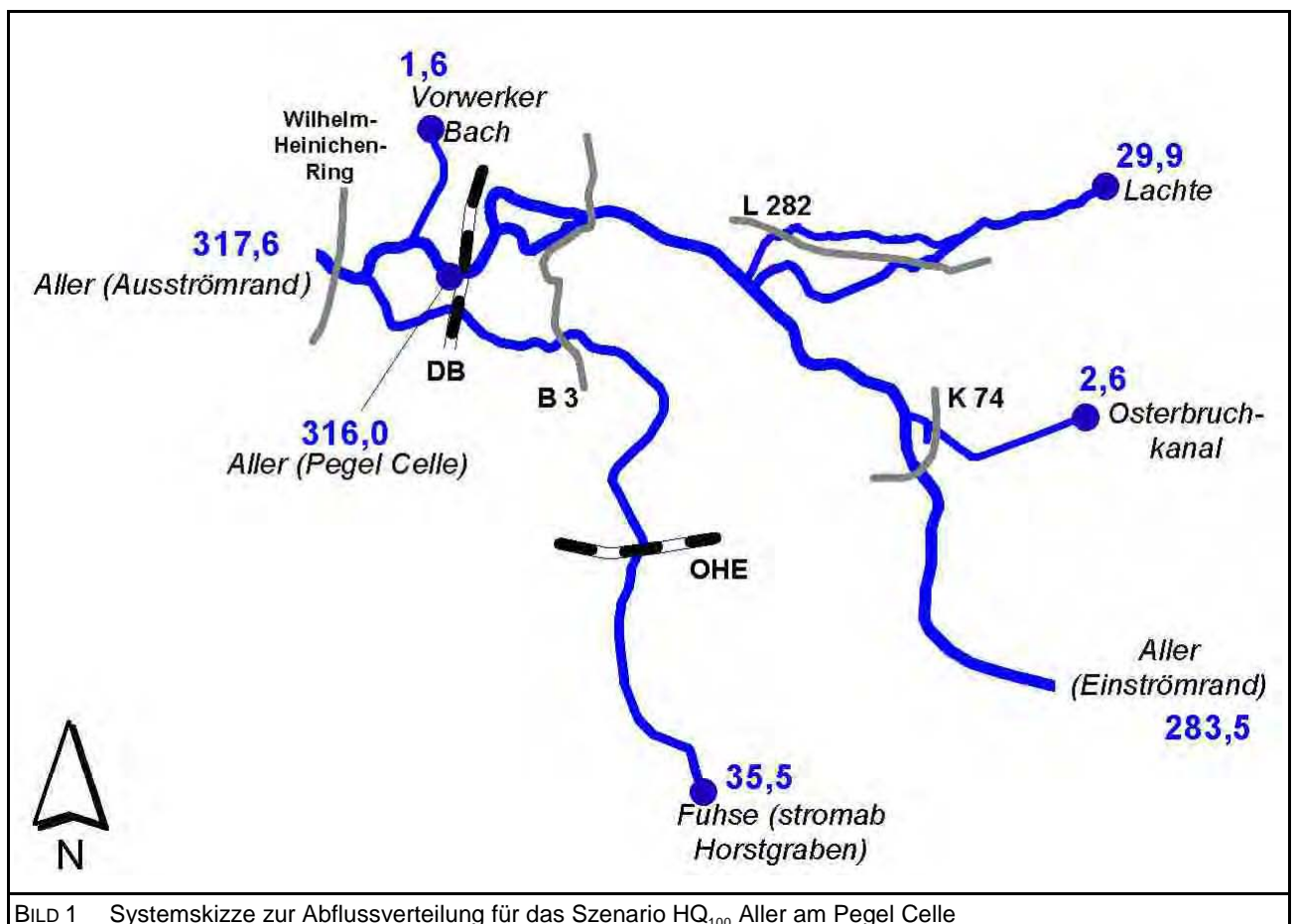


BILD 1 Systemskizze zur Abflussverteilung für das Szenario HQ₁₀₀ Aller am Pegel Celle



Die Ergebnisse der Berechnung des Istzustandes sind in ANLAGE 3.1 als Wasserstände, ANLAGE 3.2 als Wassertiefen und ANLAGE 3.3 als Fließverhalten dargestellt.

Im Bereich der geplanten Trasse der B 3 werden die Vorländer, insbesondere im Bereich der Aller, weiträumig überstaut (siehe ANLAGE 3.2). Die Fließgeschwindigkeiten (siehe ANLAGE 3.3) liegen lediglich im Bereich des Hauptbettes der Aller bei bis zu 1,3 m/s. Auf den Vorländern ist mit Geschwindigkeiten in der Größenordnung von 0,1 bis 0,3 m/s zu rechnen.

Für weite Teile der Ortslage Lachtehausen besteht bereits jetzt akute Hochwassergefahr. Gleiches gilt für die Siedlungsrandbereiche der Ortslage Altencelle.

3.5 Variantenrechnungen

BILD 2 zeigt die untersuchten Trassenverläufe. Dabei stellt die rote Trassenführung die zunächst geplante Trassenführung dar (Stand: August 2002).

Insbesondere aus naturschutzfachlicher Sicht wurde diese zunächst gewählte Trassenführung optimiert. Die sich daraus ergebende Trassenführung (grün dargestellt) wurde seitens des SBA Verden - PG OU Celle mit Datum vom 03.12.2003 vorgestellt.

Diese Trassenführung wurde weiter in Hinblick auf die Hydraulik (Bereich Lachtehausen) und die Ökologie (Bereich Allerquerung) optimiert, so dass sich die aktuelle Trassenführung (grün dargestellt) ergab, die im weiteren Untersuchungsverlauf zu Grunde gelegt wurde.

Mit den einzelnen Variantenrechnungen galt es, insbesondere die lichten Weiten der Brückenbauwerke über die Aller, die Lachte und den Freitaggrabens zu bemessen. Ziel dabei war es, eine relevante Zunahme der Hochwassergefahr für Dritte zu vermeiden. Die Dimensionierung der lichten Weiten der Brückenbauwerke sowie einer Flutmulde erfolgten dabei sukzessive. Die wichtigsten Entwicklungsschritte werden in dieser Dokumentation dargestellt.

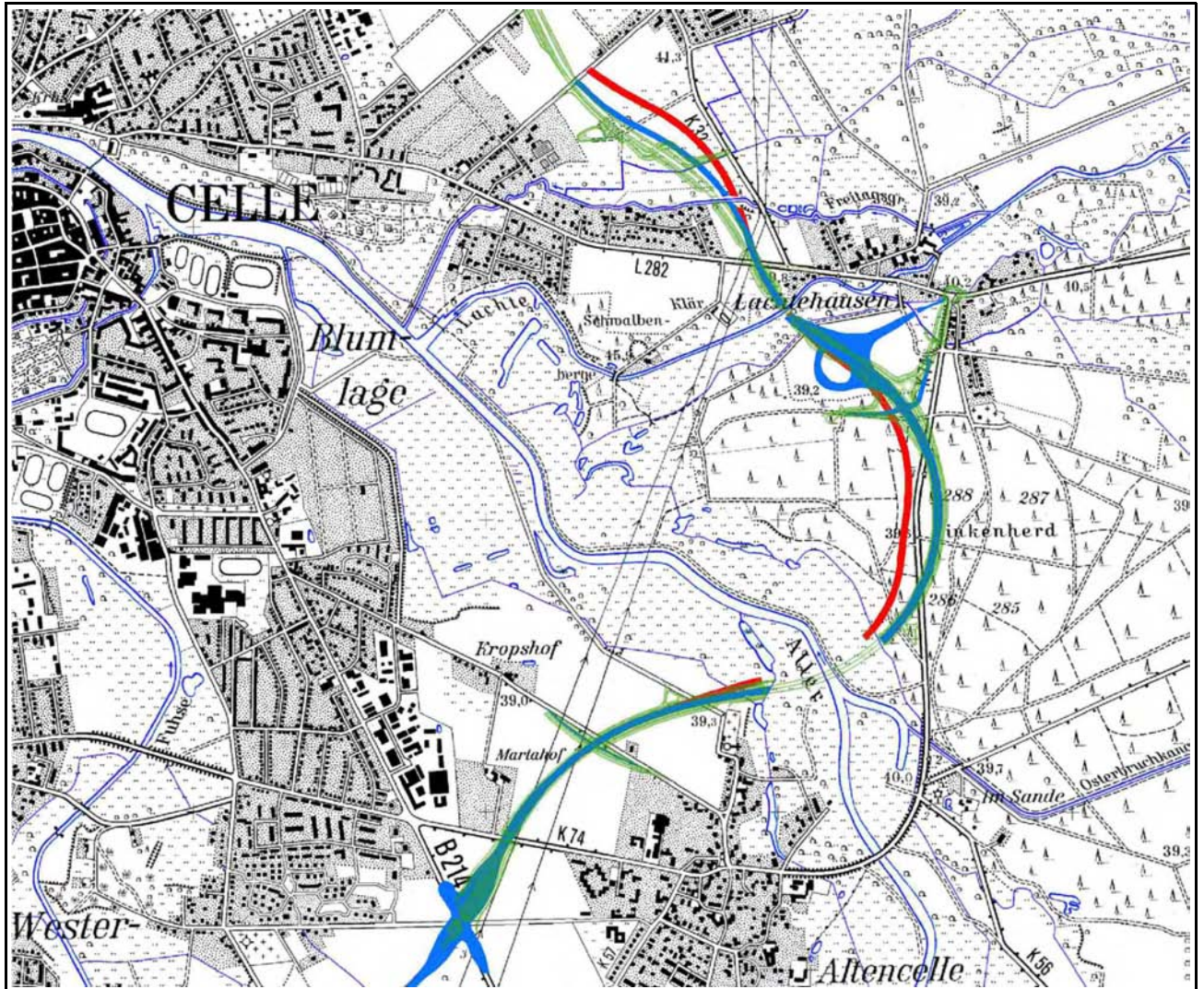


BILD 2 Geplante untersuchte Trassenverläufe der B 3 neu (Variante 8N)

Die BILDER 3, 4 und 5 zeigen die grundsätzliche Lage der Brückenbauwerke. Auf die konkreten Abmessungen wird in der Beschreibung der einzelnen Varianten eingegangen.

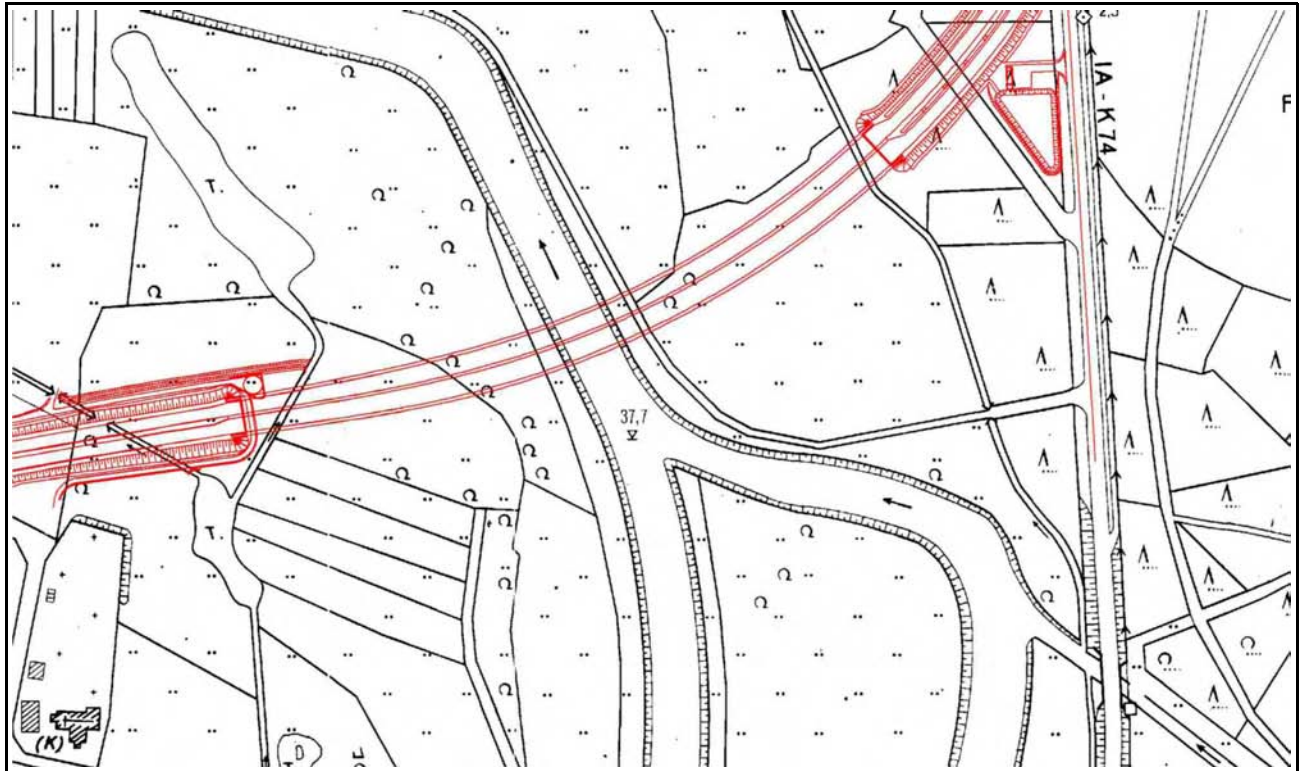


BILD 3 Lage des geplanten Brückenbauwerkes über die Aller (Stand 05/2007)

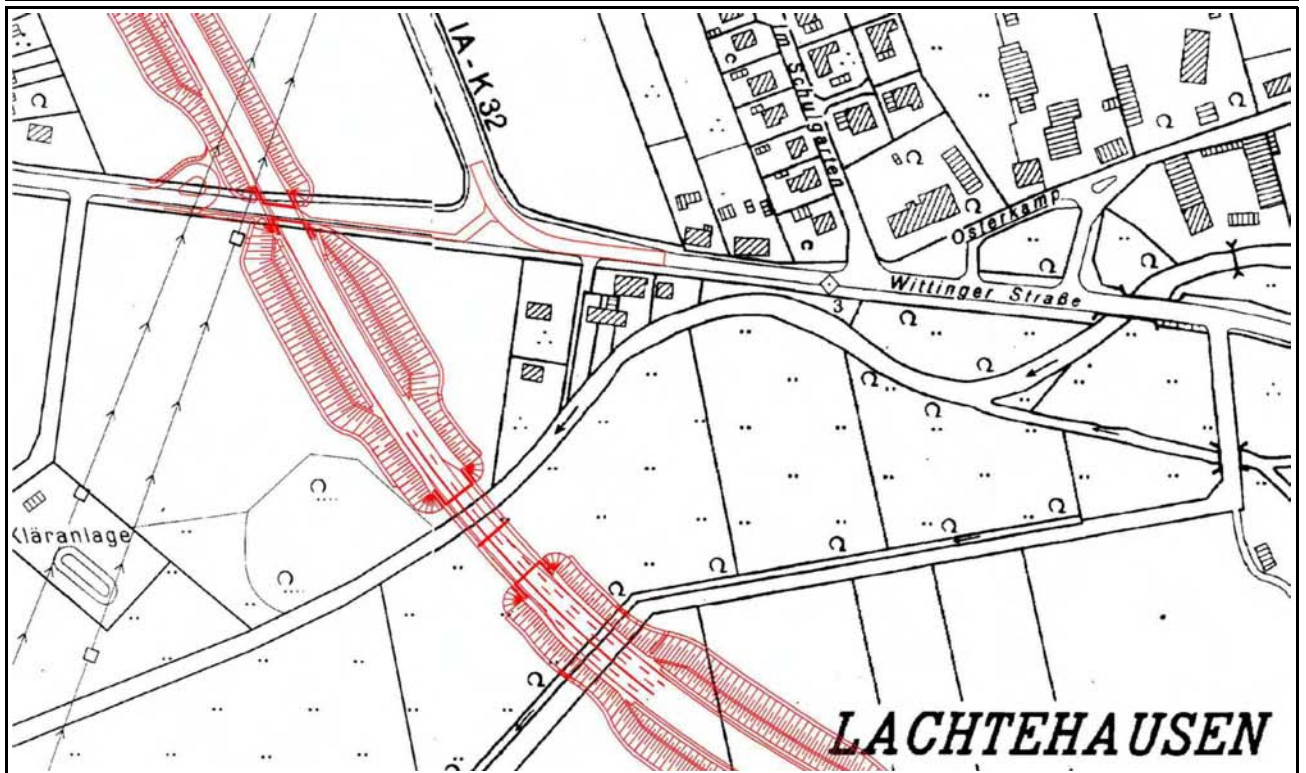


BILD 4 Lage des geplanten Brückenbauwerkes über die Lachte (Stand 05/2007)

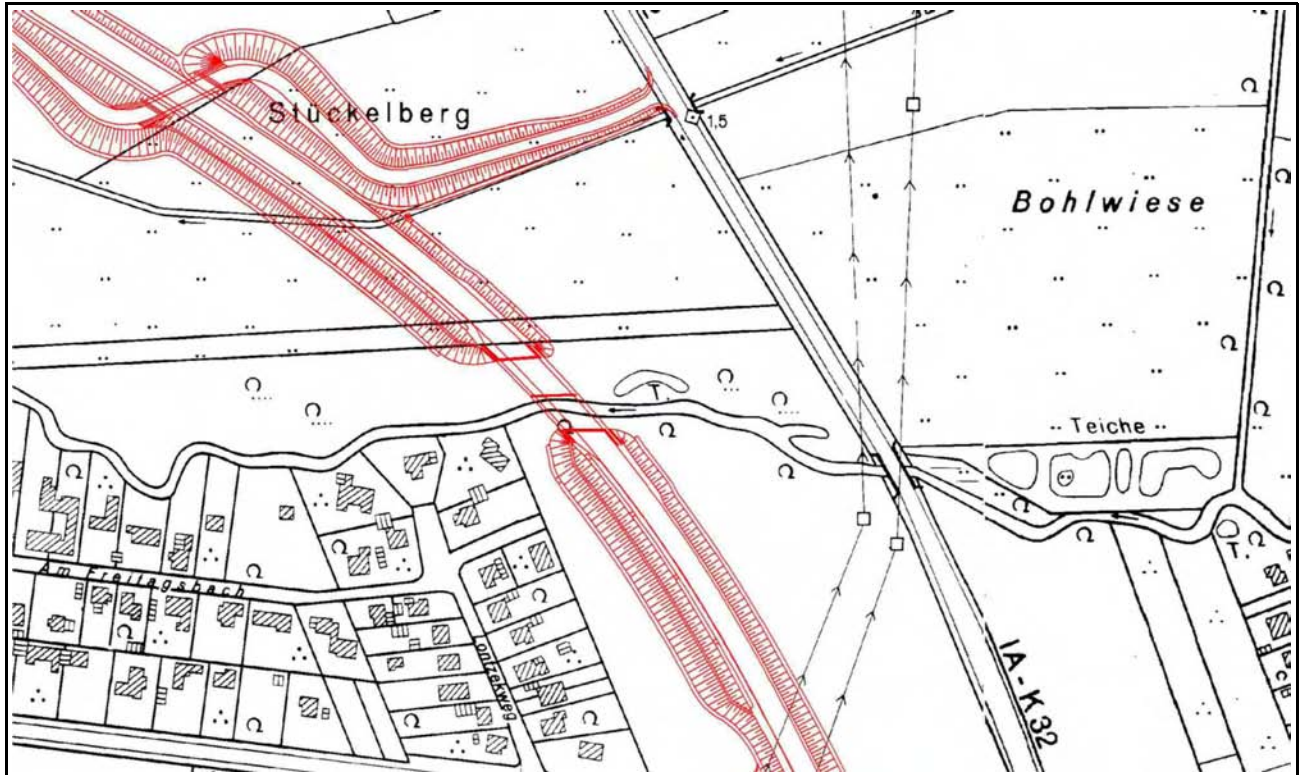


BILD 5 Lage des geplanten Brückenbauwerkes über den Freitaggrabens (Stand 05/2007)

3.5.1 Variante 1

Die in der Variante 1 angenommenen lichten Weiten der einzelnen Brückenbauwerke wurden in Abstimmung mit dem SBA Verden - PG OU Celle zunächst abgeschätzt (siehe TABELLE 5) und die Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss untersucht. Es galt zu beurteilen, welche Wasserstandsänderungen sich gegenüber den aktuellen Verhältnissen (Istzustand / Vergleichszustand) durch die geplante Straßenbaumaßnahme ergeben.

TABELLE 5 Übersicht über die Dimensionen in Variante 1 (Trassenführung Stand August 2002)				
lichte Weite der Brücke über				
Aller	Lachte	Freitaggrabens	Flutmulde	Anschlussstelle Lachtehausen
400 m	36 m	40 m	nicht vorhanden	nicht vorhanden

ANLAGE 4.1 zeigt die zu erwartenden Wasserstandsdifferenzen zum Vergleichszustand.



Im Bereich des Brückenbauwerkes über den Freitagsgaben ergaben sich keine relevanten Veränderungen. Die lichte Weite des Brückenbauwerkes konnte somit in den weiteren Berechnungen noch optimiert (verringert) werden.

Im Bereich des Brückenbauwerkes über die Lachte ist weiträumig stromauf des Bauwerkes mit einem Aufstau von 2 cm zu rechnen, lokal mit bis zu 3 cm. Der Aufstau reicht über den Försterbach auch in die Flächen östlich der K 74 hinein. Die lichte Weite des Brückenbauwerkes musste somit in den weiteren Berechnungen noch optimiert (vergrößert) werden.

Im Bereich des Brückenbauwerkes über die Aller ist ebenfalls weiträumig stromauf des Bauwerkes mit einem Aufstau von 2 cm zu rechnen, lokal sogar mit bis zu 4 cm. Der Aufstau reicht bis in die Randbebauung von Altencelle stromab der K 74. Die lichte Weite des Brückenbauwerkes musste somit in den weiteren Berechnungen noch optimiert (vergrößert) werden.

3.5.2 Variante 2

Die Variante 2 berücksichtigte die Erkenntnisse aus den Berechnungsergebnissen zu Variante 1. Sie unterscheidet sich daher durch die gewählten lichten Weiten der einzelnen Brücken. Des Weiteren sollte in dieser Variante geprüft werden, ob und in welcher Größenordnung sich durch die Anlage einer Flutmulde im Bereich des rechten Allervorlandes die Wasserstände im Bereich Altencelle wieder absenken lassen. Die gewählten Abmessungen sind in der nachfolgenden TABELLE 6 dargestellt.

TABELLE 6 Übersicht über die Dimensionen in Variante 2 (Trassenführung Stand August 2002)				
lichte Weite der Brücke über				
Aller	Lachte	Freitagsgaben	Flutmulde	Anschlussstelle Lachtehausen
415 m	40 m	36 m	berücksichtigt nach rein hydraulischen Kriterien	nicht vorhanden

ANLAGE 5.1 zeigt die zu erwartenden Wasserstandsdifferenzen zum Vergleichszustand.

Im Bereich des Brückenbauwerkes über den Freitagsgaben sind keine relevanten Veränderungen zu erwarten. Als lichte Weite des Brückenbauwerkes werden daher 36 m empfohlen.

Im Bereich des Brückenbauwerkes über die Lachte ist nur unmittelbar stromauf des Bauwerkes mit einem Aufstau von 1 bis 2 cm zu rechnen. Hiervon sind einige Gebäude am rechten Ufer der Lachte betroffen. Die lichte Weite des Brückenbauwerkes musste somit in den weiteren Berechnungen noch optimiert (vergrößert) werden.



Im Bereich des Brückenbauwerkes über die Aller ist nunmehr weiträumig stromauf des Bauwerkes mit einem Sunk von 2 bis 3 cm zu rechnen, lokal sogar mit bis zu 4 cm. Der Sunk beschränkt sich jedoch überwiegend auf die siedlungsfreien Vorländer rechtsseitig der Aller. Die lichte Weite des Brückenbauwerkes musste somit nicht weiter vergrößert werden, da bereits jetzt - in Verbindung mit der Flutmulde - eine Überkompensation eintritt. Für die Variante 3 war somit ausreichend Potenzial vorhanden, um die Mulde auch aus ökologischer Sicht optimal zu gestalten.

3.5.3 Variante 3

In Variante 3 wurde die lichte Weite der Brücke über die Lachte vergrößert (siehe TABELLE 7).

Zudem wurde in dieser Variante erstmals der Damm der Anschlussstelle Lachtehausen berücksichtigt. Dieser kreuzt das Gewässer Försterbach. Hier ist ein Durchlassbauwerk mit einer lichten Weite von 10 m berücksichtigt worden. Bei der neuen Trassenführung wurde seitens der Straßenplaner auch die Lage und lichte Weite des Brückenbauwerkes über die Aller verändert und entsprechend im Modell berücksichtigt.

TABELLE 7 Übersicht über die Dimensionen in Variante 3 (Trassenführung Stand Dezember 2003)				
lichte Weite der Brücke über				
Aller	Lachte	Freitagsgaben	Flutmulde	Anschlussstelle Lachtehausen
435 m	53 m	36 m	optimiert nach hydraulischen und ökologischen Kriterien	vorhanden

ANLAGE 6.1 zeigt die zu erwartenden Wasserstandsunterschiede zum Vergleichszustand.

In enger Abstimmung mit den ökologischen Fachplanern (alw - Büro Dr. Thomas Kaiser, Bendenbostel) wurde die Mulde "ökologisch" modelliert, da sie in Variante 2 lediglich als zusätzliche Trapezgerinne angenommen wurde.

Im Bereich des Brückenbauwerkes über den Freitagsgaben sind weiterhin keine relevanten Veränderungen aufgetreten. Als lichte Weite des Brückenbauwerkes können daher 36 m verwendet werden.

Im Bereich des Brückenbauwerkes über die Lachte ist nun nicht mehr mit einem relevanten Aufstau zu rechnen. Als lichte Weite des Brückenbauwerkes können daher 53 m verwendet werden.

Im Bereich des Brückenbauwerkes über die Aller ist nunmehr weiträumig stromauf des Bauwerkes mit einem Sunk von 2 bis 3 cm zu rechnen, lokal sogar mit bis zu 4 cm. Der Sunk beschränkt sich



jedoch überwiegend auf die siedlungsfreien Vorländer rechtsseitig der Aller. Die lichte Weite des Brückenbauwerkes musste somit nicht weiter vergrößert werden, da bereits jetzt - in Verbindung mit der Flutmulde - eine Überkompensation eintritt. Für die abschließenden Variante 4 war somit ausreichend Potenzial vorhanden, um die Mulde auch aus ökologischer Sicht noch optimaler zu gestalten und die lichte Weite evtl. zu verringern.

3.5.4 Variante 4

In Variante 4 wurde die lichte Weite der Brücke über die Aller etwas verkleinert (siehe TABELLE 8).

Weiterhin wurde die Mulde weiter ökologisch optimiert: Um eine Wegebeziehung entlang der Aller erhalten zu können, war die Berücksichtigung eines Durchlasses am stromauf der Mulde liegenden Graben zwischen Mulde und Altarm sowie eine Brücke an der stromab der Mulde liegenden Anbindung an die Aller zu berücksichtigen.

Zudem wurde die Anschlussstelle Lachtehausen hydraulisch optimiert. Diese kreuzt das Gewässer Försterbach nun nicht mehr im Talraum, sondern direkt an der K 74. Hier ist weiterhin ein Durchlassbauwerk mit einer lichten Weite von 10 m berücksichtigt worden.

Der Tockgraben wird nördlich der Wittinger Straße um den neuen Kreuzungsbereich Wittinger Straße - B 3 herumgeführt, was ein aus hydraulischer Sicht besseres Anströmen der Unterführung unter der Wittinger Straße ermöglicht.

TABELLE 8 Übersicht über die Dimensionen in Variante 4 (Trassenführung Stand Mai 2007)				
lichte Weite der Brücke über				
Aller	Lachte	Freitagsgaben	Flutmulde	Anschlussstelle Lachtehausen
429 m	53 m	36 m	optimiert nach hydraulischen und ökologischen Kriterien	nach hydraulischen Kriterien optimiert

In enger Abstimmung mit den ökologischen Fachplanern (alw - Büro Dr. Thomas Kaiser, Beedenbostel) wurde die Mulde noch "ökologischer" optimiert, da aus den Ergebnissen in Variante 3 noch ökologisches Potential vorhanden war.

- Die Mulde (siehe BILD 6) beginnt ca. 150 stromauf der geplanten Brücke und endet ca. 400 m stromab der geplanten Brücke.
- Das vorhandene Gelände weist Höhen zwischen 38,6 mNN am Anfang der Mulde und 38,2 mNN am Ende der Mulde auf.



- Die Mulde wird gegliedert gestaltet. In weiten Teilen wird das Gelände auf ein Niveau von im Mittel 37,7 mNN abgegraben. Auf diesen Flächen soll sich überwiegend Röhricht und Uferstaudenfluren entwickeln können.
- In drei Bereichen soll eine Auwaldentwicklung initiiert werden.
- Am rechten (nördlichen) Rand der Flutmulde wird ein altarmähnliches Gewässer von ca. 20 m Breite angelegt, welches am Ende der Mulde an die Aller angebunden wird. Die Sohlentiefe wurde im Modell mit 35,5 mNN angenommen.
- Am Anfang wird die Mulde mit einem Rohrdurchlass an den vorhandenen Altarm angebunden, um eine gewisse Durchströmung des neuen "Altarmes" gewährleisten zu können. Für die Hochwasserentlastung ist diese Anbindung irrelevant. Bei ähnlichen Planungsvorhaben an der Aller im Raum Celle haben Grundwasseranalysen jedoch ergeben, dass ein genereller Wasseraustausch sinnvoll sein kann, um eine übermäßige Verockerung zu vermeiden.

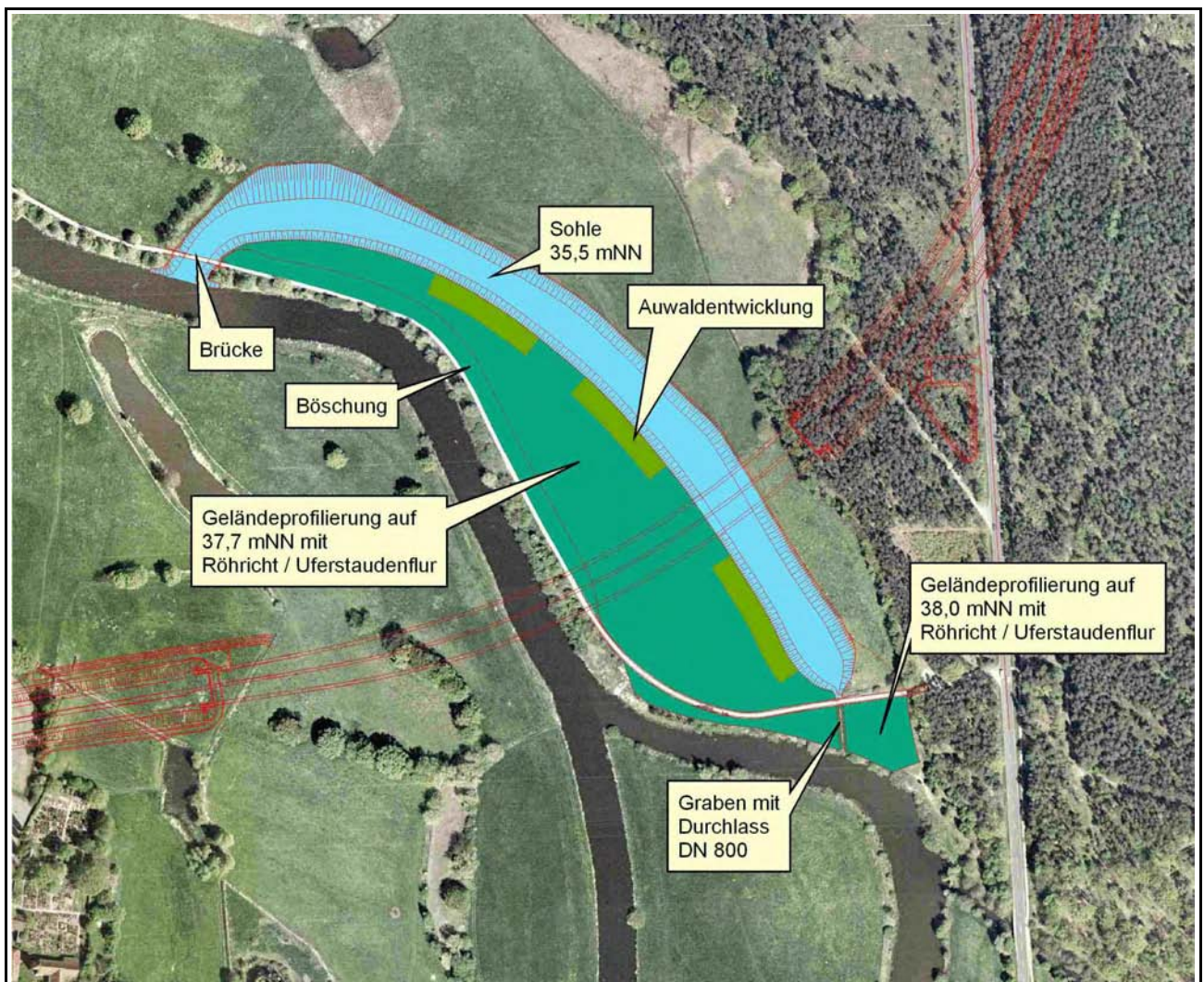


BILD 6 Variante 4: Lage der geplanten Flutmulde entlang der Aller



ANLAGE 7.1 zeigt die zu erwartenden Wasserstandsunterschiede zum Vergleichszustand.

Im Bereich des Brückenbauwerkes über den Freitagsgaben sind keine relevanten Veränderungen zu erwarten.

Im Bereich des Brückenbauwerkes über die Lachte ist unmittelbar stromauf des Bauwerkes nicht mehr mit einem Aufstau zu rechnen. Durch die neue Lage der Anschlussstelle Lachtehausen wird nun auch ein Rückstau in den Tockgraben und den Försterbach verhindert

Die Ermittlung der Überschwemmungsgrenzen erfolgte überwiegend auf Grundlage der Daten des digitalen Geländemodells (DGM5) der Landesvermessung + Geobasisinformationen Niedersachsen (LGN). Diese Daten bilden die Topografie durch Höhenkoten in einem Raster von 12,5 x 12,5 m ab. Insbesondere im Bereich von Siedlungsgebieten können die realen Höhenverhältnisse jedoch erheblich von denen des DGM5 abweichen, da auf einzelnen Grundstücken im Zuge von Baumaßnahmen und/oder Gartengestaltungen häufig Geländeprofilierungen vorgenommen wurden.

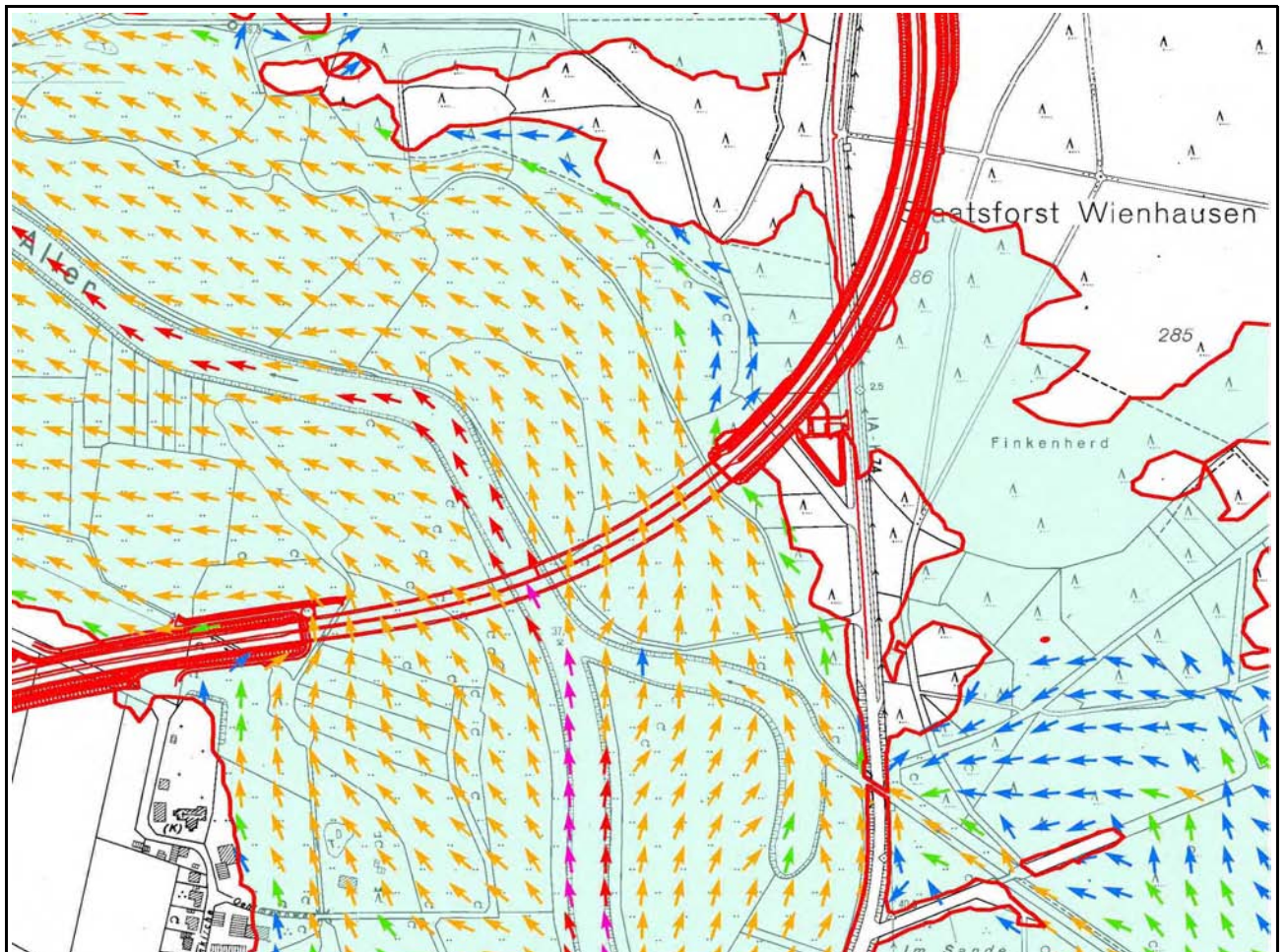
Aus diesem Grund wurden weitere Höhen aus der Trassenvermessung und den Schachtdeckeln in das Modell eingepflegt soweit sie aus hydraulischen Gründen notwendig waren.

Lokal kann es bei der Darstellung der aktuellen Betroffenheit immer noch zu Unstimmigkeiten kommen, doch sind die Auswirkungen der Maßnahme hinreichend genau wiedergegeben.

Stromauf des Brückenbauwerkes über die Aller ist auch mit Berücksichtigung der ökologischen Anforderungen an die Mulde mit einem Sunk von 1 bis 2 cm zu rechnen. Der Sunk beschränkt sich jedoch auf die siedlungsfreien Vorländer rechtsseitig der Aller.

Auf dem linken Vorland ist unmittelbar stromauf des Dammkörpers im Bereich des Friedhofes Altencelle mit einem lokalen Aufstau von 1 bis 3 cm zu rechnen. Dieser Aufstau resultiert überwiegend aus der leicht geänderten Trassenführung gegenüber den Varianten 1 und 2. In diesem Bereich wird darin jedoch keine relevante Zunahme der Hochwassergefahr gesehen.

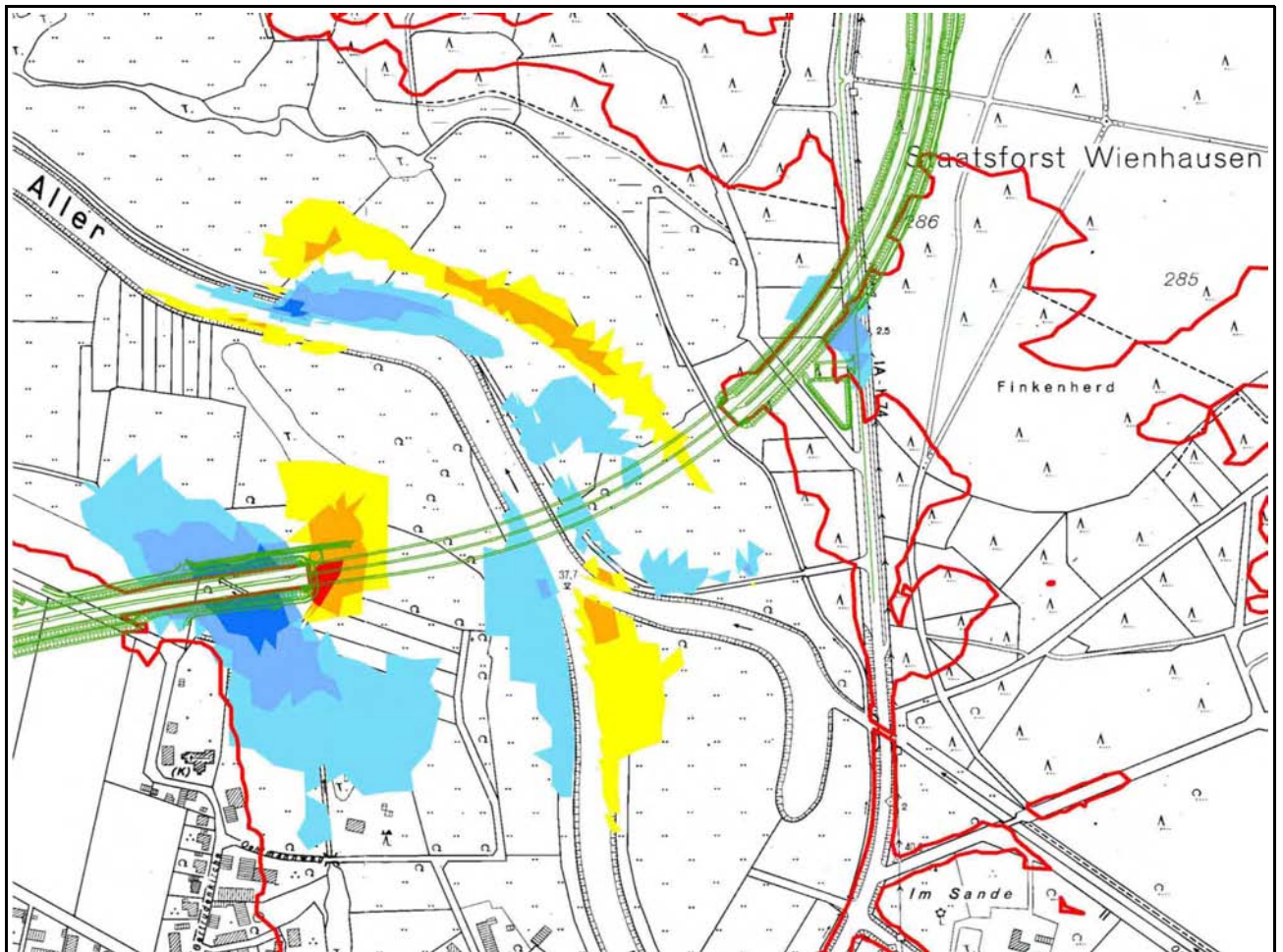
In den nachfolgenden BILDERN 7, 8, 9 und 10 ist für die einzelnen Brückenbauwerke das Fließverhalten im Detail dargestellt. Es ist zu erkennen, dass es auch bei den Fließgeschwindigkeiten sowohl in Bezug auf die Ausdehnung als auch auf den Betrag zu keinen maßnahmenbedingten Änderungen kommt. Im Bereich der geplanten Widerlager werden die Fließgeschwindigkeiten beim BHQ nicht über 0,5 m/s liegen. Daraus resultiert keine besondere Notwendigkeit für erosions-sichernde Maßnahmen in diesem Bereich.



Fließgeschwindigkeiten [m/s]



BILD 7 Variante 4: Fließverhalten im Bereich der geplanten Brücke über die Aller



Geschwindigkeitsdifferenzen [m/s]
zum Vergleichszustand

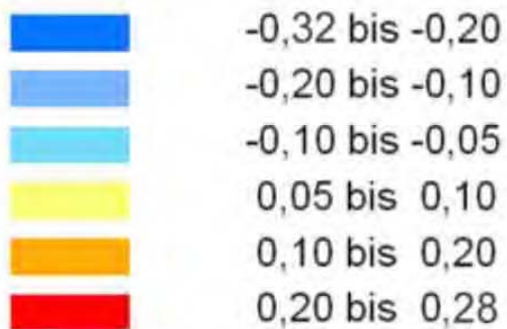
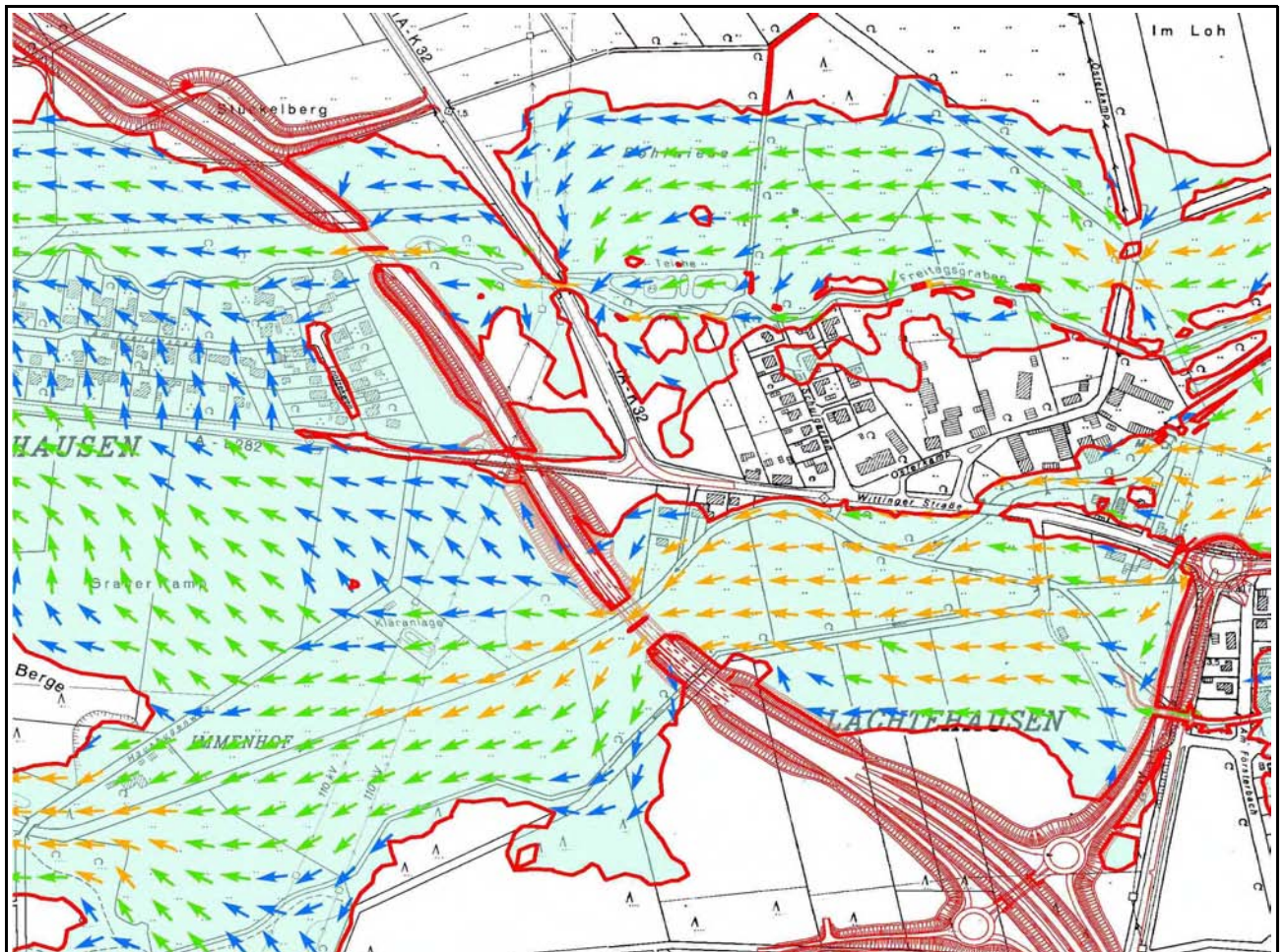


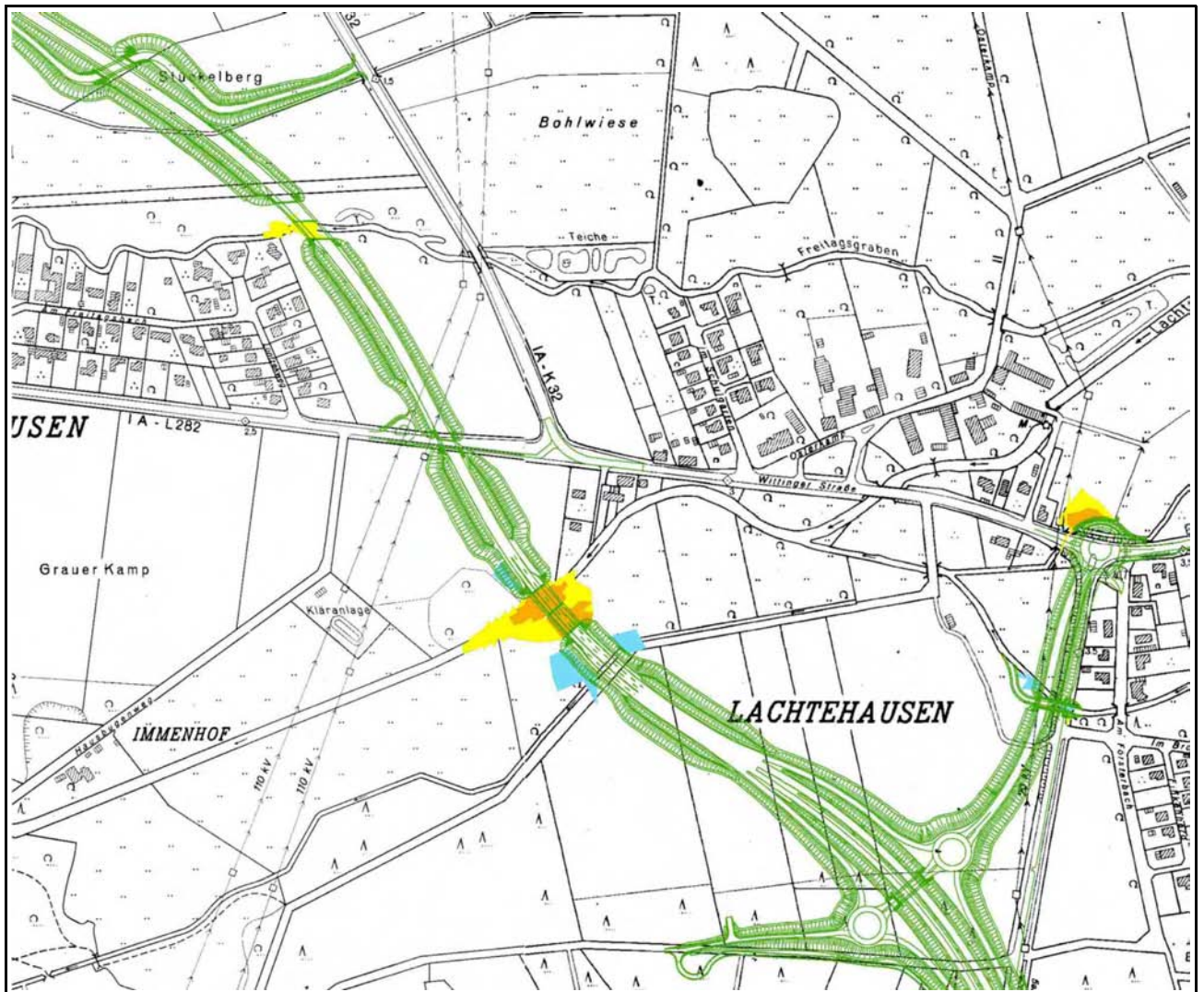
BILD 8 Variante 4: Fließgeschwindigkeitsdifferenzen zum Istzustand im Bereich der geplanten Brücke über die Aller



Fließgeschwindigkeiten [m/s]



BILD 9 Variante 4: Fließverhalten im Bereich der geplanten Brücken über die Lachte und den Freitaggraben



Geschwindigkeitsdifferenzen [m/s]
zum Vergleichszustand

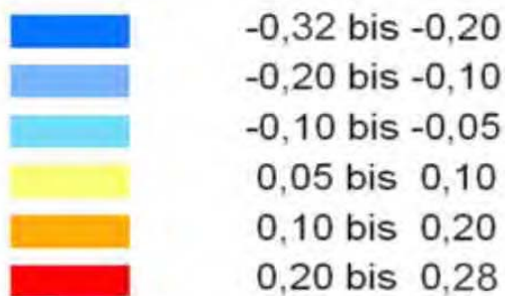


BILD 10 Variante 4: Fließgeschwindigkeitsdifferenzen zum Istzustand im Bereich der geplanten Brücken über die Lachte und den Freitaggraben



3.5.5 Variante 4a

Bei dieser Variante handelt es sich um eine Untervariante von Variante 4. Die Ergebnisse der hydraulischen Untersuchungen zur Variante 4 waren im Mai 2007 abgeschlossen und in einer Dokumentation dargelegt worden.

Im Rahmen weiterer Detailplanungen der Brückenkonstruktion über die Aller ergaben sich geringe Änderungen zur Anzahl und Lage der Brückenpfeiler unter Beibehaltung der lichten Gesamtbreite und somit der Lage der Widerlager. Der Trassenverlauf und die Dimensionierung der übrigen Brückenbauwerke blieben unverändert. Die entsprechenden Planunterlagen wurden durch die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Regionaler Geschäftsbereich Verden, PG OU Celle im Januar 2008 zur Verfügung gestellt.

BILD 11 zeigt die Veränderungen zur Variante 4 in einer Gegenüberstellung der Lage der Widerlager und Pfeiler der Allerbrücke aus den Varianten 4 und 4a.

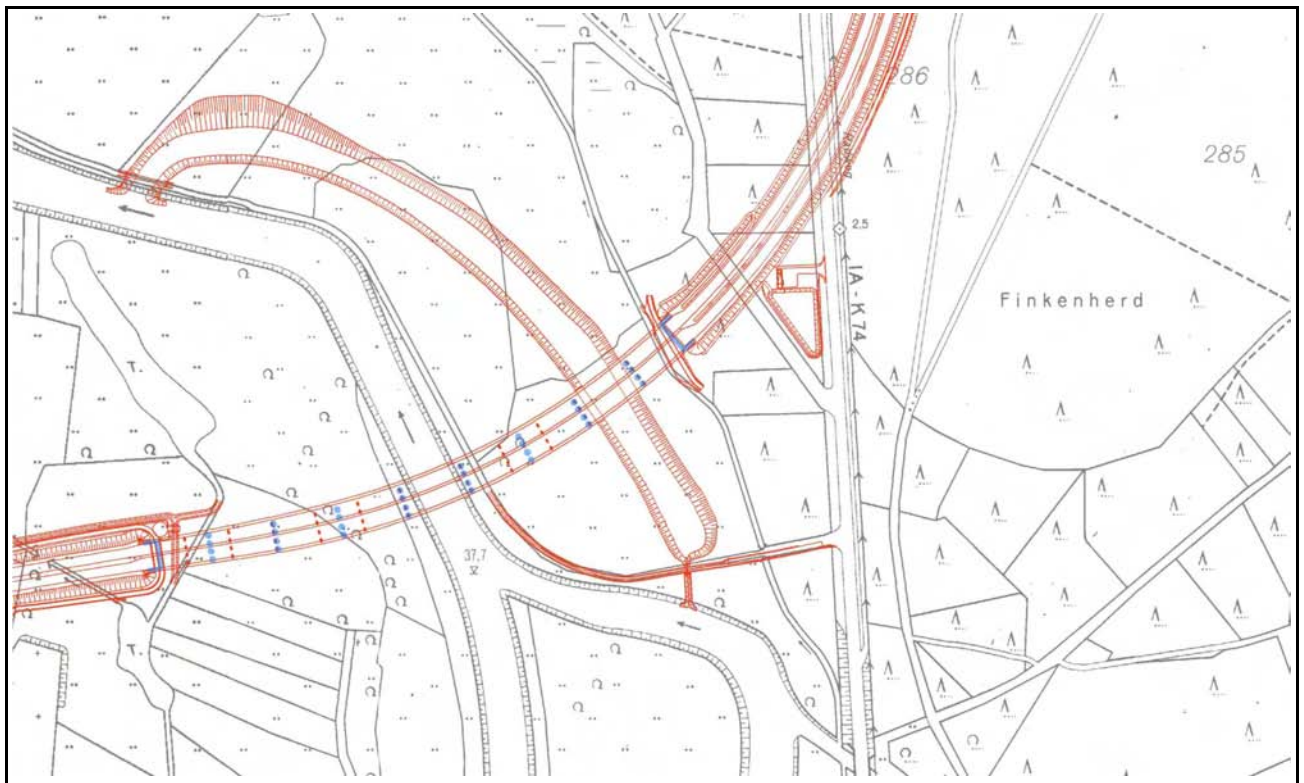


Bild 11 Lage des geplanten Brückenbauwerkes über die Aller (Stand 05/2007 und Stand 01 /2008)

Die Summe der einzelnen lichten Weiten zwischen den Pfeilern bzw. den Pfeiler und den Widerlagern ist in beiden Varianten gleich.



Die durch die neuen Pfeiler zunächst resultierende, sehr geringfügig Einschränkung des Abflussprofils wurden durch die Veränderung der Lage des linksseitigen Widerlagers kompensiert. Das für die Variante 4 berechnete Abflussverhalten und die ermittelten Veränderungen zum Istzustand können daher auf die Variante 4a übertragen werden.

3.6 Retentionsraumbetrachtung

Der geplante Straßendamm liegt fast durchgängig im Überschwemmungsgebiet der Aller, Lachte und des Freitaggrabens. Der Straßendamm beansprucht somit natürlichen Retentionsraum.

Der Retentionsraumverlust wurde anhand der vorliegenden Straßenentwurfsplanung sowie der Ergebnisse der Modellrechnungen zu Variante 4 ermittelt.

Hierzu wurde das Volumen des Dammkörpers mit den Wassertiefen beim BHQ verschnitten und ein Retentionsraumverlust von $\sim 27.000 \text{ m}^3$ ermittelt.

Der Gesamtverlust an Retentionsraum wurde „auf der sicheren Seite“ ermittelt. So ist z.B. eine Volumenreduzierung bei Berücksichtigung der Böschungsneigungen des Dammes unberücksichtigt geblieben.

Des Weiteren trennt der Damm in seinem Verlauf zwischen Altencelle und Kropshof einen Teil vom Überschwemmungsgebiet der Aller ab. Das betrifft ein Volumen von $\sim 36.000 \text{ m}^3$. Indem die Flächen südöstlich des Dammes durch eine Entwässerungsmulde unter der Brücke der B 3 über die K 74 an das Überschwemmungsgebiet der Aller angebunden werden, findet hier jedoch kein Retentionsraumverlust statt.

Durch das Anlegen der Flutmulde mit Altarmstruktur wird ein zusätzliches Retentionsvolumen von $\sim 33.000 \text{ m}^3$ geschaffen.

Stellt man Verlust und Zugewinn an Retentionsraum gegenüber, so fällt die Bilanz positiv aus. In der Summe werden $\sim 6.000 \text{ m}^3$ Retentionsraum gewonnen.



4 Zusammenfassung

Die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Regionaler Geschäftsbereich Verden, PG OU Celle plant die Verlegung der B3 im Raum Celle. Im 3. Bauabschnitt soll die Straße im Bereich Altencelle bis Lachtehausen auf einem Damm durch die Überschwemmungsgebiete der Aller, Lachte und des Freitaggrabens geführt werden. Die einzelnen Gewässer werden unterführt.

Zur Ermittlung des Einflusses der geplanten Straßenbaumaßnahme auf das Abflussgeschehen bei Hochwasser ($BHQ = HQ_{100}$) wurden Berechnungen mit einem zweidimensionalen mathematischen Strömungsmodell durchgeführt. 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.

Insgesamt wurden vier Varianten gerechnet, die in der TABELLE 9 dargestellt sind.

TABELLE 9 Übersicht über die Variantenrechnungen					
	Istzustand	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4 / 4a
Brücke Aller, lichte Weite	-	400 m	415 m	435 m	429 m
Brücke Lachte, lichte Weite	-	36 m	40 m	53 m	53 m
Brücke Freitagsgaben, lichte Weite	-	40 m	36 m	36 m	36 m
Flutmulde	-	nein	vorhanden	optimiert	weiter optimiert

Auf Grundlage erster konstruktiver Vorgaben des SBA Verden - PG OU Celle wurden für die geplante Trassenführung die notwendigen lichten Weiten der Brückenbauwerke bestimmt und diese in weiteren Modellrechnungen optimiert. Wesentliches Kriterium dabei war, dass die maßnahmenbedingten Auswirkungen auf das Hochwasserabflussgeschehen auf ein vertretbares Maß reduziert werden.

Diese Vorgaben führten letztlich zu den Dimensionen gemäß der Variante 4 / 4a. Der Straßendamm bewirkt hier nur noch vereinzelt und lokal einen geringen Aufstau im Zentimeterbereich. Augenscheinlich ist dadurch nicht mit einer relevanten Zunahme der Hochwassergefahr zu rechnen. Die maximale Fließgeschwindigkeit beim BHQ im Bereich der Brückenwiderlager liegt nicht über 0,5 m/s.

In der Summe aller geplanter Maßnahmen ist ein Zugewinn an Retentionsraum zu verzeichnen. Die Notwendigkeit eines Ausgleichs im Sinne des §93 NWG ist somit gegeben.



ANLAGEN

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | 1 | Übersichtskarte
Trassenführungen, Modellgrenze und Betrachtungsraum
Maßstab 1 : 25.000 |
| 2 | 1 | Variante 1 und Variante 2
Ausschnitt Finite Elemente Netz (Stand 08/2002)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 2 | 2 | Variante 3
Ausschnitt Finite Elemente Netz (Stand 12/2003)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 2 | 3 | Variante 4
Ausschnitt Finite Elemente Netz (Stand 05/2007)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 3 | 1 | Vergleichszustand
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Wasserstände (Stand 05/2007)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 3 | 2 | Vergleichszustand
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Wassertiefen (Stand 05/2007)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 3 | 3 | Vergleichszustand
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Fließverhalten (Stand 05/2007)
Maßstab 1 : 10.000 |
| 4 | 1 | Variante 1
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung ohne Mulde
Wasserstandsdifferenzen zum Vergleichszustand
Maßstab 1 : 10.000 |
| 5 | 1 | Variante 2
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung mit Mulde
Wasserstandsdifferenzen zum Vergleichszustand
Maßstab 1 : 10.000 |



ANLAGEN (FORTSETZUNG)

- | | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | Variante 3
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung mit Mulde
Wasserstands differenzen zum Vergleichszustand
Maßstab 1 : 10.000 |
| 7 | 1 | Variante 4
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung mit ökologisch optimierter Mulde
Wasserstands differenzen zum Vergleichszustand
Maßstab 1 : 10.000 |
| 7 | 2 | Variante 4
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung mit ökologisch optimierter Mulde
Wassertiefen
Maßstab 1 : 10.000 |
| 7 | 3 | Variante 4
HQ ₁₀₀ Aller am Pegel Celle
Trassenführung mit ökologisch optimierter Mulde
Fließverhalten
Maßstab 1 : 10.000 |