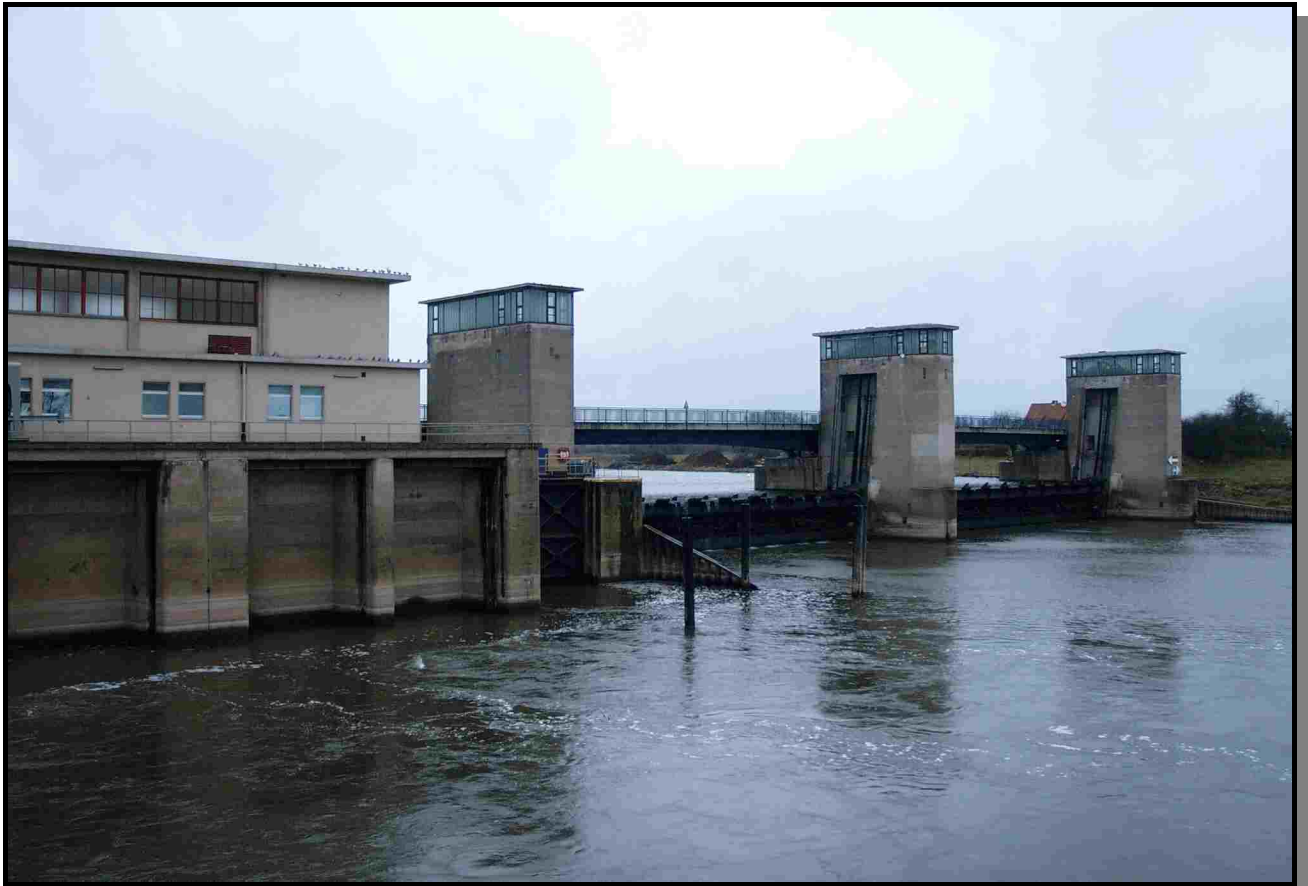


# Bestimmung der natürlichen Überschwemmungsgrenze für das Gewässer Mittelweser im Bereich der LK Nienburg, Verden und Diepholz

Schlussdokumentation  
**VORABZUG**



*Wehr / Staustufe Draakenburg*

*Quelle: S-L-F*

Aufgestellt am 06.04.2011 durch

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



**Projekt** Bestimmung der natürlichen Überschwemmungsgrenze  
für das Gewässer Mittelweser  
im Bereich der LK Nienburg, Verden und Diepholz

Projektnummer: 0181-2011-0028

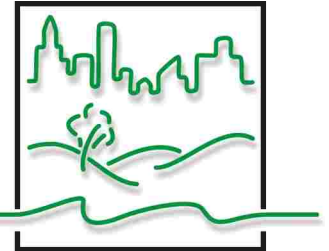
**Bearbeitung** Dipl.-Math. Ulrich Kiel  
Dipl.-Ing. Heiko Reuter  
Dipl.-Ing. Carsten Schwitalla

**Umfang** 29 Seiten, 13 Bilder, 9 Tabellen, 61 Anlagen

**Auftraggeber** NLWKN  
Betriebsstelle Verden  
Bürgermeister-Münchmeyer-Straße 6  
D-27283 Verden

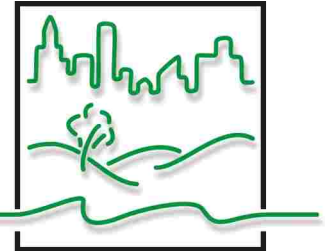
**Auftragnehmer** STADT-LAND-FLUSS  
INGENIEURDIENSTE GmbH  
Auf dem Hollen 12  
D-30165 Hannover

Tel: (0511) 35319-600  
Fax: (0511) 35319-609  
E-Mail: Hannover@S-L-F.de



## Inhaltsverzeichnis

KAPITEL	SEITE
<b>1</b>	<b>Anlass</b> ..... 1
<b>2</b>	<b>Untersuchungsschwerpunkte</b> ..... 3
2.1	Datenerfassung ..... 3
2.1.1	Allgemeines ..... 3
2.1.2	Beschaffung, Übernahme, Aufbereitung vorhandener analoger und digitaler Daten... 3
2.1.3	Beschaffung ergänzender Daten ..... 8
2.2	Berechnung der Überschwemmungsgebiete ..... 8
2.2.1	Aufbau einer Modellgeometrie und eines hydrodynamischen Modells ..... 8
2.2.2	Eingesetztes Hydrodynamisches 2D-Modell - HYDRO_AS-2D..... 9
2.2.3	Grundsätzliches zur Vorgehensweise..... 13
2.2.4	Bemessungsabflüsse ..... 13
2.2.5	Kalibrierung: Hochwasserereignis vom Januar / Februar 1995..... 25
2.2.6	Berechnung der Überschwemmungsflächen und Wassertiefen für $HQ_{100}$ ..... 28
<b>3</b>	<b>Ermittlung und Darstellung des ÜSG <math>HQ_{100}</math></b> ..... 29
 <b>BILDER</b>	
1	Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes ..... 2
2	Lage der Staustufen ..... 4
3	Lage der Pegel ..... 7
4	Beispiel für die variable Struktur des 2D-Modellnetzes ..... 10
5	Beispiel für die Ermittlung und Darstellung weiterer Informationen wie Profile und Abflussganglinien ..... 11
6	Beispiel für die Ermittlung und Darstellung von Schleppspannungen ..... 12
7	Ganglinien beim Hochwasser Januar / Februar 1995 für die Weserpegel ..... 19
8	Abflusspendenlängsschnitt Weser; Quelle Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen, NLÖ April 2003. .... 21
9	Systemskizze zur Überlagerung von Wellen..... 22
10	Systemskizze mit Lage der Q-Randbedingungen im Modell..... 24
11	$HQ_{1995}$ -Wellenverlauf am Einströmrand des Modells für die Weser, die Aller und die Große Aue. .... 25



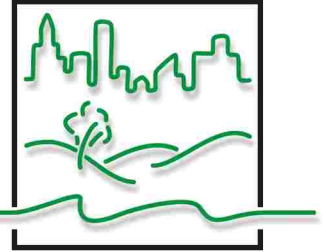
<b>BILDER (Fortsetzung)</b>	<b>SEITE</b>	
12	Kalibrierung mit dem Hochwasser vom Januar / Februar 1995 Vergleich gemessener und berechneter Ganglinien an den Pegeln. . . . .	27
13	HQ <sub>100</sub> -Wellenverlauf an den Rändern des Modells für die Weser, die Aller und die Große Aue. . . . .	28

**TABELLEN**

1	Wehre. . . . .	5
2	Schleusenkanäle. . . . .	5
3	Pegel. . . . .	7
4	Einzugsgebiete entlang der Weser im Betrachtungsraum gemäß Hydrografischem Atlas. . . . .	14
5	HQ <sub>100</sub> (stationär) nach Angaben des Abflusspendenlängsschnitts. . . . .	17
6	HW <sub>1995</sub> (stationär) nach Angaben des Abflusspendenlängsschnitts. . . . .	18
7	Annahmen im Modell für Kalibrierung (HW <sub>1995</sub> ) und HQ <sub>100</sub> (alle instationär). . . . .	23
8	Rauheitsparameter. . . . .	26
9	Kalibrierung: Gegenüberstellung berechneter und gemessener Wasserstände. . . . .	27

**ANLAGEN**

1	Blatt1-3	Übersichtskarte, Überschwemmte Bereiche und Blattschnitte der Lagepläne, Maßstab 1:100.000	
		LK Diepholz	Blatt 1
		LK Verden	Blatt 1
		LK Nienburg	Blatt 2, 3
2	Blatt 1-57	Lagepläne, Überschwemmte Bereiche bei einem HQ <sub>100</sub> (instationär), Maßstab 1 : 5.000	
		LK Diepholz	Blatt 1, 2, 3
		LK Verden	Blatt 2 - 24, 26
		LK Nienburg	Blatt 19, 20, 22, 23, 24, 26 - 57
3	Blatt 1	Längsschnitt der Weser, ohne Maßstab	



## **1 Anlass**

Der NLWKN - Betriebsstelle Verden hat die STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH (SLF) beauftragt, für das Gewässer Mittelweser im Bereich der Landkreise Nienburg, Verden und Diepholz das natürliche Überschwemmungsgebiet neu zu ermitteln.

Die Ermittlung der überschwemmten Gebiete soll durch Verschneidung von Daten zu Wasserpiegellagen aus dem Hochwasserschutzplan "Mittelweser Teil I" (HWSPL), aufgestellt durch die SLF mit dem zur Verfügung stehenden DGM der Landesvermessung sowie weiteren, im Rahmen der Vermessung erhobenen sowie sonstigen zur Verfügung gestellten Höhendaten erfolgen.

Die zum Verständnis der Datengrundlage und Methodik für das aktuelle Projekt relevanten Informationen wurden in den hier vorliegenden Bericht mit aufgenommen.

Das im Rahmen für die Untersuchung zum HWSPL betrachtete Modellbereich ist in der Übersichtskarte auf BILD 1 zu sehen.

Bestimmung der natürlichen Überschwemmungsgrenze  
für das Gewässer Mittelweser  
im Bereich der LK Nienburg, Verden und Diepholz

Schlussdokumentation vom 06.04.2011

VORABZUG

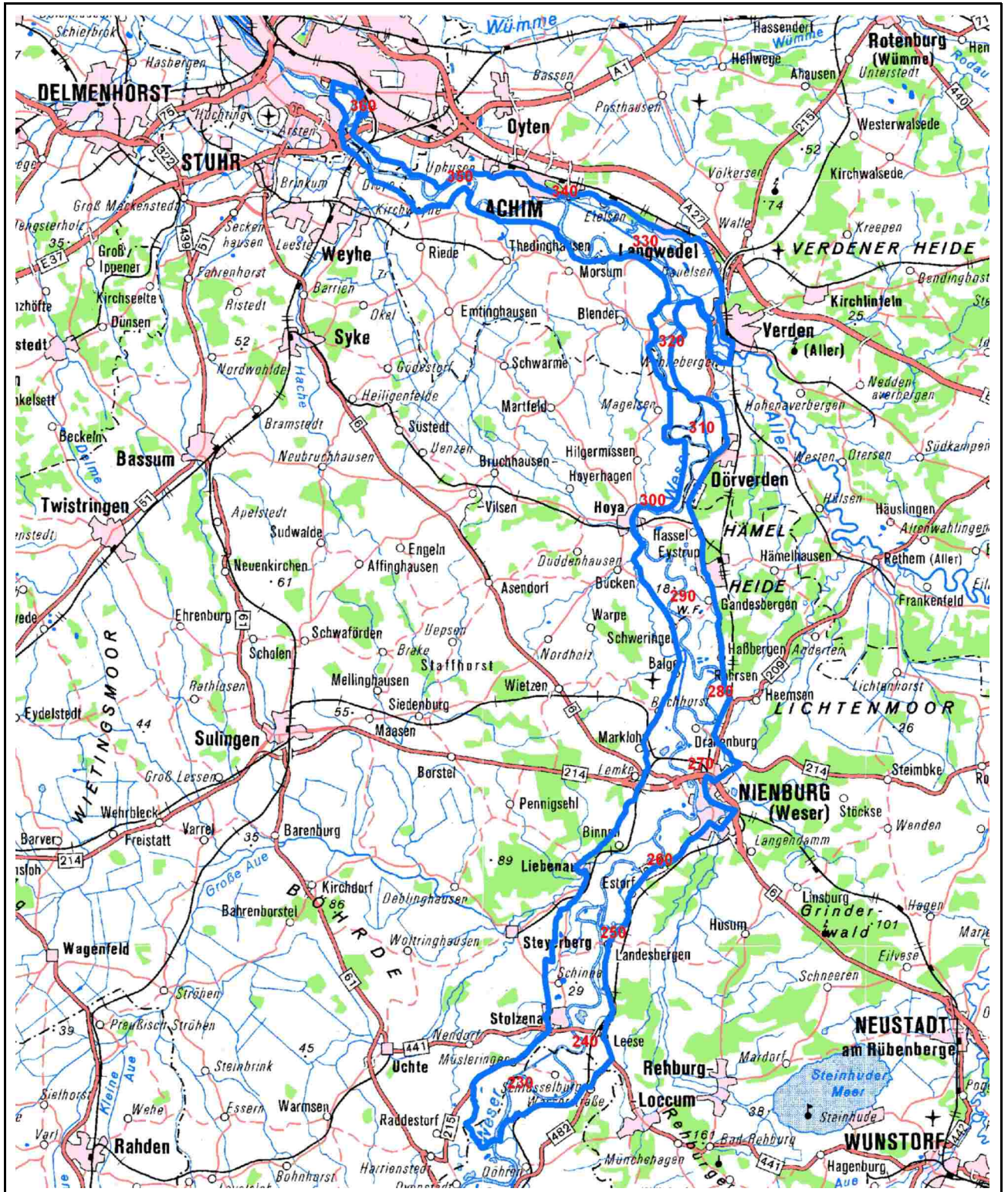
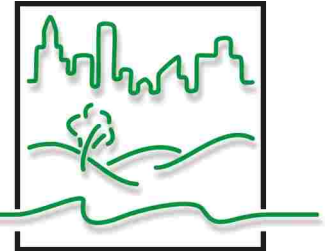


Bild 1 Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes

Kartengrundlage  
GLL ALGN



## 2 Untersuchungsschwerpunkte

### 2.1 Datenerfassung

#### 2.1.1 Allgemeines

Für die Bearbeitung des HWSPL standen die nachfolgend aufgeführten Unterlagen zur Verfügung bzw. wurden im Rahmen der damaligen Bearbeitung erhoben. Die in der hier vorliegenden Schlussdokumentation gemachten Verweise auf den Auftraggeber (AG) beziehen - sofern nicht anders beschrieben - auf den damaligen Auftraggeber des HWSPL "Mittelweser Teil I" Projektes.

#### 2.1.2 Beschaffung, Übernahme, Aufbereitung vorhandener analoger und digitaler Daten

Von den beteiligten Landkreisen wurden zu Projektbeginn jeweils digitale und analoge Grundlagendaten (Kartenwerke, Höheninformationen, wasserwirtschaftliche Planungen) zur Verfügung gestellt.

Die hydrodynamische Modellierung machte eine Einbeziehung wichtiger, in die Weser einmündender Nebengewässer erforderlich.

Für die im Landkreis Nienburg liegenden Nebengewässer "Uchter Mühlenbach", "Große Aue", Steinhuder Meerbach", Führser Mühlenbach" lag das für den Lastfall  $HQ_{100}$  ermittelte Überschwemmungsgebiet einschließlich der weiteren Modellergebnisse vor. Für die "Aller" im Landkreis Verden wurde für den Abschnitt Rethem bis zur Eisenbahnbrücke in Verden die ermittelten Überschwemmungsgebietsgrenzen, Lastfall  $HQ_{100}$ , übergeben. Auf dem Gebiet des Landkreises Nienburg wurde für den abflusswirksamen Bereich zwischen den maßgebenden Straßen (L351-B441, L201-B215, L203-B215) bzw. den Deichlinien das DGM5 (gerechnetes Raster und die in ihm vorhandenen Ausparungsflächen) und die Strukturinformationen auf Vollständigkeit und Genauigkeit geprüft. In kritischen Bereichen wurden Nachvermessungen vorgenommen.

Auf den Gebieten der Landkreise Diepholz und Verden befindet sich der abflusswirksame Bereich zwischen den gewidmeten Hochwasserdeichen.

Die der WSD Mitte in Hannover sowie dem WSA in Verden für das Modellgebiet vorliegenden Ergebnisse der Echolotpeilungen, die Weser-Profile mit Uferanschluss, die Daten zu den Querbauwerken der Weser wie Staustufen (siehe BILD 2), Wehre (siehe TABELLE 1), Schleusen (siehe TABELLE 2) sowie die Daten der planfestgestellten Ausbautiefen wurden vom AG in Abstimmung mit dem AN bestellt.

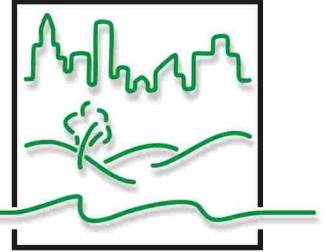






Tabelle 1 Wehre					
Name Weser-km	Wehrverschluss	Wehr-OK HW-Fall [mNN]	Stauziel [mNN]	Wehrfelder Wehrbreite [m]	HW-Handhabung
Hemelingen 362,153	Fischbauchklappen	1,50	4,50	5 Wehrfelder je 30,0	Automatischer Wasserstands- Durchflussmengenregler
Langwedel 329,396	Dreigurtschütz mit Fischbauchklappe	4,00	10,00	3 Wehrfelder links und mitte je 40,0 rechts 30,0	Stauaufhebung ab 4,7 m am Pegel Intschede
Dörverden 308,832	Kastenschütz mit Fischbauchklappe	8,75	14,60	3 Wehrfelder links 24,9 m mitte und rechts je 42,0	Stauaufhebung ab 6,61 m am Pegel Dörverden
Drakenburg 277,735	Dreigurtschütz mit Fischbauchklappe	14,80	21,00	2 Wehrfelder je 40,0	Stauaufhebung ab 20,46 mNN im UW
Landesbergen 251,962	Sektor Lx B x H 40 x 4,5 x 5,3	22,50	26,50	2 Wehrfelder je 40,0	Stauaufhebung ab 5,50 m am Pegel Liebenau
Schlüsselburg 236,600	Dreigurtschütz mit Fischbauchklappe	24,80	31,00	2 Wehrfelder je 40,0	Stauaufhebung ab 30,20 mNN im UW

Tabelle 2 Schleusenkanäle							
Lage	Kanallänge [km]	Kammerlänge [m]	Breite [m]	Hubhöhe [m]	Verschlussart	Baujahr	Funktelle
Langwedel	8,51	215,0	12,36	5,5	Stemmtore	1958	Weser-km 327,100
Dörverden	2,70	85,0 / 225,5	12,30	4,6	Stemmtore	1935 / 1912	Weser-km 308,300
Drakenburg	4,36	223,0	12,30	6,4	Stemmtore	1956	Weser-km 275,400
Landesbergen	2,22	221,0	12,30	5,5	Stemmtore	1960	Weser-km 250,200
Schlüsselburg	3,59	211,0	12,40	4,5	Stemmtore	1956	Weser-km 231,000



Von verschiedenen Institutionen lagen Aufzeichnungen zu Hochwässern und Hochwasserständen vor, wie z.B. bei

- Wasser- und Schifffahrtsdirektionen -verwaltungen (WSD-WSV)
- Gewässerkundlicher Landesdienst (GLD)
- Landkreise
- Kommunen.

In der Regel waren diese Aufzeichnungen nicht digital aufbereitet, lieferten jedoch nutzbare Informationen genutzt werden. Diese Daten wurden durch den AN bei den jeweiligen Dienststellen abgefragt, die verfügbaren Aufzeichnungen gesichtet und ggf. übernommen. Für das stromabliegende Ende des Untersuchungsbereiches wurden auch die wasserwirtschaftlichen Daten der tidebeeinflussten Unterweser (Wasserstände, Durchflussmengen etc.) abgefragt, um sie insbesondere bei den hydraulischen Modellrechnungen als Randbedingung mit einfließen lassen zu können.

Die Angaben zu den gewidmeten und nicht gewidmeten Deichen sowie zu den Verwallungen lagen beim AG bzw. den vom ihm genannten Quellen vor und wurden zur Verfügung gestellt.

Da sich die aktuelle Lage und Größe von vorhandenen und planfestgestellten Kiesabbauflächen aus den Grundkarten und Orthofotos nicht vollständig ermitteln ließ, wurden die fehlenden Angaben den entsprechenden Antragsunterlagen entnommen.

Die Angaben über die im Überschwemmungsgebiet liegenden Trinkwasserentnahmepunkte des Wasserwerkes Nienburg (Lage, Schutzzone II) wurden vom AG zur Verfügung gestellt.

Ebenso waren Informationen zu hochwassergefährdeten Kläranlagen und große Einleitungsstellen, die Rückstaugefährdung hervorrufen, bereits beim AG erfasst und wurden zur Verfügung gestellt. Die vom AG zur Verfügung gestellten Daten wurden in den Untersuchungen berücksichtigt und insbesondere in das GIS-Projekt eingepflegt.

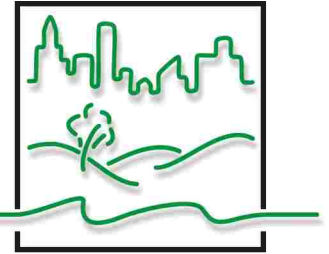
Vom AN wurden darüber hinaus die folgenden wasserwirtschaftliche Daten sowie Unterlagen zu vorhandenen Einrichtungen zum Hochwasserschutz beschafft:

- Pegel mit folgenden Daten: Lage, Einzugsgebiet, PNP, Ausstattung, W/Q Hüllkurven, Betreiber (siehe BILD 3 und TABELLE 3)
- neue Deichlinie (Dreye) im Rahmen der Deichsanierungsmaßnahme
- hochwasserrelevante Verkehrswege und insbesondere Informationen zum Zustand und Vorhandensein von Deichverteidigungswegen



Bild 3 Lage der Pegel

Pegel	Weser-km	Einzugsgebiet [km <sup>2</sup> ]	PNP [mNN]	Meldestufen [cm]		
				M1	M2	M3
Hemelingen	361,800	38.150	0,00			
Dreye	355,900	38.122	2,00		410	
Intschede	331,280	37.495	4,79	580	620	680
Dörverden	308,950	22.134	7,99	650	700	750
Hoya	298,400	22.104	11,17	550	600	650
Drakenburg	278,880	21.945	14,00	610	670	740
Nienburg	268,180	21.818	17,39	550	600	650
Liebenau	256,000	19.931	20,00	510	570	630
Stolzenau	243,390	19.872	23,52	500	560	590
Schlüsselburg	238,400	19.850	0,00			
Petershagen	215,737	19.603	29,99	590	650	710



Der AN hat bei den Trägern der Energieversorgung (E.ON Wasserkraft GmbH in Landshut, E.ON Energie in Lehrte, E.ON Avacon in Nienburg) und Nachrichtentechnik (E-Plus Mobilfunk GmbH & Co. KG in Düsseldorf, T-Mobil in Bonn, O<sub>2</sub> in Hamburg, Vodafone D2 GmbH in Düsseldorf) Informationen über hochwasserempfindliche Einrichtungen im Überschwemmungsgebiet angefragt. Für alle Unternehmen gilt jedoch in ähnlicher Weise, dass entsprechende Daten nicht auf Abruf bereit stehen sondern konkret für die Anfrage aufbereitet werden müssen. Zwar haben alle Angefragten signalisiert, entsprechende Informationen bereit stellen zu wollen. Bisher hat jedoch lediglich E-Plus die angeforderten Daten geliefert.

Die bisher von den Trägern zur Verfügung gestellten Daten wurden in den Untersuchungen berücksichtigt und insbesondere in das GIS-Projekt eingepflegt.

Für die Ermittlung der Wertebetroffenheit (Erfassung, Kennzeichnung und Beschreibung von Wohn-, Gewerbe-, Industrie- und öffentlichen Flächen im Überschwemmungsgebiet sowie im deichgeschützten Gebiet wurden ATKIS- Daten bzw. ALK/ALB verwendet. Diese Daten wurden vom AG nach einer Auswahlliste dem AN im ArcView-Format (.shp) zur Verfügung gestellt.

### **2.1.3 Beschaffung ergänzender Daten**

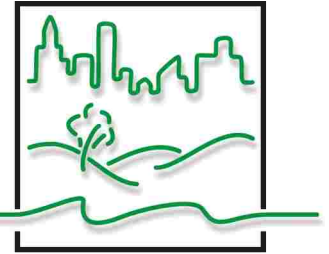
Für die vom AG vordefinierten, potenziell hochwasserempfindlichen Bereiche, für die der vorhandene Datenbestand nicht hinreichend genaue Angaben zu Lage und Höhe liefern konnte, wurden in enger Abstimmung mit dem AG Nachvermessungen durchgeführt. Die Nachvermessung konnte überwiegend mit einem GPS-Gerät erfolgen, da die Ermittlung von Lage- und Höhen mit einer Genauigkeit im Subdezimeterbereich gefordert war.

Die dadurch gewonnenen Daten wurden beim Aufbau der Modellgeometrie und des hydrodynamischen Modells mit berücksichtigt und sind im GIS dargestellt.

## **2.2 Berechnung der Überschwemmungsgebiete**

### **2.2.1 Aufbau einer Modellgeometrie und eines hydrodynamischen Modells**

Für die Mittelweser im Bereich der Landkreise Nienburg, Diepholz und Verden (Strom-km 228,000 bis 354,100) existierte zu Projektbeginn kein längendeckendes hydrodynamisches Hydraulikmodell.



Um die Überschwemmungsflächen in diesem Untersuchungsgebiet ermitteln zu können, war eine auf die Belange der zu erarbeitenden Hochwasserschutzplanungen zugeschnittene Modellgeometrie aufzubauen.

Zunächst war vom AG geplant, für diesen Bereich inklusive aller Schleusenkanäle, Schleusen, Wehre und Brücken unter Einbeziehung der o.g. Nebengewässer ein hydrodynamisches 1D-Modell aufzubauen. Im Rahmen des Entscheidungsprozesses zur Auftragsvergabe führte die fachliche Diskussion auf Auftraggeberseite zu der Entscheidung, die Untersuchungen mit einem hydrodynamischen 2D-Modell durchführen lassen zu wollen.

Das Modell wurde anhand eines bekannten Hochwasserereignisses instationär kalibriert. Sämtliche Modellparameter sowie die Methodik zum Aufbau der Modellgeometrie und des hydrodynamischen 2D-Modells sind detailliert und nachvollziehbar in den folgenden Kapiteln erläutert.

## 2.2.2 Eingesetztes Hydrodynamisches 2D-Modell - HYDRO\_AS-2D

Die Erfassung komplexer Strömungsverhältnisse war lange Zeit ausschließlich physikalischen Modellen vorbehalten. Mit der Weiterentwicklung der EDV traten die hydro-numerischen Abflussmodelle immer mehr in den Vordergrund.

Mittels eindimensionaler Abflussmodelle können erkennbar gerichtete Abflussverhältnisse gut modelliert werden. Die Grenzen sind jedoch bei Ausuferungen in Vorländer mit Rückströmung, Einengungen und Aufweitungen, Querströmungen etc. schnell erreicht. Bei derartigen Problemstellungen sollten unbedingt zweidimensionale Abflussmodelle eingesetzt werden.

Das in HYDRO\_AS-2D integrierte Verfahren basiert auf der numerischen Lösung der 2d- tiefengemittelten Strömungsgleichungen mit der Finite-Volumen Diskretisierung. Das eingesetzte explizite Zeitschrittverfahren sorgt dabei für eine zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs. Bei der Programmentwicklung wurden besonders hohe Anforderungen definiert und angestrebt, so dass das Verfahren möglichst viele der verschiedenen mathematisch-physikalischen Eigenschaften der tiefengemittelten Strömungsgleichungen exakt bzw. nahezu exakt beschreiben kann. Dadurch konnte die Genauigkeit der numerischen Lösung wesentlich verbessert werden.

Die neu entwickelte Methode wurde zunächst mit Messergebnissen aus unterschiedlichen Laborversuchen getestet, anschließend durch zahlreiche wasserwirtschaftliche Anwendungen geprüft und hat inzwischen die Bewertung als praktisch einsetzbar ohne Zweifel nachgewiesen.



Danach wurde das im HYDRO\_AS-2D eingesetzte Verfahren für praktische Ingenieur Anwendungen optimiert und weitestgehend angepasst. Das Modell ist frei am Markt verfügbar und wird von den Wasserbehörden des Landes/Bundes selbst als Prüfprogramm und für eigene Planungen eingesetzt (z.B. NLWKN, Wasserwirtschaftsämter in Bayern). Neben der Akzeptanz bei den Behörden wird dadurch auch die grundsätzliche Akzeptanz bei Dritten erhöht.

HYDRO\_AS-2D verwendet ein aus Vierecks- und Dreieckselementen bestehendes Berechnungsnetz. Die Verwendung eines solchen Netzes ermöglicht u.a. eine leichte Anpassung an die topographischen und die hydrodynamischen Gegebenheiten der jeweiligen Aufgabenstellung. Damit können z.B. die Fließ-, Deich- und Wegeverläufe relativ einfach und vor allem genau erfasst werden, was für den zu modellierenden Strömungsprozess eine entscheidende Rolle spielen kann.

Durch die große Anzahl der Berechnungselemente (bis mehrere hunderttausend) können die original Raster-Daten (z.B. DGM5 des LGN oder Daten aus Scannerbefliegungen) mit allen wichtigen Bruchkanten (z.B. Strukturdaten des LGN oder Sondervermessungen) in ihrer Form übernommen werden. Es erfolgt daher keine zusätzliche Interpolation, was die Modellierungsgenauigkeit wesentlich erhöht.

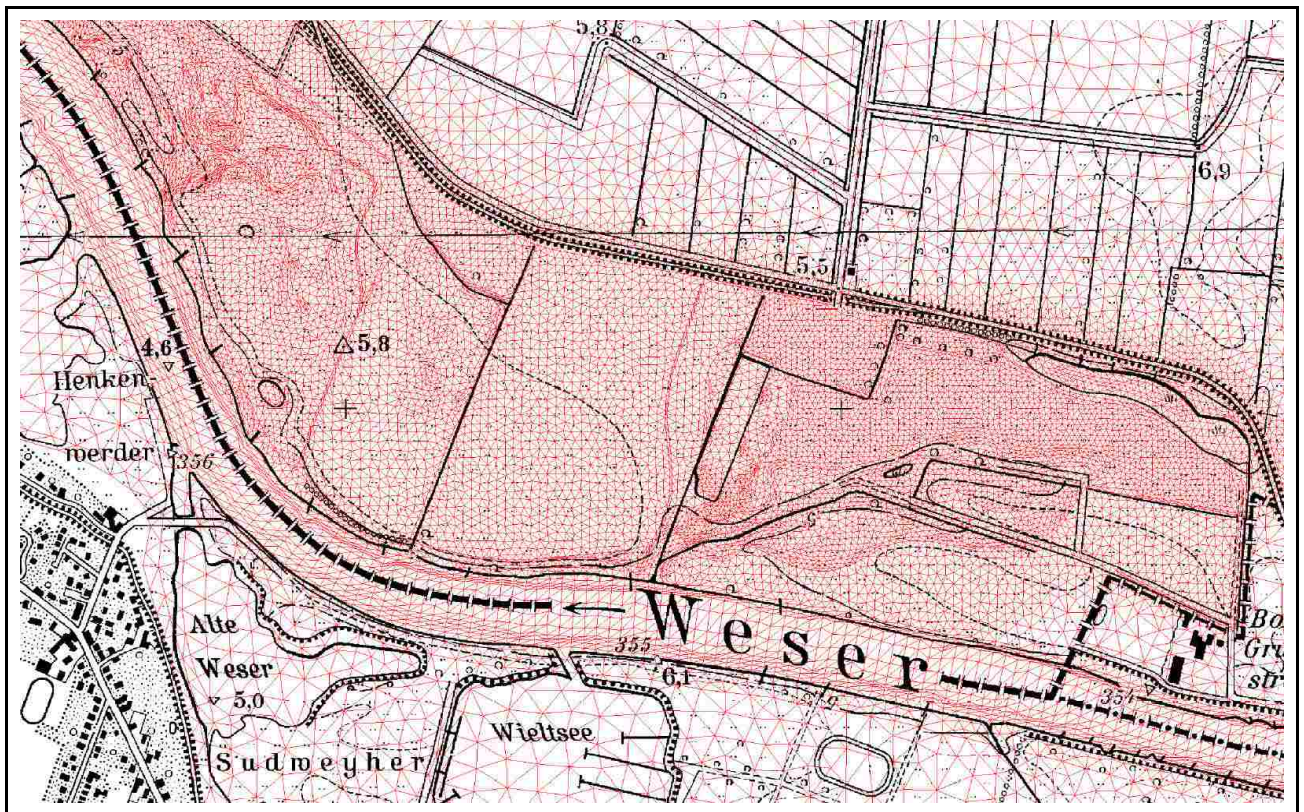
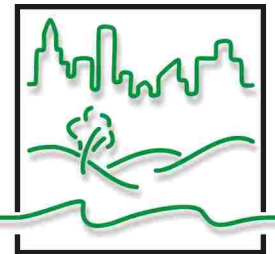
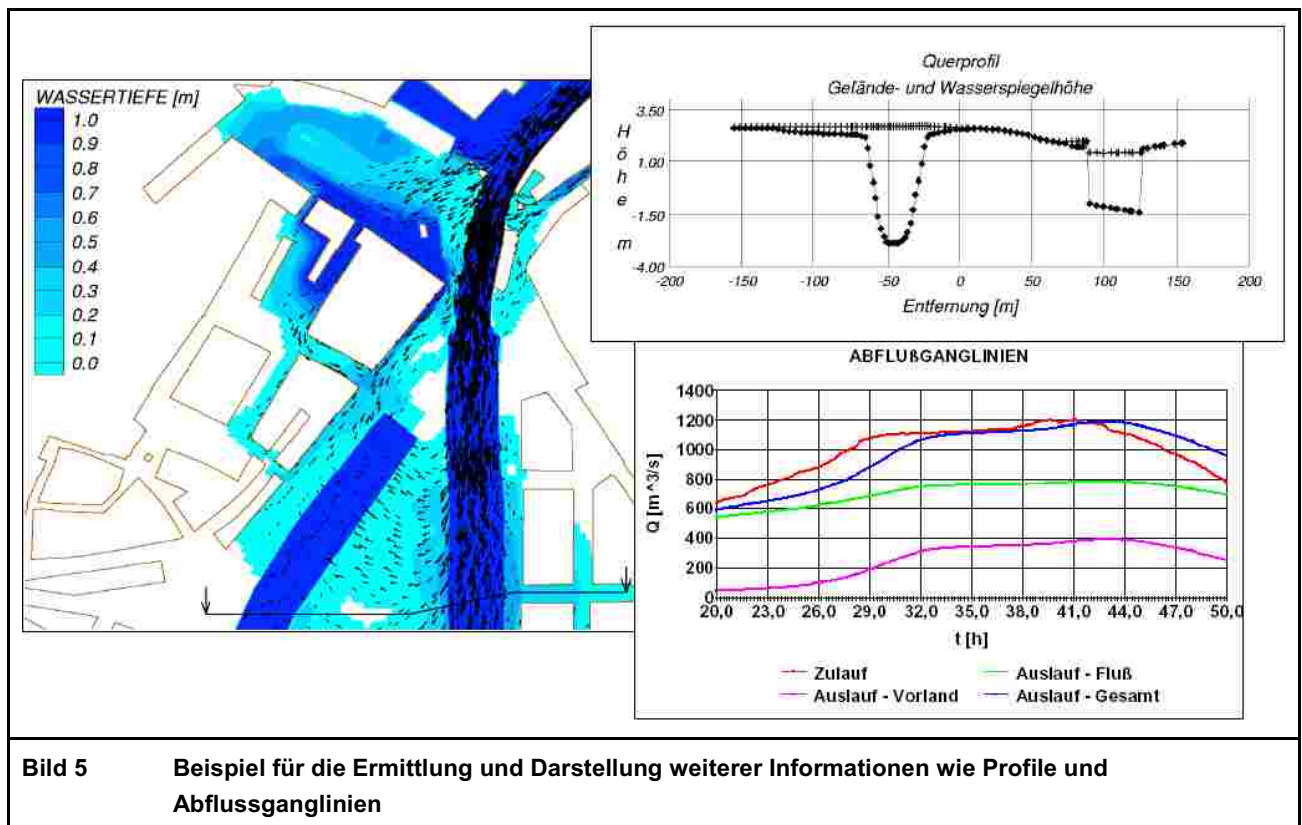


Bild 4 Beispiel für die variable Struktur des 2D-Modellnetzes



HYDRO\_AS-2D wurde an die Oberfläche des Programms SMS der Firma EMS-I (Utah, USA) gekoppelt. Die mittels SMS-Programm erzeugten Ausgabedateien dienen HYDRO\_AS-2D als Eingangsdaten. Die Berechnungsergebnisse werden wiederum mit SMS eingelesen und veranschaulicht dargestellt.

Die professionelle Oberfläche des Programms SMS ermöglicht dabei einen leichten Umgang mit verschiedenen Datenarten, eine schnelle Datenvisualisierung und -prüfung, eine komfortable Netzgenerierung und eine problemlose direkte Dateneingabe. Die Programmoberfläche von SMS wird von der Firma EMS-I gepflegt und ständig erweitert bzw. dem neuesten Entwicklungsstand angepasst.

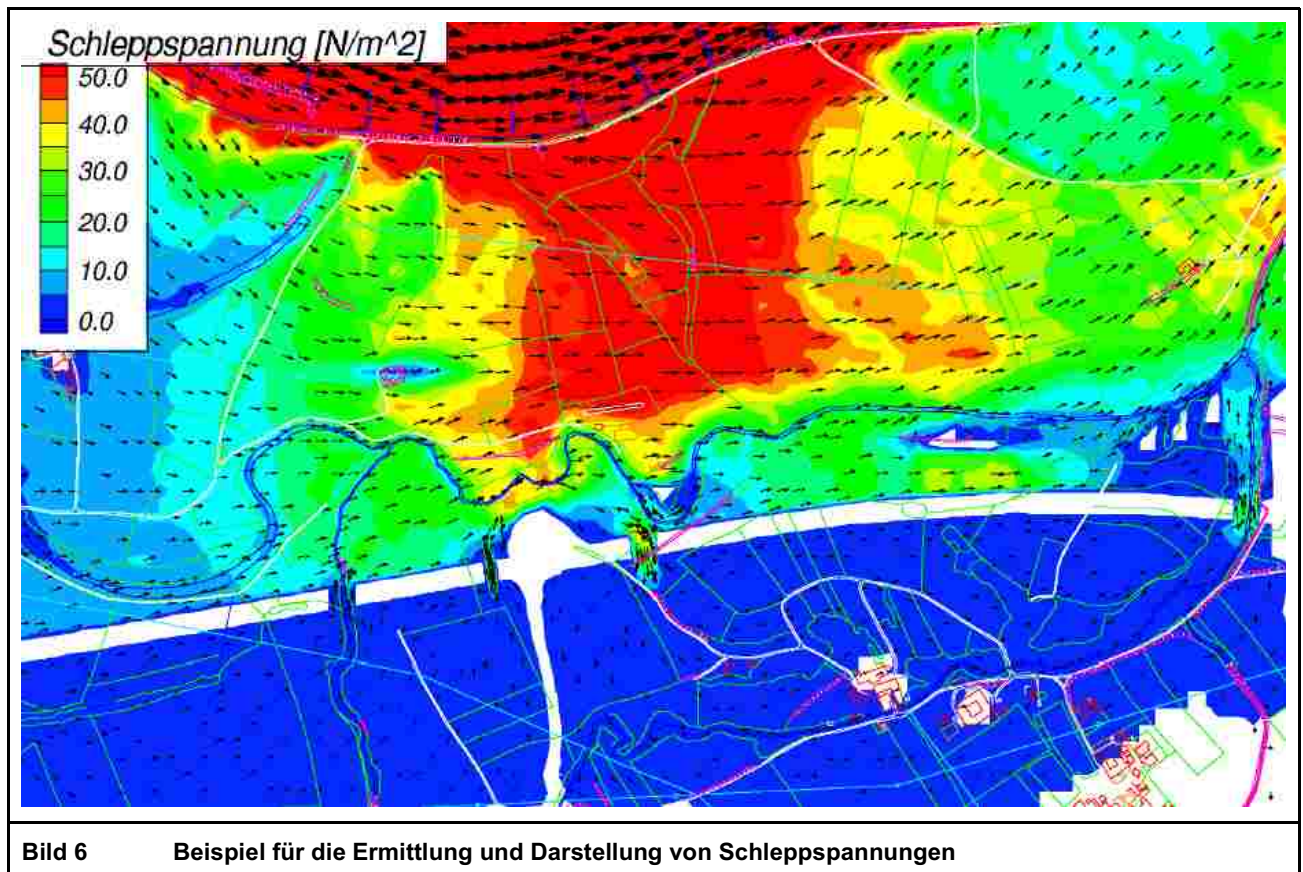


Das zeichnet HYDRO AS-2D aus:

- hohe Stabilität, Robustheit und Genauigkeit für ein breites Spektrum von Fließverhältnissen auf stark variierender Geländeform
- instationäre und volumentreue Simulation der Flutwellenausbreitung auf komplexem Gelände mit verschiedenen Zu- und Ablaufbedingungen



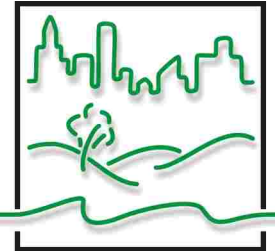
- Ermittlung von Durchflussaufteilung, Geschwindigkeits- und Schubspannungsverteilung sowie der Verteilung von Überflutungsdauer und -häufigkeit
- Pegelganglinien an beliebigen Stellen im Untersuchungsgebiet, Abflussganglinien an Kontrollquerschnitten des Untersuchungsgebiets



Das bietet HYDRO AS-2D:

- große Anzahl der Berechnungselemente (bis zu mehreren hunderttausend) bei geringer Rechenzeit
- leichte Anpassung an die topografischen und hydrodynamischen Verhältnisse durch die Bildung eines Berechnungsnetzes aus Dreiecks- und Viereckselementen
- Absicherung der Berechnungsergebnisse durch umfangreiche Labortests und wasserwirtschaftliche Anwendungen (z.B. Einsatz beim NLWKN (ehem. NLÖ) und den Wasserwirtschaftsämtern in Bayern) und einer Vielzahl von Planfeststellungsverfahren, Maßnahmen des Hochwasserschutzes, der Rohstoffgewinnung und des Verkehrswegebbaus in Niedersachsen.





- ❑ komfortable Handhabung des Programms durch die Kopplung an die (frei verfügbare) Software-Oberfläche SMS der Firma EMS-I.
  - leichte Handhabung von verschiedenen Datentypen
  - schnelle Datenvisualisierung und -prüfung
  - komfortable Netzgenerierung
  - direkte Dateneingabe
- ❑ Ein- und Ausgabefiles im zeichengetrennten ASCII-Format. Dadurch ist der Import der Daten in nahezu jedes andere Programm möglich und eine dortige Weiterverarbeitung sichergestellt.

### 2.2.3 Grundsätzliches zur Vorgehensweise

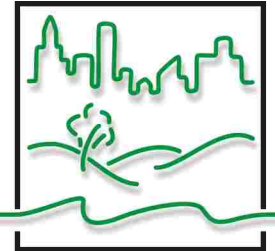
Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Ortslage Buchholz in Nordrhein-Westfalen (Weser-km 227) bis ans Weserwehr Bremen-Hemelingen einschließlich der Hochwasserabflussstrecke Werder-See - Alte Weser bis Wehr „Alte Weser“ (Weser-km 363) mit Übergang in den Tide-beeinflussten Bereich. Es hat somit eine Gesamtlänge von etwa 136 Weserfluss-km und eine Größe von ca. 283 km<sup>2</sup>.

Die Topografie wird durch die Netzstruktur des Finite-Elemente-Netzes mit ca. 330.000 Elementen bei einer mittleren Rasterweite von weniger als 30 m abgebildet. In den Bereichen, in denen hydraulische relevante Strukturen zu berücksichtigen sind (Deiche, Verwallungen, Straßen, Durchlässe etc.), ist das Raster entsprechend feiner.

Die flächenmäßige Verteilung der Rauheitswerte erfolgte auf Grundlage des Digitalen Landschaftsmodells (DGM50) der LGN unter zusätzlicher Auswertung der Digitalen Orthophotos (DOP). Das Variieren der entsprechenden Rauheitswerte erfolgte im Rahmen der Kalibrierung.

### 2.2.4 Bemessungsabflüsse

In der Regel werden zweidimensionale hydrodynamische Modellrechnungen für Gewässerabschnitte von Längen zwischen 5 bis 20 Flusskilometern eingesetzt. Beispiele aus dem Untersuchungsgebiet sind die Modellrechnungen für einzelnen Kiesabbauvorhaben oder Stadtentwicklungsmaßnahmen, wie in Hoya. Bei diesen kleinräumigen Betrachtungen werden die Modellrechnungen bisher nahezu ausnahmslos unter der Annahme stationärer Abflussbedingungen durchgeführt. Auch die Modellrechnungen zur Neuausweisung von Überschwemmungsgebieten wurden in den letzten Jahren, zumindest in Niedersachsen, ebenfalls unter der Annahme stationärer Abflussbedingungen durchgeführt.



Für die Ermittlung der entsprechenden Abflussspitzen ist in Niedersachsen der jeweilige Abflussspendenlängsschnitt aus "Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen, NLÖ April 2003" anzuwenden. Die (Teil-)Einzugsgebiete wurden aus dem Hydrografischen Atlas und den dazu gehörigen Daten ermittelt.

Dieser Längsschnitt stellt entlang des Gewässers jeweils die Spitzenabflussspenden über die Zunahme des Einzugsgebiets dar. Für einen instationären Hochwasserablauf und damit verbundene Retentionseffekte ist der Längsschnitt "nur" mit Einschränkungen nutzbar. Da aus dem Längsschnitt, der die Hq-100-Linie für das Hauptgewässer abbilden soll, die Zuströmmengen der Nebengewässer ermittelt werden müssen, ergeben sich bei langen Gewässerabschnitten Probleme.

Der jeweilige Abfluss  $Q$  [ $m^3/s$ ] wird anhand des Längsschnitts durch das Multiplizieren der Abflussspende  $q$  [ $l/s/km^2$ ] mit der Größe des Einzugsgebiets  $A_{E_o}$  [ $km^2$ ] ermittelt. Den Zufluss aus einem Nebengewässer beim  $HQ_{100}$  im Hauptgewässer erhält man, indem der Abfluss wie oben beschrieben für den Punkt (die Einzugsgebietsgröße) unmittelbar vor der Einmündung des Nebengewässers ermittelt wird und unmittelbar nach der Einmündung. Die Differenz dieser beiden Abflüsse ergibt die Zuflussmenge.

Dieser Ansatz führt teilweise dazu, dass die Zuflüsse aus den Nebengewässern negativ werden, also der Abfluss vor der Einmündung größer ist, als nach der Einmündung. Bei der Festlegung der Q-Randbedingungen im Modell müssten somit in dem Modell Wassermengen entzogen werden.

Die nachfolgenden TABELLEN 4 bis 6 sollen veranschaulichen, welche Aussagen sich an Hand des Abflussspendenlängsschnitts und des Hydrografischen Atlas treffen lassen und wie diese letztlich für die instationären Modellrechnungen modifiziert worden sind.

Tabelle 4 Einzugsgebiete entlang der Weser im Betrachtungsraum gemäß Hydrografischem Atlas						
Gebietskennzahl	Lage	Gebietsbezeichnung	Länge [km]	III [ $km^2$ ]	II [ $km^2$ ]	I [ $km^2$ ]
4	B	Weser - Weser	463,78			46.428,70
41	B	Weser - Quellfluss der Weser	12,28		5.496,12	5.496,12
411	B	Weser - von den Quellen bis oberhalb Mündung der Hasel (außerhessisch)	k.A.	646,65	646,65	
412	R	Hasel - von den Quellen bis zur Mündung in die Werra (außerhessisch)	k.A.	331,49	978,14	
413	B	Weser - von unterhalb Mündung der Hasel bis oberhalb Mündung der Ulster	k.A.	1.357,96	2.336,10	
414	B	Ulster - von den Quellen bis zur Mündung in die Werra	k.A.	421,47	2.757,57	

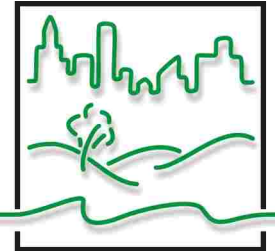


Tabelle 4 Einzugsgebiete entlang der Weser im Betrachtungsraum gemäß Hydrografischem Atlas						
Gebietskennzahl	Lage	Gebietsbezeichnung	Länge [km]	III [km <sup>2</sup> ]	II [km <sup>2</sup> ]	I [km <sup>2</sup> ]
415	B	Weser - von unterhalb Mündung der Ulster bis oberhalb Mündung der Hørsel	k.A.	474,26	3.231,83	
416	R	Hørsel - von den Quellen bis zur Mündung in die Werra (außerhessisch)	k.A.	780,24	4.012,07	
417	B	Weser - von unterhalb Mündung der Hørsel bis oberhalb Mündung der Wehre	k.A.	625,99	4.638,06	
418	L	Wehre - von den Quellen bis zur Mündung in die Werra	k.A.	451,70	5.089,76	
419	B	Weser - von unterhalb Mündung der Wehre bis oberhalb Mündung der Fulda	12,28	406,37	5.496,13	
42	L	Fulda - linksseitiger Zufluss der Weser	24,79		6.946,86	12.442,98
43	B	Weser - vom Zusammenfluss der Werra und Fulda bis Diemel	43,17		591,60	13.034,58
431	B	Weser - vom Zusammenfluss der Werra und Fulda bis Schede	3,45	7,02	7,02	
432	R	Schede - von Beginn bis Weser	13,19	48,73	55,75	
433	B	Weser - von Schede bis Nieme	15,14	77,07	132,82	
434	R	Nieme - Nieme	16,69	40,41	173,23	
435	B	Weser - von Nieme bis Schwülme	12,96	49,18	222,41	
436	R	Schwülme - von Beginn bis Weser	32,00	289,68	512,09	
437	B	Weser - von Schwülme bis Reiherbach	1,28	1,68	513,77	
438	R	Reiherbach I - von Beginn bis Weser	9,77	35,31	549,08	
439	B	Weser - von Reiherbach bis Diemel	10,34	42,52	591,60	
44	L	Diemel - Diemel	k.A.		1.759,92	14.794,50
45	B	Weser - von Diemel bis Werre	154,16		2.849,56	17.644,06
451	B	Weser - von Diemel bis Nethe	20,61	159,07	159,07	
452	B	Brucht - Brucht	50,43	459,88	618,95	
453	B	Weser - von unter, Nethe bis Lenne	48,10	517,67	1.136,62	
454	B	Lenne - von Beginn bis Weser	23,69	124,72	1.261,34	
455	B	Weser - von Lenne bis Emmer	16,11	125,44	1.386,78	
456	L	Emmer - Emmer	61,66	534,51	1.921,29	
457	B	Weser - von Emmer bis Exter	35,36	565,23	2.486,52	
458	L	Exter - Exter	26,09	108,59	2.595,11	
459	B	Weser - von Exter bis Werre	33,99	254,46	2.849,57	
46	L	Werre - Werre	k.A.		1.484,17	19.128,23
47	B	Weser - von Werre bis Aller	86,00		3.056,78	22.185,01
471	B	Weser - von Werre bis Bückeburger Aue (NRW)	k.A.	226,86	226,86	

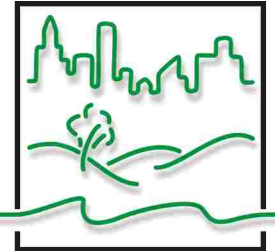
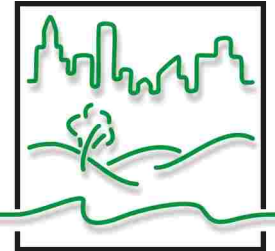


Tabelle 4 Einzugsgebiete entlang der Weser im Betrachtungsraum gemäß Hydrografischem Atlas						
Gebietskennzahl	Lage	Gebietsbezeichnung	Länge [km]	III [km <sup>2</sup> ]	II [km <sup>2</sup> ]	I [km <sup>2</sup> ]
472	R	Aue - Aue	46,92	173,04	399,90	
473	B	Weser - von Bückeburger Aue bis Gehle	k.A.	118,02	517,92	
474	B	Gehle - Gehle	27,01	163,30	681,22	
475	B	Weser - von Gehle bis Gr, Aue	22,81	127,69	808,91	
476	L	Große Aue - Große Aue	84,43	1.522,40	2.331,31	
477	B	Weser - von Große Aue bis Meerbach	4,15	7,96	2.339,27	
478	R	Steinhuder Meerbach - (Abfluss aus dem Steinhuder Meer) bis Weser	34,43	355,92	2.695,19	
479	B	Weser - von Meerbach bis Aller	59,04	361,60	3.056,79	
48	R	Aller - von Beginn bis Weser	214,79		15.721,01	37.906,02
49	B	Weser - von Aller bis zur Nordsee	125,55		8.522,67	46.428,69
491	B	Weser - von Aller bis Ochtum	53,14	496,88	496,88	
492	L	Ochtum - (im Oberlauf Südstedter Bach), von Beginn bis Weser	46,13	916,94	1.413,82	
493	B	Weser - von Ochtum bis Lesum	4,63	3,48	1.417,30	
494	R	Lesum - (im Oberlauf Wümme und Wümme-Südarm), von Beginn bis Weser	131,20	2.187,22	3.604,52	
495	B	Weser - von Lesum-Sperrwerk bis Hunte	14,83	233,03	3.837,55	
496	L	Hunte - von Beginn bis Weser (durchfließt den Dümmer)	173,39	2.635,27	6.472,82	
497	B	Weser - von Hunte bis Siel und Schöpfwerk Lune	18,91	532,99	7.005,81	
498	R	Lune - von Beginn bis Weser	41,42	383,36	7.389,17	
499	B	Weser - von Siel und Schöpfwerk Lune bis zur Nordsee (Verbindungsline Ecke Langwarder Grodendeich-Hauptdeich und Mündung Arenscher Bach)	34,04	1.133,50	8.522,67	

Für die weiteren Auswertungen wurden einzelne Zwischengebiete und kleinere Nebengewässer zusammengefasst (siehe farbliche Markierungen in den nachfolgenden TABELLEN 5 und 6). Die Genauigkeit der Ergebnisse des 2D-Modells, in das die hier ermittelten Abflüsse letztlich als Q-Randbedingungen eingesteuert werden, wird dadurch nicht eingeschränkt. Die Zuflüsse aus den kleinen Nebengewässern bzw. Zwischengebieten haben nur einen sehr geringen Anteil am Gesamt-abfluss der Weser, so dass ihre weitere Diskretisierung entbehrlich ist.

Bestimmung der natürlichen Überschwemmungsgrenze  
für das Gewässer Mittelweser  
im Bereich der LK Nienburg, Verden und Diepholz



Schlussdokumentation vom 06.04.2011

VORABZUG

Tabelle 5 HQ100 (stationär) nach Angaben des Abflusspendenlängsschnitts									
Gebiet	Bezeichnung	Lage	Station	Aeo	Σ Aeo	Aeo kum	hq <sub>100</sub>	HQ <sub>100</sub>	Q delta
			Weser-km	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
	Pegel Petershagen		215,770						
	<b>Einströmrund</b>			<b>19.644</b>	<b>19.644</b>	<b>19.644</b>	<b>100,0</b>	<b>1.964,4</b>	
474	Gehle	Rechts	228,600	163	212	19.856	99,4	1.973,7	9,3
	<i>Pegel Schlüsselburg</i>		236,600						
4751	Zg			49					
4752	Uchter Mühlenbach	Links	242,500	12	12	19.868	99,4	1.974,9	1,2
4753	Zg			12					
	<i>Pegel Stolzenau</i>		243,390						
4754	Alte Weser	Links	248,800	40	67	19.935	99,3	1.979,5	4,7
4759	Zg			15					
	<i>Pegel Liebenau</i>		256,000						
476	Große Aue	Links	263,000	1.522	1.530	21.465	93,6	2.009,1	29,6
477	Zg			8					
478	Steinhuder Meerbach	Rechts	267,200	356	385	21.850	91,0	1.988,4	-20,8
	<i>Pegel Nienburg</i>		268,180						
4791	Zg			29					
4792	Führser Mühlbach	Rechts	278,000	94	127	21.977	89,9	1.975,7	-12,6
	<i>Pegel Drakenburg</i>		278,880						
4793	Zg			32					
4794	Blenhorster Bach	Links	286,200	24					
4795	Zg			19					
4796	Bückener Mühlbach	Links	296,500	88	131	22.108	89,4	1.976,5	0,7
4797	Zg			6					
	<i>Pegel Hoya</i>		298,400						
4798	Mahler Graben	Rechts	303,900	15					
	<i>Pegel Dörverden</i>		308,950						
4799	Zg			54					
48	Aller	Rechts	326,400	15.721	15.801	37.909	77,2	2.926,6	950,1
4911	Zg			5					
	<i>Pegel Intschede</i>		331,280						
4912	Blender Emte	Links	334,200	37					
4913	Zg			10					
4914	Alte Aller	Rechts	339,000	78	132	38.041	77,0	2.929,2	2,6
4915	Zg			7					
4916	Eiter	Links	344,100	249	313	38.354	76,7	2.941,8	12,6
4917	Zg			2					
4918	Laufgr. Achim-Bierden	Rechts	347,500	8					
49191	Zg			13					
	<i>Pegel Dreye</i>		355,900						
49192	Arberger Kanal	Rechts	359,200	20					
49193	Zg (teilweise)			20					
	<b>Ausströmrund</b>					<b>38.354</b>	<b>76,7</b>	<b>2.941,8</b>	
	Pegel Hemelingen OW		361,800						

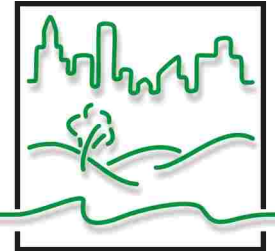
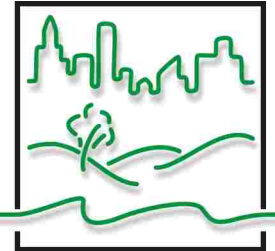


Tabelle 6 HW 1995 (stationär) nach Angaben des Abflusspendenlängsschnitts									
Gebiet	Bezeichnung	Lage	Station	Aeo	Σ Aeo	Aeo kum	hq <sub>1995</sub>	HQ <sub>1995</sub>	Q delta
			Weser-km	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
	Pegel Petershagen		215,770				68,5	1.342,4	
	<b>Einströmrund</b>			<b>19.644</b>	<b>19.644</b>	<b>19.644</b>	<b>68,1</b>	<b>1.337,8</b>	
474	Gehle	Rechts	228,600	163	212	19.856	65,5	1.300,6	-37,2
	<i>Pegel Schlüsselburg</i>		236,600				65,4		
4751	Zg			49					
4752	Uchter Mühlenbach	Links	242,500	12	12	19.868	65,0	1.291,4	-9,1
4753	Zg			12					
	<i>Pegel Stolzenau</i>		243,390						
4754	Alte Weser	Links	248,800	40	67	19.935	64,0	1.275,8	-15,6
4759	Zg			15					
	<i>Pegel Liebenau</i>		256,000				64,1	1.277,6	
476	Große Aue	Links	263,000	1.522	1.530	21.465	60,0	1.287,9	12,1
477	Zg			8					
478	Steinhuder Meerbach	Rechts	267,200	356	385	21.850	59,4	1.297,9	10,0
	<i>Pegel Nienburg</i>		268,180						
4791	Zg			29					
4792	Führser Mühlbach	Rechts	278,000	94	127	21.977	59,1	1.298,8	1,0
	<i>Pegel Drakenburg</i>		278,880				59,1	1.296,9	
4793	Zg			32					
4794	Blenhorster Bach	Links	286,200	24					
4795	Zg			19					
4796	Bückener Mühlbach	Links	296,500	88	131	22.108	59,0	1.304,4	5,5
4797	Zg			6					
	<i>Pegel Hoya</i>		298,400				59,0	1.304,1	
4798	Mahler Graben	Rechts	303,900	15					
	<i>Pegel Dörverden</i>		308,950				59,0	1.305,9	
4799	Zg			54					
48	Aller	Rechts	326,400	15.721	15.801	37.909	51,5	1.952,3	647,9
4911	Zg			5					
	<i>Pegel Intschede</i>		331,280				51,5	1.931,0	
4912	Blender Emte	Links	334,200	37					
4913	Zg			10					
4914	Alte Aller	Rechts	339,000	78	132	38.041	51,3	1.951,5	-0,8
4915	Zg			7					
4916	Eiter	Links	344,100	249	313	38.354	51,0	1.956,1	4,6
4917	Zg			2					
4918	Laufgr. Achim-Bierden	Rechts	347,500	8					
49191	Zg			13					
	<i>Pegel Dreye</i>		355,900						
49192	Arberger Kanal	Rechts	359,200	20					
49193	Zg (teilweise)			20					
	<b>Ausströmrund</b>					<b>38.354</b>	<b>51,0</b>	<b>1.956,1</b>	
	Pegel Hemelingen OW		361,800						



Die oben beschriebenen Q-Werte für die einzelnen Teileinzugsgebiete mussten für die instationären Modellrechnungen weiter modifiziert werden. Erfahrungsgemäß fallen die Hochwasserspitzen von Nebengewässern nicht mit denen der in den Hauptgewässern zusammen. In der Regel sind die Wellen der Nebengewässer bereits durchgelaufen.

Der Wellenverlauf zum Hochwasser vom Januar / Februar 1995 war für die Weser, die Aller und die Große Aue in Ganglinien dokumentiert. Die Bemessungswellen ergeben sich aus den Pegelaufzeichnungen zu diesem Ereignis. Die entsprechenden Daten wurden für die Pegel Petershagen, Stolzenau, Liebenau, Nienburg, Drakenburg, Hoya, Dörverden, Intschede, Dreie und Hemelingen von der BfG Karlsruhe, der WSD Nordwest und dem WSA Verden zur Verfügung gestellt.

Für die Nebengewässer gab es keine bzw. keine verlässlichen Pegelaufzeichnungen zu dem Hochwasserereignis. Ihr Anteil, bezogen auf den Abfluss in der Weser, ist jedoch von sehr untergeordneter Bedeutung. Anhand des Abflussspendenlängsschnitts und den jeweiligen Einzugsgebietsgrößen wurde der Anteil abgeschätzt (siehe TABELLE 7) und im Rahmen der Kalibrierung überprüft. Diese Zuflussmengen blieben im Rahmen der Berechnungen über die Zeit konstant.

BILD 7 zeigt die aufbereiteten Daten als Ganglinien für die einzelnen Pegel beim Hochwasserereignis Januar/Februar 1995.

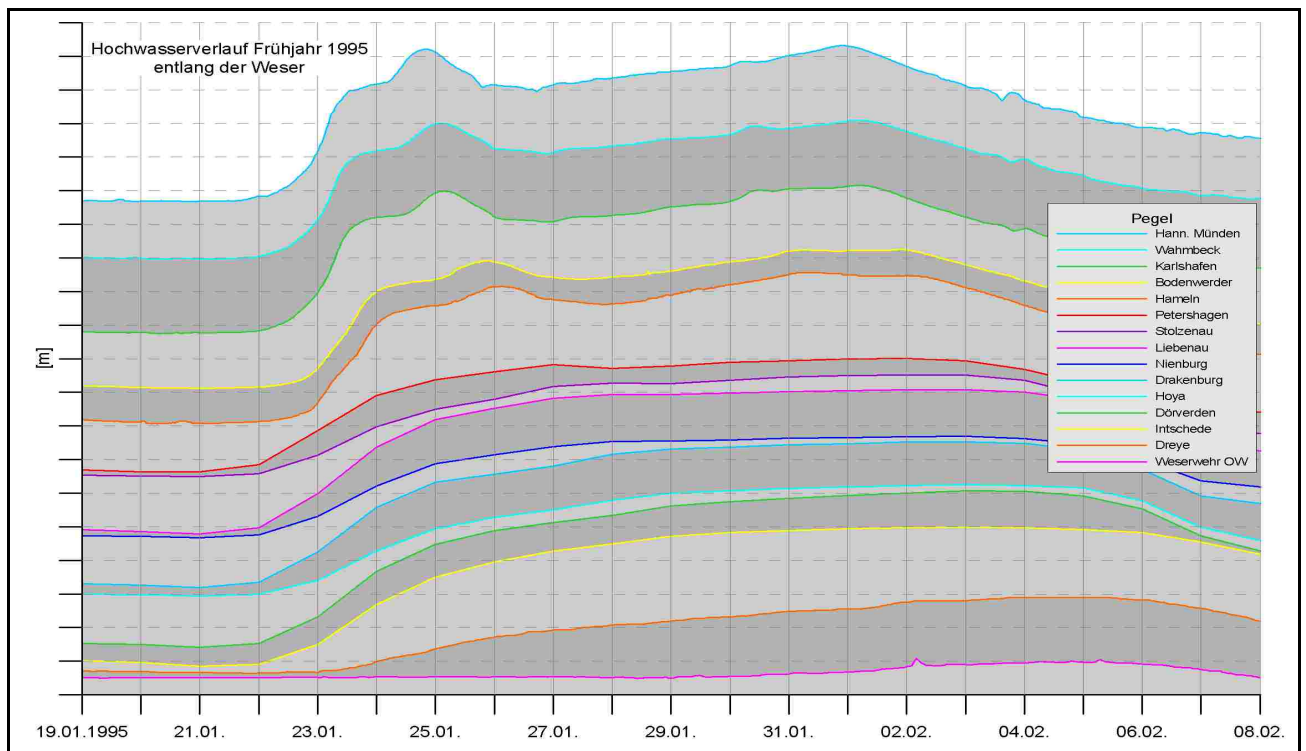
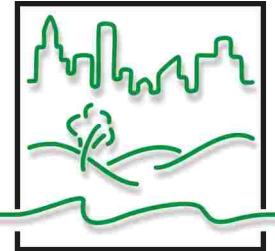


Bild 7 Ganglinien beim Hochwasser Januar / Februar 1995 für die Weserpegel



Um alle Ganglinien innerhalb eines Diagramms darzustellen, wurde der jeweilige Bezugspunkt in [mNN] verschoben. Die relativen Höhen in [m] wurden beibehalten, so dass der "echte" Wasserstandsverlauf erhalten bleibt.

Während die Ermittlung der Abflussspitze für stationäre Berechnungen mit rein statistischen Ansätzen möglich ist (eine hinreichend lange Messreihe zu echten Abflussereignissen vorausgesetzt), muss für instationäre Berechnungen auch der Wellenverlauf prognostiziert werden. Da es sich bei dem HW-Ereignis  $HQ_{100}$  um ein statistisches Ereignis handelt, liegen entsprechende "echte" Daten nicht vor.

Im Kapitel zur Kalibrierung wurde die Datensituation zum Hochwasser vom Januar / Februar 1995 bereits ausführlich beschrieben. Analog zur Vorgehensweise bei der Kalibrierung wurden der Wellenverlauf am Einströmrand des Modells für die Weser, die Aller und die Große Aue - was die Zeitachse betrifft - beibehalten. Die Wellen wurden jedoch auf die jeweils über den Abflussspendenlängsschnitt dokumentierten Spitzenabflüsse beim  $HQ_{100}$  normiert (Strecken der Welle).

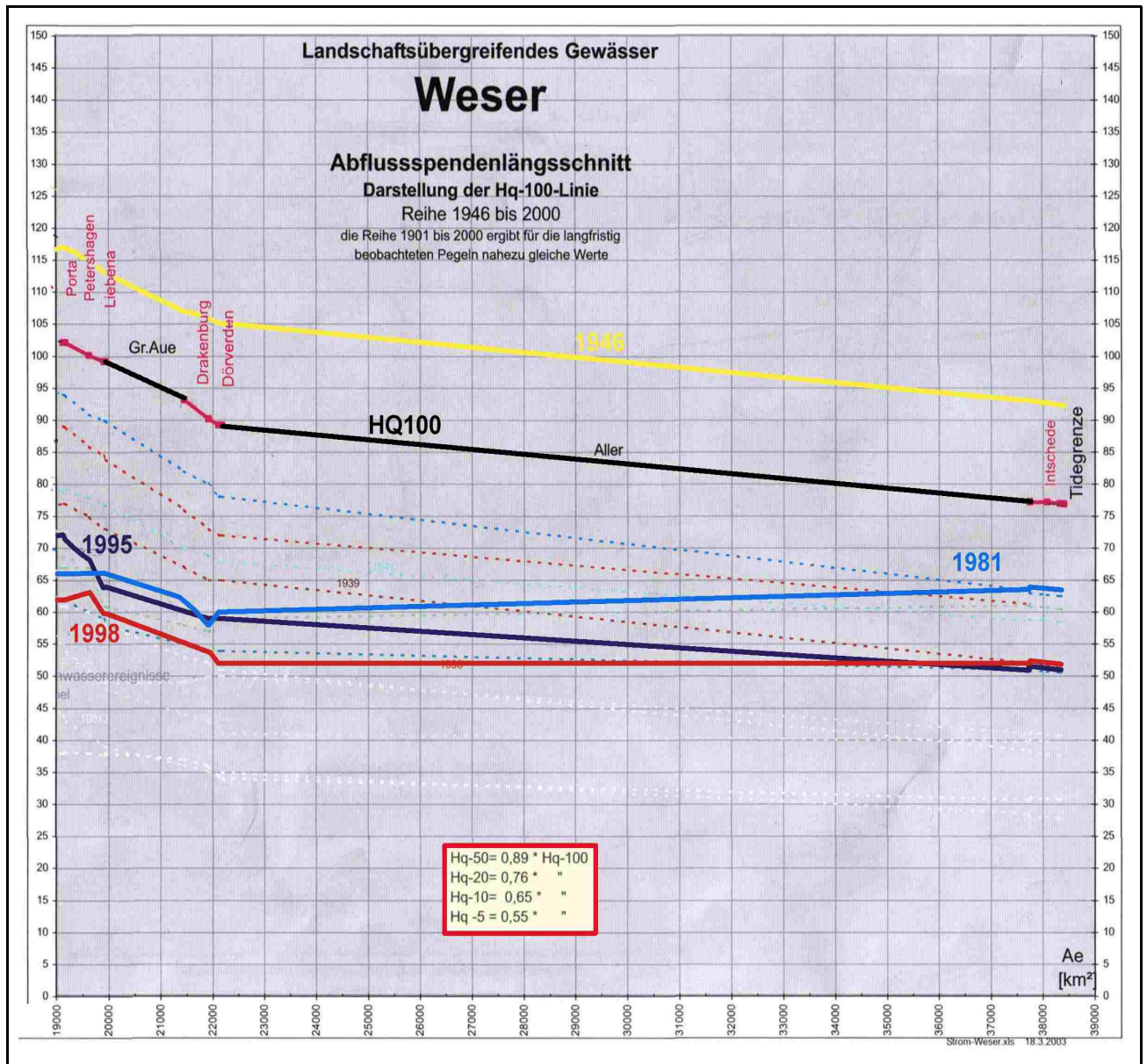
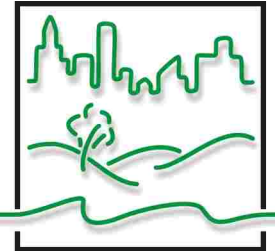
Der sich daraus ergebene Faktor von 1,5 wurde auch angewandt für die Ermittlung der  $HQ_{100}$ -Zuflüsse aus den Nebengewässern, da für diese keine bzw. keine verlässlichen Pegelaufzeichnungen zu Hochwasserereignissen vorlagen. Die Zuflussmengen bleiben im Rahmen der Berechnungen über die Zeit konstant.

Dabei wurde wie folgt vorgegangen. Durch Aufzeichnungen an den Pegeln beim Hochwasserereignis vom Januar/Februar 1995 ließen sich grundsätzliche Aussagen zum Auf- und Ablaufen der Hochwasserwellen machen. Es wurde unterstellt, dass es sich bei diesem HW-Ereignis um ein typischen Hochwasserereignis handelt.

Das nächste BILD 8 zeigt im Abflussspendenlängsschnitt die jüngeren Hochwasserereignisse im Vergleich zum  $HQ_{100}$  und dem Hochwasser von 1946.

Während bei den Ereignissen von 1981 und 1998 die Aller überproportional am Abflussgeschehen beteiligt war, entspricht der Abflussspendenverlauf beim Hochwasser 1995 grundsätzlich dem der Ereignisse  $HQ_{100}$  und dem im Jahr 1946.



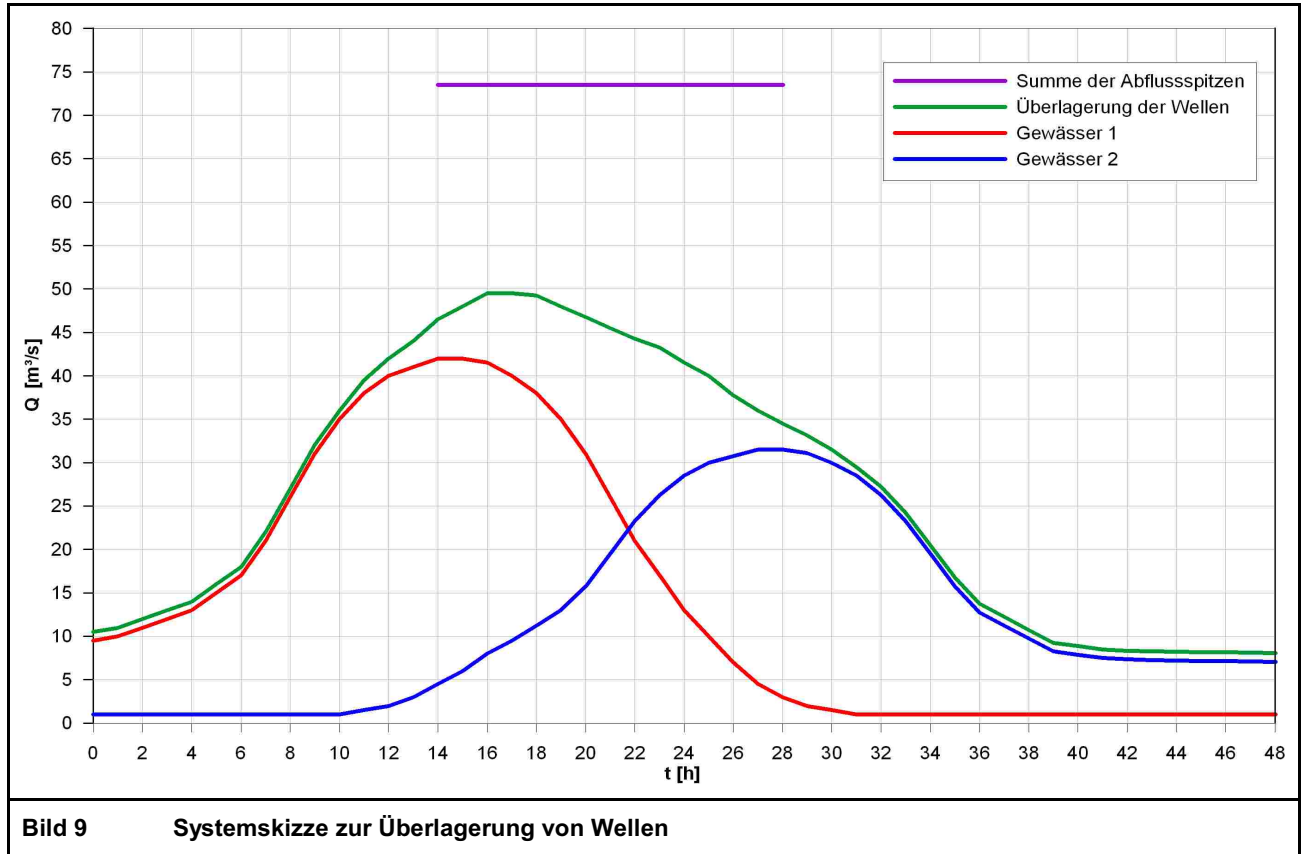


**Bild 8** Abflusspendenlängsschnitt Weser

Quelle: Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen, NLÖ April 2003

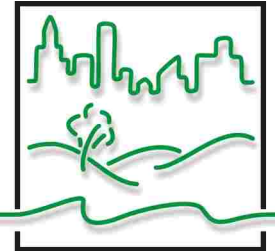
Die letztlich gewählten Mengen und Wellen wurden während der Bearbeitung dem AG und weiteren fachlich Beteiligten präsentiert und abgestimmt.

Bei der instationären Betrachtung fallen durch die zeitliche Verlagerung die Spitzen nicht zusammen. BILD 9 soll veranschaulichen, dass bei der Überlagerung von Wellen der Spitzenabfluss i.d.R. kleiner ist, als die Summe der jeweiligen Abflussspitzen.



Für alle Variantenrechnungen musste noch die Vorfüllung des Modells ermittelt werden, also eine Wasserverteilung zu Beginn des jeweils zu betrachtenden Hochwassers. Hierzu wurde die Abflusssituation unter der Annahme stationärer Abflussbedingungen jeweils mit dem Abfluss berechnet, der für den Beginn der betrachteten Hochwasserwelle bekannt war bzw. ermittelt wurde.

Bestimmung der natürlichen Überschwemmungsgrenze  
für das Gewässer Mittelweser  
im Bereich der LK Nienburg, Verden und Diepholz



Schlussdokumentation vom 06.04.2011

VORABZUG

Tabelle 7 Annahmen im Modell für Kalibrierung (HW <sub>1995</sub> ) und HQ <sub>100</sub> (alle instationär)								
Gebiet	Bezeichnung	Lage	Station	HW <sub>1995</sub>	Q delta	Faktor	HQ <sub>100</sub>	Q delta
		Weser-km		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
	Pegel Petershagen		215,770					
	<b>Einströmrund</b>			<b>1.324,0</b>		1,5	<b>1.987,0</b>	
474	Gehle	Rechts	228,600	1.328,6	4,6	1,5	1.993,9	6,9
	Pegel Schlüsselburg		236,600					
4751	Zg							
4752	Uchter Mühlenbach	Links	242,500	1.328,9	0,3	1,5	1.994,4	0,5
4753	Zg							
	Pegel Stolzenau		243,390					
4754	Alte Weser	Links	248,800	1.330,8	1,9	1,5	1.997,2	2,8
4759	Zg							
	Pegel Liebenau		256,000					
476	Große Aue	Links	263,000	1.423,5	92,7	1,5	2.136,3	139,1
477	Zg							
478	Steinhuder Meerbach	Rechts	267,200	1.429,2	5,8	1,5	2.144,9	8,7
	Pegel Nienburg		268,180					
4791	Zg							
4792	Führser Mühlbach	Rechts	278,000	1.431,8	2,5	1,5	2.148,7	3,8
	Pegel Drakenburg		278,880					
4793	Zg							
4794	Blenhorster Bach	Links	286,200					
4795	Zg							
4796	Bückener Mühlbach	Links	296,500	1.433,9	2,1	1,5	2.151,8	3,1
4797	Zg							
	Pegel Hoya		298,400					
4798	Mahler Graben	Rechts	303,900					
	Pegel Dörverden		308,950					
4799	Zg							
48	Aller	Rechts	326,400	2.056,9	623,0	1,5	3.087,4	935,6
4911	Zg							
	Pegel Intschede		331,280					
4912	Blender Emte	Links	334,200					
4913	Zg							
4914	Alte Aller	Rechts	339,000	2.059,3	2,4	1,5	3.091,0	3,6
4915	Zg							
4916	Eiter	Links	344,100	2.063,3	4,0	1,5	3.097,1	6,0
4917	Zg							
4918	Laufgr. Achim-Bierden	Rechts	347,500					
49191	Zg							
	Pegel Dreye		355,900					
49192	Arberger Kanal	Rechts	359,200					
49193	Zg (teilweise)							
	<b>Ausströmrund</b>			<b>2.063,0</b>			<b>3.097,1</b>	
	Pegel Hemelingen OW		361,800					

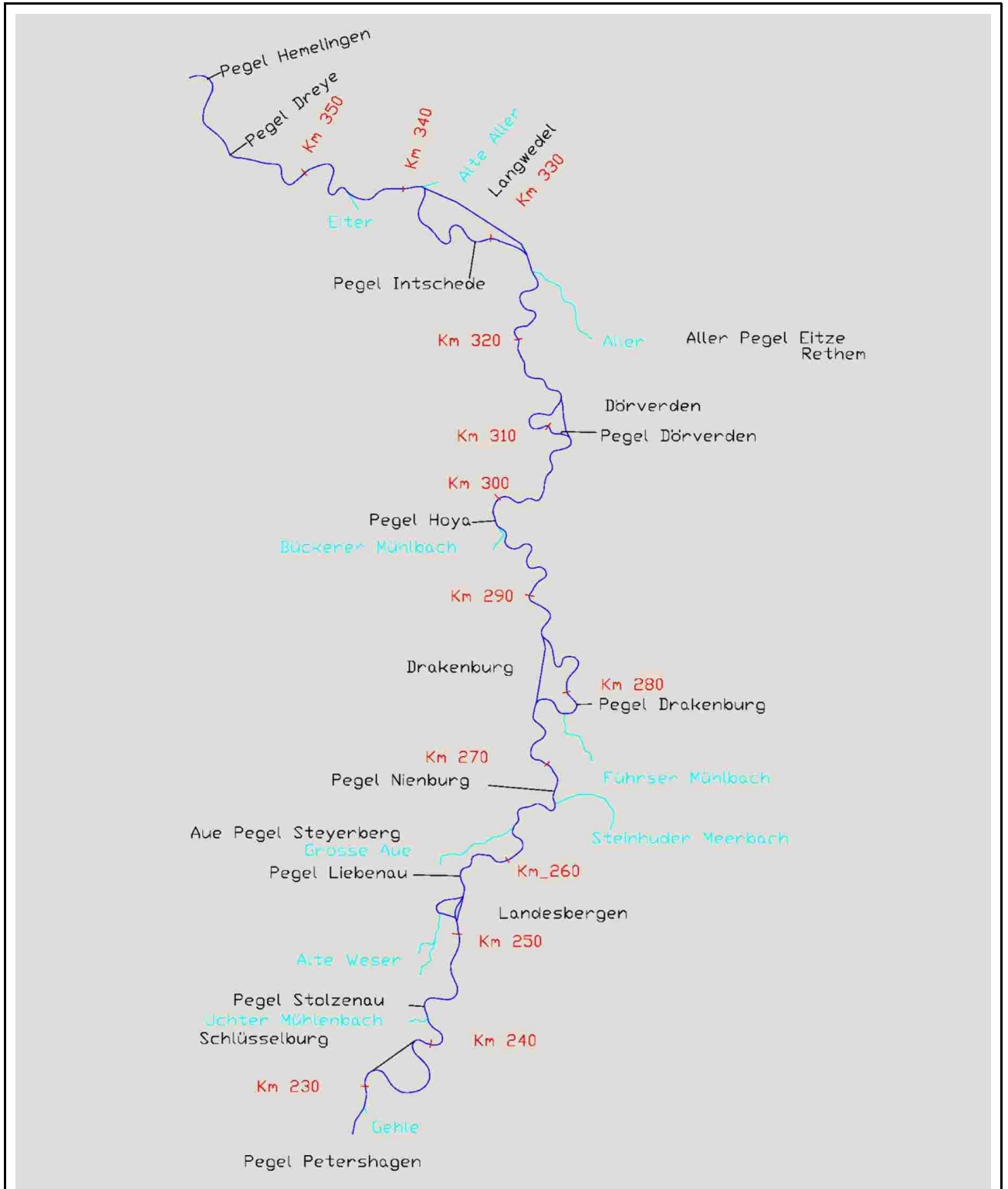
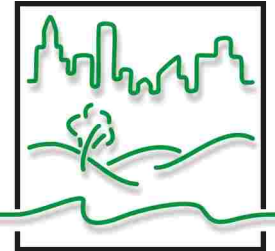


Bild 10 Systemskizze mit Lage der Q-Randbedingungen im Modell



## 2.2.5 Kalibrierung: Hochwasserereignis vom Januar / Februar 1995

Für die Modellrechnung zur Kalibrierung wurde der Hochwasserverlauf vom 20.01. bis 04.02.1995 berücksichtigt. Ziel bei der Kalibrierung war es, möglichst über den gesamten Hochwasserverlauf aber insbesondere für die Hochwasserspitze an allen Pegel einen hohen Grad an Übereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Pegelständen zu erreichen.

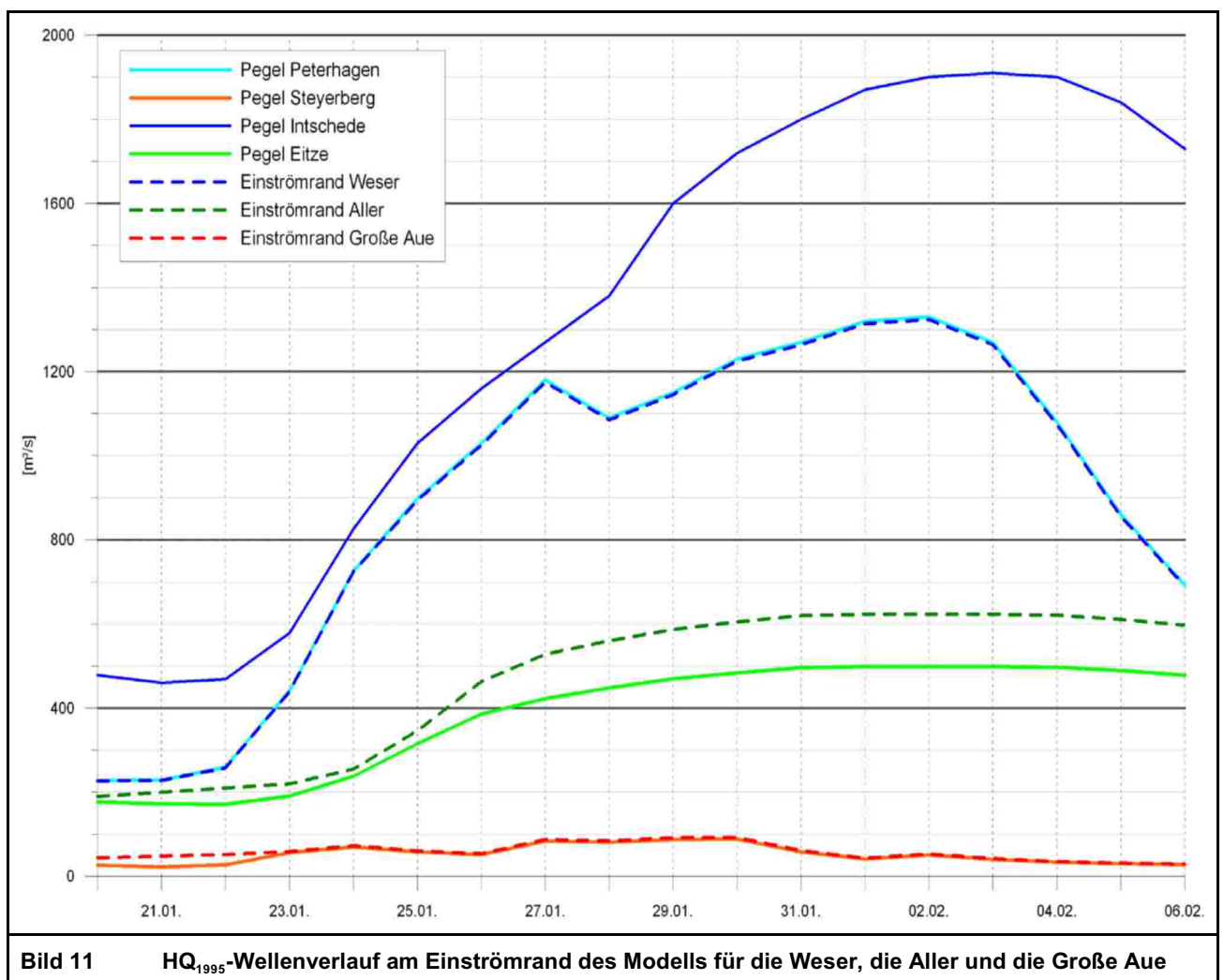
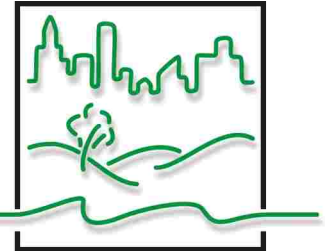


Bild 11 HQ<sub>1995</sub>-Wellenverlauf am Einströmrand des Modells für die Weser, die Aller und die Große Aue

Die zu Grunde gelegten Bemessungsabflüsse und Bemessungswellen wurden bereits im vorangehenden KAPITEL ausführlich beschrieben. Die letzten variablen Größen, die im Zuge der Kalibrierung ermittelt werden, sind die Rauheitsparameter. Diese Parameter beschreiben, welchen Widerstand einzelne Flächen/Strukturen auf Grund ihrer Nutzung bzw. Gestaltung dem Wasser entgegen bringen. So hat z.B. eine Wiese einen wesentlich geringeren Widerstand als eine Fläche mit Büschen, Bäumen und Heckenstrukturen.



Die Rauheitswerte wurden während der Kalibrierung innerhalb der auf Erfahrungen begründeten Literaturwerte variiert, bis die Modellergebnisse hinreichend genau die gemessenen Werte reproduzieren konnten. Die nachfolgende TABELLE 8 zeigt, welche Strukturen innerhalb des Modells unterschieden wurden und mit welchen Rauheitsparametern sie letztlich belegt worden sind.

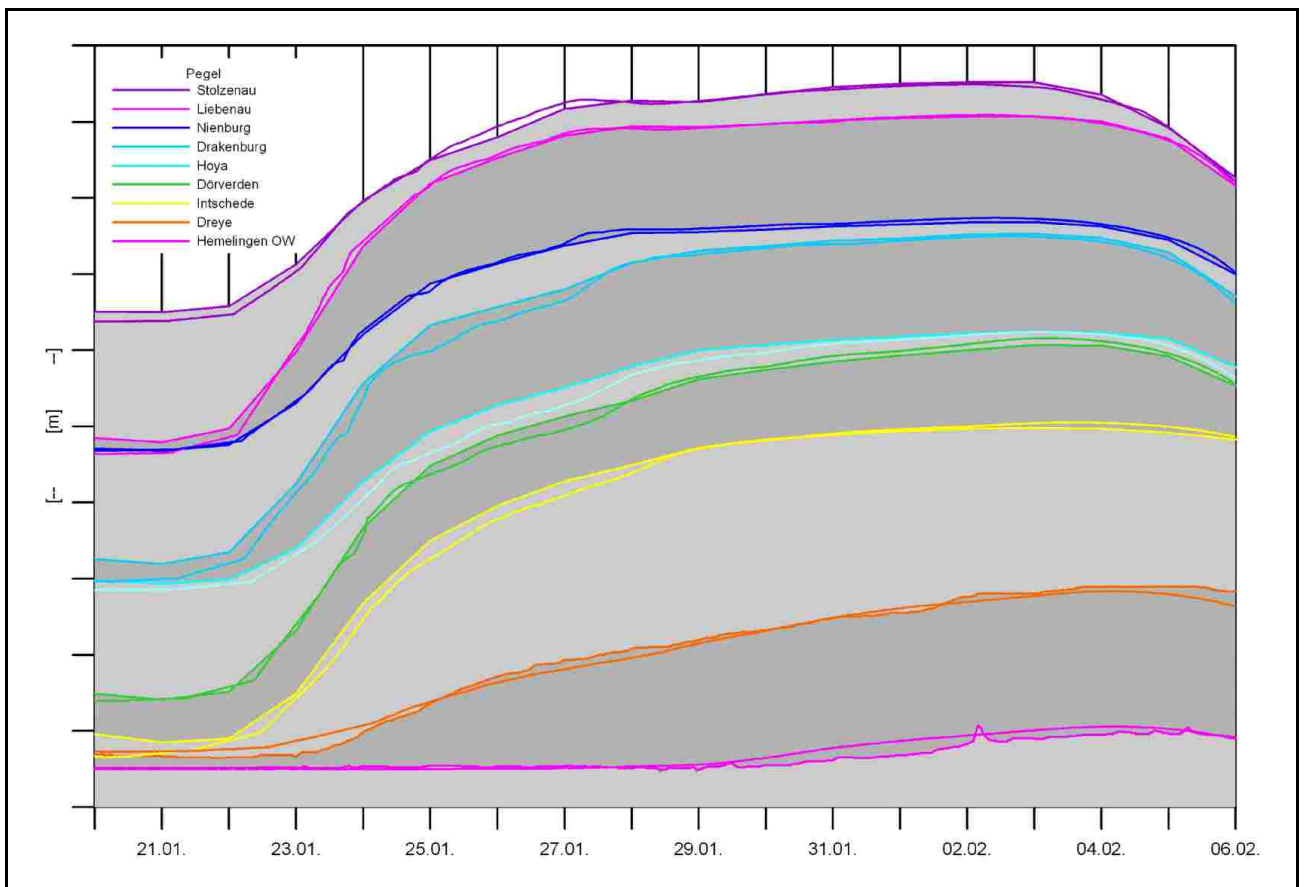
Tabelle 8 Rauheitsparameter		
lfd. Nr.	Nutzung	Rauheitswert [ $m^{1/3}/s^2$ ]
1	Siedlungsbereiche	5
2	Waldflächen	10
3	Einzelbewuchsstrukturen	10
4	Tosbecken	15
5	Alte Aller, Ufer	15
6	Wiesen/Acker mit Strukturen	15
7	Wiesen/Acker ohne Strukturen	20
8	Weserböschungen	20
9	Vorfluter (mit Bewuchs)	25
10	Gewässerrandstreifen	25
11	HW-Entlaster Hemelingen	25
12	Alte Aller, Gewässerbett	25
13	Teiche	30
14	Wehranlagen	30
15	Deiche	30
16	Verkehrsflächen	35
17	Vorfluter (ohne Bewuchs)	35
18	Schleusenkanäle	40
19	Weserhauptbett	40

Die im Rahmen der Kalibrierung ermittelten Ganglinien an den Pegeln wurden den tatsächliche aufgezeichneten gegenübergestellt (BILD 12). Die Abweichungen liegen über den gesamten Verlauf überwiegend unter einem Dezimeter. Für den Zeitpunkt der jeweiligen Spitzenabflüsse betragen die Abweichungen im Mittel ca. 0,04 m (siehe TABELLE 9).

Das Modell kann daher - in Bezug auf die Betrachtungstiefe bei der vorliegenden Aufgabenstellung - als kalibriert bezeichnet werden. Nach erfolgter Modellkalibrierung wurden die Abflussverhältnisse für den Lastfall  $HQ_{100}$  über Modellrechnungen prognostiziert. Alle Ergebnisse (Wasserstände, Wassertiefen, Fließverhalten) wurden so aufbereitet, dass sie in das GIS -Projekt eingebunden werden konnten.



Tabelle 9 Kalibrierung: Gegenüberstellung berechneter und gemessener Wasserstände				
Weser-km	Pegel	gemessener Wasserstand [mNN]	berechneter Wasserstand [mNN]	Differenz [m]
243,390	Stolzenau	30,02	29,98	- 0,04
256,000	Liebenau	26,87	26,88	+ 0,01
268,180	Nienburg	24,54	24,58	+ 0,04
278,880	Drakenburg	22,28	22,25	- 0,03
298,400	Hoya	18,45	18,44	- 0,01
308,950	Dörverden	16,47	16,55	+ 0,08
331,280	Intschede	8,98	9,05	+ 0,07
355,900	Dreye	6,88	6,83	- 0,05



**Bild 12** Kalibrierung mit dem Hochwasser vom Januar / Februar 1995  
Vergleich gemessener und berechneter Ganglinien an den Pegeln



## 2.2.6 Berechnung der Überschwemmungsflächen und Wassertiefen für $HQ_{100}$

Die Berechnung der Überschwemmungsflächen und Wassertiefen wurde mit Hilfe des instationären 2D-Hydraulik-Modells zunächst für den Lastfall  $HQ_{100}$  vorgenommen. Hieraus wurden die maximalen Überschwemmungsgrenzen abgeleitet. Die Ergebnisse wurden im Rahmen des HWSPL zunächst bürointern und in mehreren Abstimmungsgesprächen mit den jeweils betroffenen Gemeinden auf Plausibilität geprüft. Auf Grundlage der Hinweise der einzelnen Landkreise und Gemeinden wurde das Modell angepasst und die Berechnungen für den Lastfall  $HQ_{100}$  erneut durchgeführt.

Der Modellaufbau und die hydrodynamischen Berechnungen wurden in den vorangegangenen Kapiteln erläutert. Dabei wurden Angaben zu den Eingangsparametern (z.B. angenommene Rauheiten und deren flächenmäßige Verteilung im Modell etc.) gemacht. Diese Daten und die Berechnungsmethodik wurde ebenfalls mit dem AG abgestimmt. Darüber hinaus wurde die Daten des Gewässerkundlichen Landesdienstes in die Abstimmungsgespräche mit einbezogen.

Im Vergleich zu den Berechnungen zur Kalibrierung blieben - bis auf die Abflussmengen (Bemessungswellen) - alle Modellparameter unverändert.

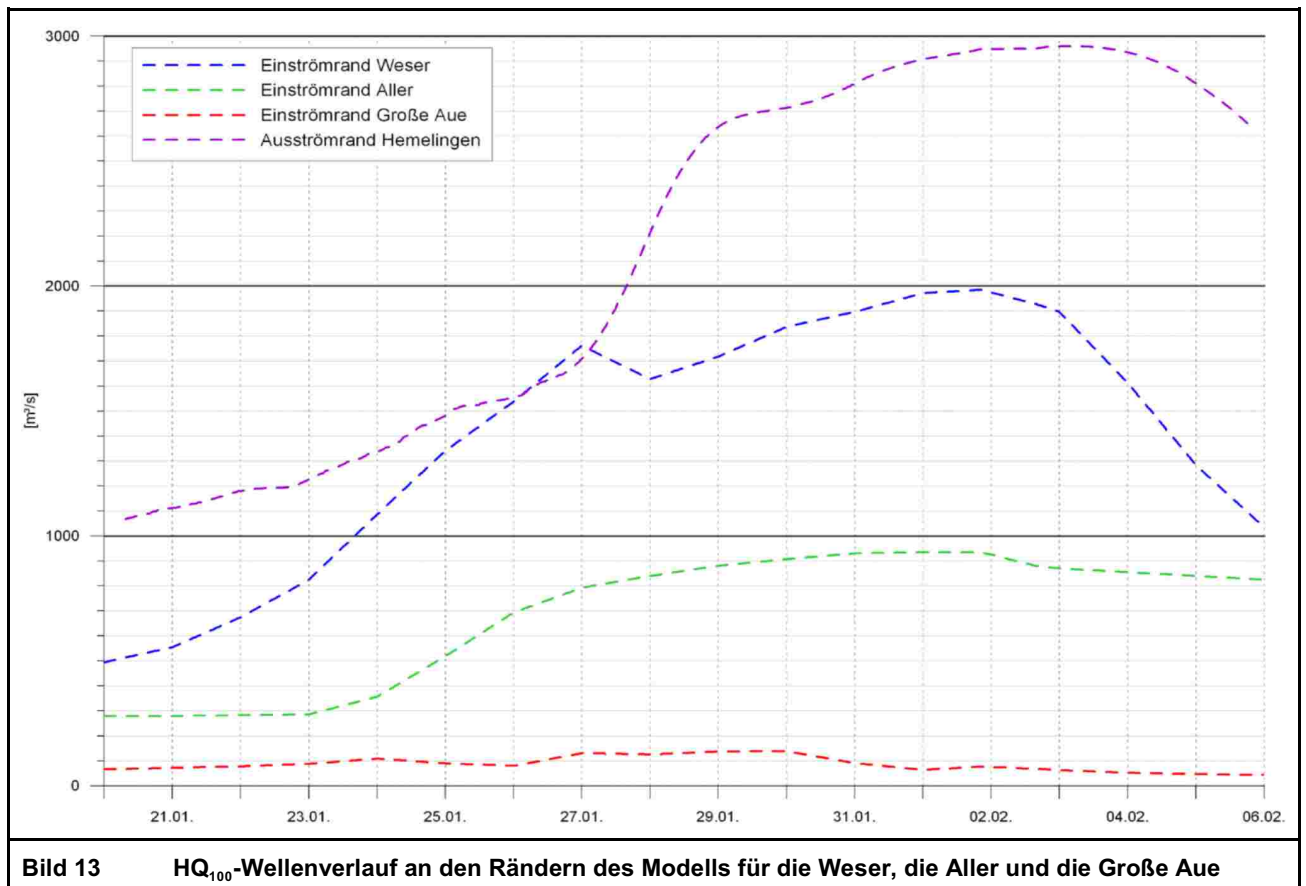
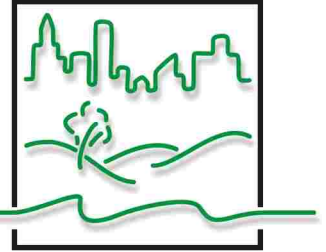


Bild 13  $HQ_{100}$ -Wellenverlauf an den Rändern des Modells für die Weser, die Aller und die Große Aue





### 3 Ermittlung und Darstellung des ÜSG HQ<sub>100</sub>

Die im vorherigen KAPITEL beschriebene Ergebnisse aus den instationären HQ<sub>100</sub>-Berechnungen wurde unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus aktuellen Vermessungsarbeiten weiter konkretisiert. Dies musste erfolgen, da nach Vorlage des HWSPL nachträglich von einzelnen Städten und Gemeinden kritische Bereiche ausgewiesen wurden, die eine Verifizierung der vorliegenden Ergebnisse erforderlich machten.

Dabei erfolgte eine Verschneidung der bereits vorliegenden Wasserstandsdaten mit dem DGM5 und den neuen Vermessungsdaten. Da nicht mit signifikanten Wasserstandsveränderungen zu rechnen war, konnte in Abstimmung mit dem NLWKN auf eine erneute Berechnung verzichtet werden.

Die sich aus dieser Neuverschneidung ergebene Überschwemmungsgrenze ist in den Übersichtskarten der ANLAGE 1 (BLATT 1-3) zusammen mit den Blattsnitten und den politischen Grenzen dargestellt.

Des Weiteren wurden Lagepläne auf Basis der AK 5 erstellt (ANLAGE 2, BLATT 1-57), in denen das natürliche Überschwemmungsgebiet flächenhaft, zusammen mit den politischen Grenzen, dargestellt ist. ANLAGE 3, BLATT 1 stellt den Wasserstand des HQ<sub>100</sub> im Längsschnitt dar.

Die Endfassung wurde insgesamt vierfach digital und dreifach analog farbig vorgelegt. Die Darstellung in den Planwerken beschränkte sich inhaltlich dabei jeweils auf den Geltungsbereich des jeweiligen Landkreises. Die digitale Version für den AG (hier NLWKN) enthält alle Planwerke.