



Landkreis Diepholz
Fachdienst Umwelt & Straße
Niedersachsenstraße 2
49356 Diepholz

**Neufestsetzung des Überschwemmungsgebietes der
Heiligenloher Beeke
von der Bahnlinie Bremen – Osnabrück
(Station 11+750)
bis zur Einmündung in die Hunte
(Station 0+000)
im Landkreis Diepholz**

Erläuterungsbericht

Inhalt:

1. Einführung
2. Rechtsgrundlagen
3. Zuständige Wasserbehörde
4. Gebietsbeschreibung
5. Gewässerquerprofile und Bauwerke
 - 5.1 Digitales Geländemodell
 - 5.2 Vergleich DGM5 mit der aktuellen Vermessung
6. Bemessungsabflüsse
7. Hydraulische Modellierung
 - 7.1 Grundlagen
 - 7.2 Modellkalibrierung
 - 7.3 Ergebnisse der Modellierung
8. Quellenverzeichnis

Anlagen: Verordnungsentwurf mit Übersichtskarte Maßstab 1 : 25 000
und 4 Detailkarten Maßstab 1 : 5 000

1. Einführung / Veranlassung

In unregelmäßigen Zeitabständen führen außergewöhnliche Witterungsereignisse wie ausgedehnte extreme Niederschläge auch in Verbindung mit Schneeschmelze an unseren Fluss- und Bachläufen zu Überschwemmungen und zum Anstieg des Grundwasserspiegels. Hochwasser an Flüssen und Bächen sind deshalb Bestandteile des natürlichen Wasserkreislaufes und im Prinzip unvermeidlich. Die Gefahren und Schäden bei unangepasster Nutzung im Überschwemmungsgebiet werden durch die in der Regel zeitlich sehr weit auseinander liegenden großen Hochwasser nicht bewusst erkannt.

Hochwasserschutzmaßnahmen der Kommunen (Rückhaltebecken, natürliche Gewässerentwicklung, Flächenentsiegelung, Regenwasserversickerung, Errichten von Dämmen und Deichen) bieten keinen 100%igen Hochwasserschutz; sie können in gewissem Umfang zur Entschärfung der jeweiligen Hochwassersituation beitragen.

Als öffentlich-rechtliche Vorsorge zur Schadensminimierung im Hochwasserfall werden Überschwemmungsgebiete festgesetzt.

Zum einen wird damit auf den unmittelbaren Schutz von Leben und Sachwerten hingewirkt, zum anderen soll mit eher indirekter Wirkung auf den Hochwasserschutz die natürliche Funktion der Überschwemmungsgebiete gesichert bzw. wieder hergestellt werden.

Die Hochwasserabflussverhältnisse in der Heiligenloher Beeke haben sich im Laufe der Jahre durch anthropogene Einflüsse wie z.B. Begradigungen verändert. Nach § 92 Abs. 4 Nds. Wassergesetz erfordert diese Situationsveränderung eine Aktualisierung der Überschwemmungsgebietsfestsetzung aus dem Jahre 1911.

Mit dem jetzigen Ausweisungsverfahren wird folglich das *alte* Überschwemmungsgebiet für die Heiligenloher Beeke aktualisiert.

Mit der Erhebung der für diese Aufgabe notwendigen Daten und der hierauf basierenden hydraulischen Berechnung wurde die STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH vom niedersächsischen Landesamt für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) beauftragt.

2. Rechtsgrundlagen⁽¹⁾

Die derzeit festgesetzte Verordnung für die Ausweisung des Überschwemmungsgebietes der Heiligenloher Beeke ist datiert vom 10.10.1911. Grundlage hierfür war das preußische Gesetz zur Verhütung von Hochwassergefahren vom 16.08.1905. Nach § 92a Abs. 9 Niedersächsisches Wassergesetz (NWG)⁽¹⁾ gilt diese Festsetzung weiterhin.

Für das aktuelle Ausweisungsverfahren gelten die §§ 92 – 93a NWG:

§ 92 Überschwemmungsgebiete

(1) ¹Oberirdische Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass so weit wie möglich Hochwasser zurückgehalten, der schadlose Wasserabfluss gewährleistet und der Entstehung von Hochwasserschäden vorgebeugt wird. ²Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt werden können oder deren Überschwemmung dazu dient, Hochwasserschäden zu mindern, sind nach Maßgabe der Vorschriften dieses Abschnitts zu schützen.

(2) Jede Person, die durch Hochwasser betroffen sein kann, ist im Rahmen des ihr Möglichen und Zumutbaren verpflichtet, geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor Hochwassergefahren und zur Schadensminderung zu treffen, insbesondere die Nutzung von Grundstücken den möglichen Gefährdungen von Mensch, Umwelt oder Sachwerten durch Hochwasser anzupassen.

(3) ¹Das Fachministerium regelt durch Verordnung, wie die Behörden der Landesverwaltung sowie der kommunalen und anderen Körperschaften des öffentlichen Rechts die Bevölkerung in den betroffenen Gebieten über Hochwassergefahren, geeignete Vorsorgemaßnahmen und Verhaltensregeln informieren und vor zu erwartendem Hochwasser rechtzeitig warnen. ²Die Verordnung enthält insbesondere Regelungen über

1. die Beschaffung und Bereitstellung der notwendigen Informationen,
2. die jeweiligen Zuständigkeiten der in Satz 1 genannten Behörden und
3. die Zusammenarbeit der zuständigen Behörden, auch mit den zuständigen Stellen anderer Länder.

§ 92a Überschwemmungsgebiete

(1) Überschwemmungsgebiete sind Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern sowie sonstige Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt oder durchflossen oder die für Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden.

(2) ¹Das Fachministerium bestimmt durch Verordnung die Gewässer oder Gewässerabschnitte, bei denen durch Hochwasser nicht nur geringfügige Schäden entstanden oder zu erwarten sind. ²Die Verordnung ist entsprechend anzupassen, wenn neue Erkenntnisse hinsichtlich entstandener oder zu erwartender Schäden vorliegen.

(3) ¹Für die nach Absatz 2 bestimmten Gewässer setzen die Wasserbehörden auf der Grundlage der vom gewässerkundlichen Landesdienst erstellten Arbeitskarten durch Verordnung als Überschwemmungsgebiete die Gebiete fest, in denen ein Hochwasserereignis statistisch einmal in 100 Jahren (Bemessungshochwasser) zu erwarten ist. ²Die Festsetzung hat bis zum 10.Mai 2012 zu erfolgen. ³Für die Überschwemmungsgebiete, in denen ein hohes Schadenspotential bei Überschwemmungen besteht, insbesondere wenn Siedlungsgebiete betroffen sind, endet die Frist am 10.Mai 2010.

(4) ¹Die Wasserbehörden erlassen in der Verordnung nach Absatz 3 die dem Schutz vor Hochwassergefahren dienenden Vorschriften, soweit es

1. zum Erhalt oder zur Verbesserung der ökologischen Strukturen der Gewässer und ihrer

Überflutungsflächen,

2. zur Verhinderung erosionsfördernder Maßnahmen, insbesondere für landwirtschaftlich genutzte und sonstige Flächen,
3. zum Erhalt oder zur Gewinnung, insbesondere Rückgewinnung von Rückhalteflächen,
4. zur Regelung des Hochwasserabflusses oder
5. zur Vermeidung und Verminderung von Schäden durch Hochwasser

erforderlich ist. ²Dabei sind die in einem Hochwasserschutzplan aufgeführten Maßnahmen zu beachten. ³Soweit dies zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele dieses Gesetzes erforderlich ist, wird in der Verordnung für landwirtschaftlich genutzte und sonstige Flächen geregelt, wie erhebliche nachteilige Auswirkungen auf Gewässer insbesondere durch Schadstoffeintrag zu vermeiden oder zu verringern sind. ⁴Die Wasserbehörde kann in der Verordnung anordnen, dass in dem Überschwemmungsgebiet oder in Teilen des Gebietes

1. Gegenstände zu beseitigen sind, die den Wasserabfluss hindern können,
2. Grundstücke so zu bewirtschaften sind, wie es zum schadlosen Abfluss des Hochwassers, insbesondere zur Verhütung von Bodenabschwemmungen, erforderlich ist,
3. Auflandungen oder Vertiefungen zu verhüten sind.

⁵Für die Verordnung gilt § 48 Abs. 3 entsprechend.

(5) Regelungen nach Absatz 4 Satz 4 kann die Wasserbehörde auch durch Verwaltungsakt treffen.

(6) ¹Die Verordnung nach Absatz 3 kann Maßnahmen, die den Abfluss des Hochwassers nicht wesentlich beeinträchtigen können, vom Genehmigungsvorbehalt nach § 93 Abs. 4 freistellen. ²Dies gilt entsprechend für bauliche Anlagen nach § 93 Abs. 3, wenn die Voraussetzungen des § 93 Abs. 3 Satz 2 Nrn. 1 bis 4 vorliegen.

(7) ¹Vor dem Erlass der Verordnung nach Absatz 3 ist ein Anhörungsverfahren durchzuführen. ²§ 73VwVfG gilt sinngemäß. ³Diejenigen, deren Einwendungen nicht entsprochen wird, sind über die Gründe zu unterrichten.

(8) Haben sich die Hochwasserabflussverhältnisse in einem Überschwemmungsgebiet geändert, so ist es neu festzusetzen.

(9) ¹Die nach bisherigem Recht festgesetzten oder als festgesetzt geltenden Überschwemmungsgebiete sind festgesetzte Überschwemmungsgebiete im Sinne dieses Abschnitts. ²Vor dem 1. Juni 2007 eingeleitete Festsetzungsverfahren werden nach bisherigem Recht zu Ende geführt, wenn zu diesem Zeitpunkt eine Beteiligung der betroffenen Gemeinden und der Behörden, deren Aufgabenbereich durch die Verordnung berührt wird, stattgefunden hat.

(10) ¹Der gewässerkundliche Landesdienst hat die Gebiete, die beim Bemessungshochwasser eines nach Absatz 2 bestimmten Gewässers oder Gewässerabschnitts überschwemmt werden, aber noch nicht festgesetzt sind, im Benehmen mit der Wasserbehörde zu ermitteln, in Arbeitskarten darzustellen und diese öffentlich bekannt zu machen. ²In der Bekanntmachung ist darauf hinzuweisen, dass Ausfertigungen der Karten bei der Wasserbehörde aufbewahrt werden und jedermann kostenlos Einsicht gewährt wird. ³Die Gebiete gelten ab dem Zeitpunkt der Bekanntmachung bis zur Festsetzung eines Überschwemmungsgebietes, längstens jedoch bis zum 10. Mai 2012, als festgesetzte Überschwemmungsgebiete. ⁴Die Wasserbehörde trifft in diesen Gebieten durch Verwaltungsakt die Maßnahmen, die aus den in Absatz 4 Sätze 1 und 3 genannten Gründen erforderlich sind.

§ 93 *Freihaltung des Überschwemmungsgebietes*

(1) ¹Überschwemmungsgebiete nach § 92a Abs. 1, 3, 9 und 10 sind in ihrer Funktion als Rückhalteflächen zu erhalten; soweit dem überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit entgegenstehen, sind rechtzeitig die notwendigen Ausgleichsmaßnahmen zu treffen. ²Frühere Überschwemmungsgebiete, die als Rückhalteflächen geeignet sind, sollen so weit wie möglich wiederhergestellt werden, wenn überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit nicht entgegenstehen.

(2) ¹In Überschwemmungsgebieten nach § 92a Abs. 3, 9 und 10 dürfen durch Bauleitpläne keine neuen Baugebiete ausgewiesen werden; ausgenommen sind Bauleitpläne für Häfen und Werften. ²Die Wasserbehörde kann die Ausweisung neuer Baugebiete ausnahmsweise zulassen, wenn

1. keine anderen Möglichkeiten der Siedlungsentwicklung bestehen oder geschaffen werden können,
2. das neu auszuweisende Gebiet unmittelbar an ein bestehendes Baugebiet angrenzt,
3. eine Gefährdung von Leben, erhebliche Gesundheits- oder Sachschäden nicht zu erwarten sind,
4. der Hochwasserabfluss und die Höhe des Wasserstandes nicht nachteilig beeinflusst werden,
5. die Hochwasserrückhaltung nicht beeinträchtigt und der Verlust von verloren gehendem Rückhalteraumumfang-, funktions- und zeitgleich ausgeglichen wird,
6. der bestehende Hochwasserschutz nicht beeinträchtigt wird,
7. keine nachteiligen Auswirkungen auf Oberlieger und Unterlieger zu erwarten sind,
8. die Belange der Hochwasservorsorge beachtet sind und
9. die Bauvorhaben so errichtet werden, dass bei dem Bemessungshochwasser, das der Festsetzung des Überschwemmungsgebietes zugrunde gelegt wurde, keine baulichen Schäden zu erwarten sind.

(3) ¹Die Errichtung und die Erweiterung einer baulichen Anlage nach den §§ 30, 34 und 35 des Baugesetzbuches in Überschwemmungsgebieten nach § 92a Abs. 3, 9 und 10 bedürfen der Genehmigung durch die Wasserbehörde, wenn nicht die bauliche Anlage nach § 92a Abs. 6 Satz 2 von der Genehmigung freigestellt ist. ²Die Genehmigung darf nur erteilt werden, wenn im Einzelfall das Vorhaben

1. die Hochwasserrückhaltung nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt und der Verlust von verloren gehendem Rückhalteraum zeitgleich ausgeglichen wird,
2. den Wasserstand und den Abfluss bei Hochwasser nicht nachteilig verändert,
3. den bestehenden Hochwasserschutz nicht beeinträchtigt und
4. hochwasserangepasst ausgeführt wird

oder wenn die nachteiligen Auswirkungen durch Auflagen oder Bedingungen ausgeglichen werden können.

(4) ¹Ebenfalls der Genehmigung bedürfen in Überschwemmungsgebieten nach § 92a Abs. 3, 9 und 10 der Umbruch von Grünland in Ackerland, die Erhöhung oder Vertiefung der Erdoberfläche, die Anlage von Baum- oder Strauchpflanzungen und die Lagerung von Stoffen, die den Hochwasserabfluss hindern können (Erde, Holz, Sand, Steine und dergleichen), wenn nicht die Maßnahme nach § 92a Abs. 6 Satz 1 von der Genehmigung freigestellt ist. ²Die Genehmigung darf nur versagt werden, wenn es aus den in § 92a Abs. 4 Satz 1 genannten Gründen zum Schutz vor Hochwassergefahren erforderlich ist und die Schutzwirkungen durch Auflagen oder Bedingungen nicht erreicht werden können.

(5) § 30 gilt sinngemäß.

(6) Werden bei der Rückgewinnung von Rückhalteflächen Anordnungen getroffen, die erhöhte Anforderungen an die ordnungsgemäße land- oder forstwirtschaftliche Nutzung eines Grundstücks festsetzen, so gilt § 51a Abs. 1 und 2 entsprechend mit der Maßgabe, dass der Ausgleich vom Land zu leisten ist.

§ 93a Überschwemmungsgefährdete Gebiete

(1) ¹Der gewässerkundliche Landesdienst ermittelt im Benehmen mit der Wasserbehörde die Gebiete,

1. die Überschwemmungsgebiete im Sinne des § 92a Abs. 1 sind, aber keiner Festsetzung nach § 92a Abs. 3 bedürfen, oder
2. die bei Versagen von öffentlichen Hochwasserschutzeinrichtungen, insbesondere Deichen, überschwemmt werden können

und in denen durch Überschwemmungen erhebliche Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit entstehen können (überschwemmungsgefährdete Gebiete), stellt diese in Kartenform dar und macht die Karten öffentlich bekannt. ²In der Bekanntmachung ist darauf hinzuweisen, dass Ausfertigungen der Karten bei der Wasserbehörde aufbewahrt werden und jedermann kostenlos Einsicht gewährt wird.

(2) Die Wasserbehörde trifft für die überschwemmungsgefährdeten Gebiete durch Verordnung oder Verwaltungsakt die zur Vermeidung oder Verminderung von erheblichen Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit durch Überschwemmungen notwendigen Regelungen.

3. Zuständige Wasserbehörde⁽¹⁾

Gemäß § 92 Abs. 2 NWG setzen die Wasserbehörden die Überschwemmungsgebiete durch Verordnung fest.

Nach §§ 168 Abs. 2 und 170 Abs. 1 NWG ist der Landkreis für die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten zuständig.

4. Gebietsbeschreibung⁽²⁾

Die Talniederung „Heiligenloher Beeke und angrenzende Bachniederungen“ liegt im Naturraum „Cloppenburger Geest“ inmitten eines landwirtschaftlich intensivgenutzten Gebiets. Dieses besteht aus den sehr feuchten bis nassen Niederungsbereichen der „Heiligenloher Beeke“ und der darin einmündenden Gewässer „Natenstedter Beeke“, „Grenzgraben Ohlendiek“, „Röper Graben“, „Riedegraben Bissenhausen“, „Graben hinter dem Holze“, „Ellinghauser Bach“ und „Mörser Graben“ und den anschließenden höhergelegenen Randzonen.

Im Unterlauf ist an der Essemühle ein Sohlabsturz von etwa 2,5 m Höhe vorhanden. Die Strukturgüte der etwa 13 Kilometer langen Heiligenloher Beeke wechselt vorwiegend zwischen den Strukturgüteklassen 6 (sehr stark verändert) und 5 (stark verändert). Nach 1978 wurden an mindestens zwei Teilstrecken der Heiligenloher Beeke Begradigungen durchgeführt.

Der Bereich östlich der Ortschaft Heiligenloh zwischen „Henckenmühle“ und der Kreisstraße 102 Richtung Ellinghausen weist sehr naturnahe Strukturen auf, da die Heiligenloher Beeke auf diesem Teilstück nicht begradigt wurde und das Gewässer sich hier noch mäandrierend durch den Erlenbruchwald windet. Dieses Gebiet wird in den Niederungsbereichen wegen

des hohen Grundwasserstandes nicht bzw. extensiv als Grünland bzw. Erlenbruchwald, in sehr geringem Umfang als Acker, genutzt.

An der Mündung in die Hunte weist die Heiligenloher Beeke ein Einzugsgebiet von ca. 49 km² auf. Auf der Fließstrecke von ca. 12 km von der Quelle bis zur Einmündung in die Hunte überwindet die Heiligenloher Beeke einen Höhenunterschied von ca. 21 m und weist somit ein mittleres Gefälle von ca. 1,75 ‰ auf.

5. Gewässerquerprofile und Bauwerke⁽²⁾

Wesentliche Grundlage für den Aufbau des hydraulischen Modells sind neben den Daten des digitalen Geländemodells (DGM 5) aktuelle Aufnahmen der Gewässerprofile und der Bauwerksquerschnitte.

Es wurden die entsprechenden Vermessungsarbeiten durch das Planungsbüro STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH, Hannover, durchgeführt und ausgewertet. Dabei wurden nach Abstimmung mit dem NLWKN 26 Gewässerprofile aufgenommen.

In einem weiteren Schritt wurden diese Gewässerprofile mit Hilfe der Daten des Digitalen Geländemodells (DGM 5) zu Talprofilen verlängert. Ergänzend zu dem Aufmaß der Profile wurden nach Abstimmung mit dem NLWKN die hydraulisch relevanten Daten von 15 Bauwerken mit den zugehörigen Oberwasser- und Unterwasserprofilen aufgenommen.

Alle Vermessungsdaten wurden in das digitale Geländemodell eingebunden und liegen als Gauss-Krüger-Daten vor.

5.1 Digitales Geländemodell

Das DGM5 wird aus Basis-Höhendaten unter Berücksichtigung geomorphologisch prägnanter Informationen wie Geländekanten in einer standardmäßigen Gitterweite von 12,5 m x 12,5 m gerechnet. Die Geomorphologie-Informationen sind wesentliche Bestandteile des DGM 5. Der durchschnittliche Abstand des DGM 5 zur Geländeoberfläche beträgt $\pm 0,5$ m, dies ist allerdings abhängig von der Art der Erstellung der DGM-Daten (z.B. Digitalisierung über Orthophotos, Höhenlinien, Laserscanverfahren). Das Digitale Geländemodell ist zwingend erforderlich, um eine detaillierte Aussage über die Größe und Tiefe der Überschwemmungsfläche treffen zu können.

Das DGM5 wurde von der ehemaligen Bezirksregierung für den kompletten Untersuchungsbereich zur Verfügung gestellt. Zur Ermittlung des Überschwemmungsgebietes wurde aus den Daten der terrestrischen Vermessung im Flussschlauch in Verbindung mit den Daten des Digitalen Geländemodells ein neues modifiziertes Geländemodell erstellt, da die Geländemodelldaten des DGM5 im Bereich des Flussschlauches fehlerbehaftet sein können (Rasterweite 12,5 m).

5.2 Vergleich DGM5 mit der aktuellen Vermessung

Durch Abgleich der auf den Vorländern eingemessenen Geländepunkte mit den entsprechenden Daten des DGM5 wurde überprüft, ob das DGM5 grundsätzlich zur modelltechnischen Nachbildung der Vorländer geeignet ist.

Dieser Abgleich zeigte in Regel eine gute Übereinstimmung mit Abweichungen von wenigen Dezimetern. Dabei ließ sich augenscheinlich keine Tendenz erkennen. Im

Bereich des Gewässerbettes oder von Randgräben und Teichen lieferten erst die Vermessungen hinreichend genaue Daten, da entsprechende kleinräumige Informationen im DGM5 in der Regel nicht abgebildet sind oder, bei größeren Gewässern, nicht die Sohle sondern den Wasserstand beschreiben.

Für das Gewässer und den unmittelbaren Uferbereich wurden daher die Daten aus der Vermessung berücksichtigt, für die Vorlandbereiche die aus dem DGM5.

6. Bemessungsabflüsse⁽²⁾

Grundlage für die Ermittlung der Bemessungsabflüsse sind die Angaben aus der NLÖ-Schrift 18/2003 "Hochwasserbemessungswerte für Fließgewässer in Niedersachsen".⁽³⁾

Die vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ) überarbeiteten Hochwasserbemessungswerte für die niedersächsischen Einzugsgebiete sind aus einem Regionalisierungsansatz entstanden, in dem vor allem morphologische, bodenkundliche und klimatologische Gebietsmerkmale eine Berücksichtigung finden.

Innerhalb einer hydrologischen Landschaft kann für jeden Punkt am Gewässer mit einem definierten oberirdischen Einzugsgebiet (A_{Eo}) eine Abflussspende HQ_{100} und anschließend ein Bemessungsabfluss errechnet werden. Dies erfolgt mittels einer Exponentialfunktion (landschafts- bzw. gewässerspezifische Bemessungskurve), die für die Heiligenloher Beeke in der hydrologischen Landschaft "Moorgeest" folgendermaßen lautet:

$$HQ_{100} = 556,5 * A_{Eo}^{-0,2219}$$

Für Einzugsgebiete < 20 km² kann die Anwendung der o.g. Exponentialfunktion jedoch so eigentlich nicht erfolgen, da sich derartige Gebiete im oberen Bereich einer Hydrologischen Landschaft oder in den Randlagen zwischen Landschaftsabgrenzung und Einzugsgebietsgrenzen befinden. Aus diesem Grund lässt sich für ein Gewässer lediglich der Abfluss für ein Einzugsgebiet > 20 km² festlegen. Für die Heiligenloher Beeke befindet sich diese Grenze ungefähr im Bereich stromauf der Einmündung des Grenzgrabens "Ohlendiek" bei Station 6+730 km.

Um dennoch Aussagen zu erhalten wurde für den gesamten Verlauf der Heiligenloher Beeke der Abfluss gemäß obiger Exponentialfunktion für verschiedene Teileinzugsgebiete ermittelt.

7. Hydraulische Modellierung⁽²⁾

7.1 Grundlagen

Für die Berechnung der Wasserspiegel bei HQ_{100} wurde das Simulationsmodell HYDRA-WSP verwendet.

Das grundlegende Verfahren zur Berechnung des Wasserstandes bei stationär ungleichförmigem Abfluss in nichtprismatischen Gerinnen besteht in einer von Profil zu Profil fortschreitenden Berechnung diskreter Wasserstände. Die Berechnung erfolgt entlang der Hauptfließrichtung des Gewässers, in der Regel entlang der Tallinie. Das modellierte Gewässer muss dabei nicht „geradlinig“ sein. Jedoch müssen alle Zustandsgrößen, die auch über den Fließquerschnitt variieren und alle hydraulischen Prozesse, die quer zur Fließrichtung ablaufen und einen Einfluss auf den Impulstransport in Fließrichtung haben, in integraler oder parametrisierter Form erfasst und durch empirische Formeln angenähert werden.

Der Berücksichtigung der Strömungsverluste kommt eine erhebliche Bedeutung zu, wobei man zwischen kontinuierlich wirkenden (Bodenreibungsverlust) und örtlich

konzentrierten Verlusten unterscheidet. Zur Berechnung dieser Verluste sind im Rechenprogramm entsprechende Ansätze vorhanden. Während der zu wählende Ansatz für den Bodenreibungsverlust (MANNING-STRICKLER oder PRANDTL-COLEBROOK) in der Regel jeweils abschnittsweise vereinbart wird, können konzentrierte Verluste (z.B. Brückenstau nach REHBOCK) für jede Station neu vereinbart werden. Die Art der Verlustansätze ist durch Angabe von Steuerparametern und die zugehörigen Beiwerte festzulegen. Örtlich konzentrierte Einzelverluste haben im Allgemeinen weniger Einfluss auf den Wasserstand als der Bodenreibungsverlust, weshalb der Rauheitsbeiwert für die kontinuierlichen Verluste sorgfältig bestimmt werden muss.

Die Querschnitte bzw. die Teilflächen eines gegliederten Querschnittes werden als senkrecht durchströmte Fläche mit annähernd gleichmäßiger Geschwindigkeitsverteilung betrachtet. Der Abflussquerschnitt wird durch das einzugebende Profilpolygon begrenzt, in der Höhe durch den horizontalen Wasserstand. Alle abflussunwirksamen Flächen sind auszublenden (Totwasserzonen, Polder usw.).

Mit den Berechnungsansätzen des Programms können nur eindimensionale Strömungsvorgänge behandelt werden. Bei Gerinnen mit starker Mäanderbildung sind die Querprofile so auszuwählen, dass sich keine Überschneidungen der abflusswirksamen Querschnitte ergeben.

Die verwendeten Bestimmungsgleichungen für die Querschnittswerte und die hydraulischen Kenngrößen sind auf dreifach gegliederte Querschnitte abgestimmt (linkes Vorland, Flussbett und rechtes Vorland). Die Teilabflussflächen werden als Stromröhren mit horizontalem Wasserstand gleicher Höhe aufgefasst.

Berechnungsgrundlage ist die Bernoullische Gleichung für gegliederte Querschnitte. Die mittlere Geschwindigkeit des Gesamtquerschnittes wird mit Hilfe einer Näherungslösung des Berechnungsansatzes für den kinetischen Energieanteil ermittelt.

Zur Berechnung der Verlusthöhe aus Wandreibung wird zunächst das querschnittsbezogene Energieliniengefälle mit der Formel von MANNING-STRICKLER bzw. nach PRANDTL-COLBROOK (für den vollkommen rauen Bereich) bestimmt. Das Reibungsgefälle zwischen den diskreten Profilen wird aus dem arithmetischen Mittel der querschnittsspezifischen Energieliniengefälle gebildet, welches, mit dem Profilabstand multipliziert, den gesuchten mittleren Reibungsverlust ergibt. In den Berechnungsansätzen für die mittlere Geschwindigkeitshöhe und für das Energieliniengefälle wird berücksichtigt, dass in Flusskrümmungen die Längen der maßgebenden Strombahnen im Flussbett und Vorland ungleich sein können.

Der Bernoullische Energievergleich zwischen zwei diskreten Profilen liefert eine Bestimmungsgleichung für den Wasserstand im oberstromigen Profil, wobei der Wasserstand, die Geschwindigkeitshöhe und das Energieliniengefälle im unterstromigen Profil als bekannt vorausgesetzt werden. Die numerische Lösung dieser Gleichung erfolgt iterativ.

7.2 Modellkalibrierung

Die Kalibrierung von mathematischen Strömungsmodellen erfolgt im günstigen Fall durch Nachbildung eines oder mehrerer historischer Hochwasserereignisse mit bekannten Abflüssen und dokumentierten Wasserständen (Hochwassermarken) entlang des Gewässers.

Hierbei werden die verschiedenen Modellparameter und insbesondere die Rauheiten ("Stricklerwerte" entsprechend des Rauheitsansatzes nach Manning-Strickler) so lange variiert, bis die Modellergebnisse bestmöglich den real beobachteten Verhältnissen entsprechen.

Für die Heiligenloher Beeke lagen entsprechende Dokumente und Daten zu historischen Hochwasserereignissen, die für eine Kalibrierung nutzbar wären, nicht vor. Ein Pegel an der Heiligenloher Beeke existiert ebenfalls nicht. Eine Festlegung der Stricklerwerte für das Gewässer und die verschiedenen Vorlandnutzungen erfolgte daher auf Grundlage von Erfahrungswerten und Angaben in der Fachliteratur. Dabei wurde sich für eher "rauhe Annahmen" entschieden und zwar $k_{St} = 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für das Gewässerbett mit Böschungen und $k_{St} = 7,5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für die Vorlandbereiche. Ergänzend wurden Berechnungen unter glatteren Annahmen und zwar mit $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für das Gewässerbett mit Böschungen und $k_{St} = 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ für die Vorlandbereiche.

Die Abflussmenge für jeden Punkt am Gewässer wurde mit dem dort definierten oberirdischen Einzugsgebiet (A_{Eo}) und der dort definierten Abflussspende HQ_{100} auf Grundlage des Abflussspendenlängsschnittes ermittelt und anschließend der entsprechende Bemessungsabfluss errechnet. Dies erfolgte mittels einer Exponentialfunktion (landschafts- bzw. gewässerspezifische Bemessungskurve), nämlich die für die Heiligenloher Beeke in der hydrologischen Landschaft "Moorgeest".

Als weitere Randbedingung musste im Mündungsbereich der Heiligenloher Beeke in die Hunte, also dem stromab liegenden Modellrand, der Wasserstand in der Hunte definiert werden. Entsprechend den Vorgaben des wurde hierfür ein Wert von 26,12 mNN berücksichtigt.

7.3 Ergebnisse der Modellierung

Im Detail sind die Ergebnisse der 1D-Modellrechnungen in den Detailkarten 2.1 bis 2.4 mit Überschwemmungsgrenzen bei HQ_{100} dargestellt worden. In der Übersichtskarte werden die die Blattsschnitte der einzelnen Anlagen gezeigt.

Entlang der Heiligenloher Beeke sind nur wenige Siedlungsbereiche beim HQ_{100} hochwassergefährdet.

Zu den gefährdeten Bereichen zählen einzelne Gebäude in Ridderade (bei Station 11+500), in Ohlendiek (bei Station 6+700) und in Essemühle (bei Station 1+250).

8. Quellenverzeichnis

- (1) Niedersächsisches Wassergesetz vom 10. Juni 2004 (Nds.GVBl. Nr. 17 vom 17.06.2004, S. 171) in der derzeit gültigen Fassung
- (2) STADT-LAND-FLUSSINGENIEURDIENSTE GmbH, Hannover
„Ermittlung des natürlichen Überschwemmungsgebietes der Heiligenloher Beeke für ein HQ_{100} “ vom 03.08.2007
- (3) Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (2003): Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen - Abflüsse in Hydrologischen Landschaften über Regionalisierungsansätze; Hildesheim