

**Niedersächsische Landesbetrieb für
Wassewirtschaft, Küsten- und Naturschutz**

– Betriebsstelle Süd –

Überschwemmungsgebietsermittlung

Oker und Ilse

Hydraulische Berechnungen

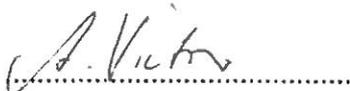
Ergebnisbericht

Bearbeitet:

Braunschweig, den 18.12.2007

Prof. Dr.-Ing. W. Hartung + Partner

Ingenieurgesellschaft mbH



(Dipl.-Ing. A. Victor)

Inhaltsverzeichnis

1.0	Veranlassung und Problemstellung	4
2.0	Verwendete Unterlagen	6
3.0	Durchgeführte Arbeiten	8
3.1	Hydrologische Eingangsdaten	8
3.2	Hydraulische Wasserspiegelberechnungen.....	8
3.2.1	Modellaufstellung	8
3.2.2	Hydraulische Rauigkeiten	9
3.2.3	Modellberechnung	10
3.3	Ermittlung der Überschwemmungsgrenzen.....	12
4.0	Ergebnisse	13
4.1	Wasserspiegellagen und Fließgeschwindigkeiten	13
4.2	Überschwemmungsgebiete.....	13
5.0	Zusammenfassung	16

Zeichungsverzeichnis

Anlage	Planinhalt	Maßstab
<i>Lagepläne:</i>		
1	Übersicht	1:25.000
2.1	HQ ₁₀₀ – Bereich Oker (Börßum, Heiningen)	1:5.000
2.2	HQ ₁₀₀ – Bereich Oker (Schladen)	1:5.000
2.3	HQ ₁₀₀ – Bereich Oker, Ilse (Hornburg)	1:5.000

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1	Abflüsse im Untersuchungsgebiet	8
Tabelle 3-2	Verwendete hydraulische Rauigkeiten	9

1.0 Veranlassung und Problemstellung

Die Gewässer Oker und Ilse, für die die Überschwemmungsgrenzen für ein hundertjähriges Hochwasser berechnet werden sollen, durchfließen die Talräume zwischen Schladen und Börßum von Süden nach Norden. In Börßum etwa 500 m unterhalb der Straßenbrücke über die Oker (L512) mündet die Ilse in die Oker. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich im Süden von Schladen (Oker) sowie ca. 2 km südlich von Hornburg (Willeckes Lust, Ilse) bis Heiningen, westlich von Börßum im Norden (s. Anlage 1).

Beide Gewässer Oker und Ilse haben ihr Quellgebiet im Harz. Die Oker wird durch die Okertalsperre reguliert. Das N-A-Modell „Oker“ [2] welches die HQ_{100} Scheitelabflüsse für das hydraulische Modell liefert, berücksichtigt diese Wirkung. Die Ilse, ebenfalls in diesem N-A-Modell enthalten, verläuft auf einer größeren Teilstrecke im Nachbarbundesland Sachsen-Anhalt. Der Untersuchungsbereich liegt vollständig auf niedersächsischer Seite.

Sowohl die Warne als Nebenzufluss zur Oker als auch die Oker selbst verlaufen über längere Strecken nicht im Taltiefsten. Bei Hochwasser, d.h. bei Überschreiten der bordvollen Leistungsfähigkeit, hat dies zur Folge, dass beide Gewässer zum Taltiefsten gerichtete Überschwemmungen verursachen, z.B. zwischen Heiningen und Börßum.

Die Ilse die von Südosten kommend das Untersuchungsgebiet durchfließt, wird oberhalb der Stadt Hornburg in Mühlenilse und Kanalilse aufgeteilt. Die Mühlenilse fließt durch die Stadt Hornburg teils im offenen Gerinne teils verdohlt und mündet weiter unterhalb in den Schiffgraben.

Die Kanalilse verläuft nahezu parallel zur Kreisstraße K36 und im weiteren Verlauf an der Trinkwassergewinnungsanlage vorbei. Auf weiten Strecken ist die Kanalilse eingedeicht. Sie fließt südlich von Börßum mit dem Schiffgraben zusammen und mündet schließlich bei Börßum in die Oker.

Die Auswirkungen von Hochwasserereignissen im Mündungsgebiet von Oker und Ilse sind geprägt durch eingedeichte zum Teil auch eingetiefte Gewässer, die nicht immer im Taltiefsten verlaufen und durch die angeschlossenen flachen Vorländer, die bei einem Einstau eine große Retentionswirkung entfalten.

Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung besteht darin, ein 2-dimensionales hydraulische Modell aufzustellen und mit vorgegebenen HQ_{100} Scheitabflüssen aus dem N-A-Modell „Oker“ [2] für die Gewässer Oker und Ilse sowie ihrer Nebenzuflüsse das HQ_{100} – Überschwemmungsgebiet (ÜSG) zu berechnen. Dabei soll sowohl das HQ_{100} - ÜSG in der Oker als auch das HQ_{100} - ÜSG in der Ilse ermittelt werden.

Die ermittelte Überschwemmungsgebietsfläche soll Grundlage für das Verfahren zur Ausweisung bzw. Festsetzung von amtlichen Überschwemmungsgebietsgrenzen sein. Seit 2005 sind in Niedersachsen dafür die Unteren Wasserbehörden zuständig.

Die allgemeine Zielsetzung, Überschwemmungsgebiete zu berechnen und festzusetzen wird auf den Internetseiten des NLWKN wie folgt beschrieben:

Überschwemmungsgebiete werden ausgewiesen, damit die oberirdischen Gewässer genug Raum haben, um bei Hochwasser über die Ufer zu treten, ohne größeren Schaden anzurichten. Es soll öffentlich bekannt sein, welche Gebiete Hochwasser gefährdet sind, damit sich alle potenziellen Nutzerinnen und Nutzer der Fläche darauf einstellen können. In Überschwemmungsgebieten darf nicht gebaut werden und es gibt weitere Nutzungseinschränkungen, damit der Wasserabfluss nicht behindert und Bodenabschwemmungen vermieden werden. Überschwemmungsgebiete werden durch behördliche Verordnungen nach den §§ 92 ff. des Nds. Wassergesetzes (NWG) festgesetzt. Zuständig sind seit 2005 die unteren Wasserbehörden ... [3].

2.0 Verwendete Unterlagen

Kartenmaterial

Als Kartengrundlage konnte auf die DGK 5 zurückgegriffen werden. Die Aktualität dieser Karten ist begrenzt. So ist beispielsweise der neue Verlauf der Bundesstraße im Süden von Schladen nicht im Kartenwerk enthalten. Die Karten bzw. die Dateien sind mit dem Jahr 2004 gekennzeichnet. Für die Orthofotos gilt ähnliches. Sie sind auf das Jahr 2001 datiert. Die ATKIS-Daten sind auf das Jahr 2000 bzw. 2002 datiert.

Vermessungen

Flussprofilvermessungen der Oker, Warne, Ilse, Kanalilse, Schiffgraben liegen vor. Sie sind auf die Jahre 2001 datiert. Das Modell berücksichtigt die Hochwasserschutzplanung in Hornburg, die im Jahre 2006 abgeschlossen wurde [4].

Digitale Geländemodelle

Als digitales Geländemodell wurde das 12,5m Raster und die Geländebruchkanten im Dateiformat *.ktb der LGN verwendet. Die Dateien sind mit dem Datum 2001 bis 2003 versehen.

Abflüsse

Die HQ_{100} Scheitelabflüsse wurden aus dem N-A-Modell Oker [2] entnommen. Für die zu betrachtenden Gewässer sind die Werte in Tabelle 3-1 zusammengefasst.

Verwendete Programme

Das vorliegende 2-dimensionale Strömungsmodell basiert auf den kommerziellen Programmen SMS 8.0 der Firma BOSS Int. und dem Hydro_As-2d 2.1 von Dr.-Ing M.Nujic. SMS 8.0 wird zur Datenaufbereitung und Ergebnisdarstellung für den hydraulischen Rechenkern Hydro_As-2d genutzt.

Die zweidimensionale mathematische Modellierung von Strömungsvorgängen in natürlichen Fließgewässern basiert auf den 2d-tiefengemittelten Flachwassergleichungen (FWG). Diese werden aus den 3-dimensionalen Reynolds- bzw. Navier-Stokes-Gleichungen für inkompressible Fluide durch Integration der Wassertiefe unter der Annahme einer hydrostatischen Druckverteilung hergeleitet.

In Hydro_As-2d werden die instationären tiefengemittelten Flachwassergleichungen mit der finiten Volumen Methode (FVM) diskretisiert. Die FVM ist durch ihre konservative Eigenschaft für die Berechnung von diskontinuierlichen Übergängen (Wechselsprüngen, Sohlstufen, Querschnittsänderungen, etc.) besonders geeignet. Als Zeitdiskretisierung wird das explizite Runge-Kutta-Verfahren zweiter Ordnung in weiterentwickelter Form eingesetzt. Der verwendete Rauigkeitsansatz basiert auf den Manning-Strickler-Rauigkeitswerten.

Es können Wirbelbildung, Impulsaustausch zwischen dem Flussschlauch und dem Vorland, Wechselsprünge, Sohlensprünge, örtliche Verluste, Querschnittseinengungen und -aufweitungen, Strömung unter Druckabfluss, steile Geländeneigungen (Wildbäche) etc. problemlos und sehr genau modelliert werden [1].

3.0 Durchgeführte Arbeiten

3.1 Hydrologische Eingangsdaten

Für das Untersuchungsgebiet liegen Abflusswerte aus dem N-A-Modell „Oker“ [2] vor. Zu berechnen sind die Lastfälle „HQ₁₀₀ maximierte Oker“ und „HQ₁₀₀ maximierte Ilse“. Folgende HQ₁₀₀ – Abflüsse wurden im Modell berücksichtigt.

Tabelle 3-1 Abflüsse im Untersuchungsgebiet

Gewässer		HQ ₁₀₀ maximierte Oker [m³/s]	HQ ₁₀₀ maximierte Ilse [m³/s]
Oker	bei Schladen	134,0	115,8
Ilse	oberhalb Hornburg	15,0	30,3
Warne	Werlaburgdorf	12,0	12,0
Weddebach	bei Schladen	8,0	8,0
Eckergraben	unterhalb Schladen	1,0	1,0
Mühlenilse	Hornburg	nur Abfluss aus Ilse oberhalb (Modellergebnis)	2,9
Schiffgraben	unterhalb Hornburg	2,0	2,0
Summe		172,0	172,0

3.2 Hydraulische Wasserspiegelberechnungen

3.2.1 Modellaufstellung

Das hydraulische Modell wurde aus den flächenhaften Geländedaten einschließlich der Bruchkanten, den Atkisdaten, Orthofotos und Gewässerprofilaufnahmen unter Verwendung des Programms SMS 8.0

erstellt. Bauwerke wie Brücken, Stege Wehranlagen, Schwellen und Abstürze im Gewässer wurden in ihrer hydraulischen Wirkung berücksichtigt.

3.2.2 Hydraulische Rauigkeiten

Als wesentlicher hydraulischer Parameter wurde der Manning-Strickler-Beiwert k_{st} aus den Flächennutzungen aus dem ATKIS-Datensatz zunächst abgeleitet und danach anhand von Orthofotos überprüft sowie gegebenenfalls angepasst. Durch Ortsbegehungen fand eine zusätzliche Überprüfung in Teilbereichen statt. Folgende hydraulisch relevanten Flächen und deren k_{st} -Wert wurden im Modell verwendet.

Tabelle 3-2 Verwendete hydraulische Rauigkeiten

Flächennutzung	k_{st} [$m^{1/3}/s$]
Ackerland	20
Brachland	18
Flusssohle	30
Gartenland	12
Gewässer	30
Grünland	21
HWS_Deich Hornburg	19
Ilse Sohle	32
Kiesabbauf Flächen	35
Laubholz	15
Mischholz	14
Mühlenilse Sohle	28
Oker Sohle	32
Parkanlagen	20
Bahnanlagen	18
Schiffgraben Sohle	28
Siedlung	5
Sportplatz	16

Flächennutzung	$k_{st} [m^{1/3}/s]$
Straße/ Weg	45
Uferböschung	18
Wald/ Nadelwald	5
Warne Sohle	28
Wiese	22
Wiese mit vereinzeltm Bewuchs	19
lockere Bebauung	10

3.2.3 Modellberechnung

Mit dem Modell wurde unter Verwendung der oben beschriebenen Datenbasis das HQ_{100} für die Oker und in gleicher Weise das HQ_{100} für die Ilse berechnet.

Das angewendete Berechnungsverfahren ist hydraulisch instationär, d.h. die Eingabewerte und die Ergebnisse können zeitlich variieren. Das Ergebnis soll jedoch stationär sein, d.h. zeitlich sollen diese Werte nicht variieren.

Möglich wird das, indem man den instationären Zustand langsam gegen den stationären Zustand „laufen“ lässt. Die Eingabewerte hier die Zuflüsse werden dann über einen sehr langen Berechnungszeitraum konstant gehalten (stationär). Nachdem die anfangs noch veränderlichen Wasserspiegelhöhen und Fließgeschwindigkeiten sich nicht mehr ändern, liegt ein stationärer Zustand vor.

Nach Abschluss der Berechnungen liegen zwei HQ_{100} – Ergebnisse vor, die im folgenden mit „ HQ_{100} maximierte Oker“ und „ HQ_{100} maximierte Ilse“ bezeichnet werden. Die Modellzuflüsse sind im Kap. 3.1 auf Seite 8 angegeben.

An dieser Stelle muss auf die angewandte Methode im Mündungsbereich zweier Fließgewässer – hier von Oker und Ilse – eingegangen werden. Für

beide Fließgewässer soll das HQ_{100} berechnet werden. Im Mündungsbereich soll das HQ_{100} – ÜSG dargestellt werden.

Zunächst wird das Hauptgewässer (Oker) mit einem HQ_{100} berechnet. Dabei wird überall in der Oker oberhalb als auch unterhalb der Mündung des Nebengewässers (Ilse) der HQ_{100} – Abflussscheitelwert verwendet. Im Mündungspunkt mit dem Nebengewässer ergibt sich eine sprunghafte Abflusszunahme entlang der Oker. Dieser Sprung entspricht genau der Differenz zwischen dem Okerabfluss oberhalb und dem Okerabfluss unterhalb der Ilsemündung. Diese Abflussmenge (Differenzzufluss) muss der Ilse oberhalb der Mündung in die Oker zugeordnet werden.

Vergleicht man nun den Ilse-Differenzzufluss mit dem Ilse- HQ_{100} Abflussscheitelwert, wird deutlich, dass beide Werte voneinander abweichen. Der Differenzzufluss ist deutlich kleiner, als der HQ_{100} -Wert. In diesem Fall wird also kein HQ_{100} in der Ilse berechnet, sondern ein (Last)fall, der statistisch häufiger als ein Ilse - HQ_{100} auftritt. Dennoch erhält man ein wichtiges Ergebnis - den HQ_{100} – Rückstau der Oker in die Ilse.

Die zweite Berechnung verläuft in gleicher Weise. Hier wird jetzt ein HQ_{100} in der Ilse und ein HQ_{100} in der Oker unterhalb der Mündung angenommen. Der Differenzzufluss kommt jetzt aus der Oker oberhalb der Mündung und ist dort verglichen mit dem HQ_{100} – Oker aus der ersten Berechnung um einiges kleiner.

Das HQ_{100} – ÜSG im Mündungsgebiet ergibt sich aus der Überlagerung der beiden Ergebnisse, wobei immer das Wasserspiegelmaximum maßgebend ist.

3.3 Ermittlung der Überschwemmungsgrenzen

Die Überschwemmungsgrenzen wurden anhand der Modellergebnisse und dem digitalen Geländemodell ermittelt. Da die Modellergebnisse im Vektorformat, d.h. die Wasserspiegellagen als Dreiecks- und Vierecksnetz mit Knotenhöhen bzw. der Geschwindigkeitsvektoren je Berechnungsknoten und das digitale Geländemodell im Rasterformat vorliegen, mussten die Modellergebnisse (Wasserspiegellagen) aufgerastert werden. Anschließend konnten diese dann mit dem Geländemodell verschnitten werden. Aus dem Verschnitt ergibt sich die Überschwemmungsfläche. Ergänzt wurde die Darstellung um die Wasserstands-Isolinien und die Fließgeschwindigkeitsvektoren.

Im Mündungsbereich von Oker und Ilse wurden die Ergebnisse überlagert (s.o.), so dass in der Darstellung nur noch die äußere Umhüllende der jeweils maximierten HQ_{100} – Berechnung enthalten ist.

4.0 Ergebnisse

4.1 Wasserspiegellagen und Fließgeschwindigkeiten

Die vom Modell berechneten Wasserspiegellagen sind in Form von Linien gleicher Wasserstandshöhen von 83,25 mNN bis 94,50 mNN im Abstand von 0,25 m dargestellt. Die Geschwindigkeitsvektoren sind skaliert, je länger der Vektor ist, umso größer ist die Fließgeschwindigkeit.

4.2 Überschwemmungsgebiete

Für die Oker im Untersuchungsgebiet ist typisch, dass bei Erreichen der bordvollen Leistungsfähigkeit, ein Überlaufen in tieferliegende Gebiete erfolgt. Gleich an mehreren Stellen werden Okerabflussanteile der Warne zugeschlagen. Es wird aber auch an zwei Stellen (oberhalb der Mündung von der Ilse in die Oker) ein Abflussanteil der Ilse zugeschlagen (vgl. Anlagen 2.1 bis 2.3, Bahnstrecke).

Die hydraulische Berechnung dieser seitlichen Überströmungen ist numerisch diffizil, da teilweise nur ein geringer Abfluss mit geringer Wassertiefe (< 5 cm) flächig über den Hang fließt. Bei der Modellberechnung kann dies zu Problemen während der iterativen Lösung des Gleichungssystems führen. Es wurde daher darauf geachtet, dass unter vertretbarer Rechenlaufdauer ein stabiles Ergebnis berechnet wurde. Die Parameter für Hydro_As-2d wurden entsprechend gesetzt.

Das dargestellte Überschwemmungsgebiet setzt sich aus dem HQ₁₀₀ Oker und HQ₁₀₀ Ilse zusammen. Die zusammengefasste maximierte Uferlinie (Überschwemmungsgebietsgrenze) stellt dabei die Ausdehnung bei Hochwasser dar, die statistisch einmal in 100 Jahren erreicht wird.

Sogenannte potentielle Überschwemmungsflächen, d.h. Flächen die keine Verbindung zum hochwasserführenden Fluss haben und durch

Hochwasserschutzanlagen oder natürliches Gelände vom Überschwemmungsgebiet getrennt sind, sind in den Ergebnissen nicht enthalten.

Die Ergebnisse sind in den Anlagen 2.1 bis 2.3 dargestellt. In Ergänzung soll mi Folgenden auf einige Besonderheiten kurz eingegangen werden.

- Die Hochwasserschutzmaßnahmen an der Ilse in Hornburg sind im Jahr 2006 abgeschlossen worden. Im Modell wurden der gesamte Bereich über die Bauabschnitte 1 bis 3 vollständig berücksichtigt. Die Wirkung dieser Maßnahmen ist in der Darstellung in Anlage 2.3 deutlich zu erkennen – keine Ausuferungen rechtsseitig der Ilse (Ostufer).
- Die Trinkwassergewinnungsanlagen (Salzgitter Flachstahl) liegen im Überschwemmungsgebiet der Ilse. Drei Felder werden im Lastfall HQ₁₀₀ eingestaut. Einige wenige Überläufe führen an zwei der drei Feldern zu dem Einstau. Das Dritte Feld wird von der Ilse unterwasserseitig eingestaut. Die südwestlich gelegenen Brunnenfelder werden seitlich umströmt.
- Das Bahngelände südlich von Börßum wird überströmt. Die Wasserstände sind nur wenige Zentimeter höher, als das Gelände. Die Fließgeschwindigkeitsvektoren zeigen, dass ein Teil des Okerabflusses der Ilse zufließt. Eine weitere Stelle gibt es oberhalb der „Warnetalbahn“ wo ein Teil des Okerabflusses in das Ilse Überschwemmungsgebiet fließt.
- Im Mündungsbereich des Eckergrabens wurde der Rückstau aus der Oker berechnet und wird entsprechend dargestellt. Der Modellzufluss mit 1 m³/s wurde direkt im Mündungspunkt angesetzt.
- Im Mündungsbereich der Hasenbeeke wird der Sportplatz durch Rückstau aus der Oker überstaut. Auf der betroffenen Fläche wurde

der Wasserstand in der Oker im Mündungsbereich der Hasenbeeke konstant angenommen (horizontale Wasserspiegelfläche).

- Die L512 zwischen Heinigen und Börßum wird auf einer Länge von ca. 200 m überströmt.
- Die Zuwegung zur Zuckerfabrik Schladen in Schladen wurde mit dem Bau der neuen Bundesstraße in Schladen erneuert. Sowohl Bundesstraße als auch Zufahrt zur Zuckerfabrik Schladen wurden im Modell berücksichtigt. Im zur Verfügung gestellten Kartenwerk ist dieser Straßenverlauf noch nicht enthalten. Die Zuwegung zur Kläranlage (Schotterweg) wurde nachträglich aufgemessen und in das Modell integriert. Zuvor hatte sich herausgestellt, dass aufgrund der Geländesituation der Bereich „Hinter der Zuckerfabrik“ auch zum Überschwemmungsgebiet gehören würde, falls der Schotterweg überströmt werden kann. Die Nachvermessung ergab, dass dieser Bereich hochwasserfrei ist.

5.0 Zusammenfassung

Für den Mündungsbereich von Oker und Ilse bei Börßum sollte ein 2-dimensionales hydraulisches Modell erstellt werden und die HQ₁₀₀ Überschwemmungsgebietsgrenzen ermittelt werden.

Die vorliegenden Unterlagen, Karten, digitales Geländemodell, Flussprofilvermessung und Abflüsse aus dem N-A-Modell „Oker“ standen für die Modellerstellung zur Verfügung. Das Modell wurde mit dem Programmsystem SMS 8.0 und Hydro_As-2d aufgestellt.

Für die Oker als auch für die Ilse wurden jeweils ein HQ₁₀₀ berechnet. Die Abflüsse für die Berechnungen wurden aus dem N-A.-Modell „Oker“ entnommen. Für die endgültige Ermittlung der Überschwemmungsgebietsgrenzen wurde das Maximum aus beiden berechneten Lastfällen HQ₁₀₀ – Oker und HQ₁₀₀ – Ilse gebildet. Die auf diese Weise ermittelte Überschwemmungsgebietsgrenze entspricht an jeder Stelle der Ausdehnung, die statistisch einmal in hundert Jahren infolge erreicht wird. Die Ergebnisse der Modellberechnung wurden in den Anlagen 2.1 bis 2.3 in Form von Überschwemmungsflächen, Wasserstand-Isolinien und Geschwindigkeitsvektoren dargestellt.

Literaturverzeichnis

- [1] Ein zweidimensionales Strömungsmodell für die
wasserwirtschaftliche Praxis, Benutzerhandbuch, Dr.-Ing.
M.Nujuc; April 2004
- [2] Hydrologischer Abflussspendenlängsschnitt der Oker auf Basis des
Niederschlag – Abfluss – Modells „Oker“,
NLWKN, 2006
- [3] Internet;
http://www.nlwkn.niedersachsen.de/master/C15524826_N14376375_L20_D0_I5231158
- [4] Hochwasserschutzplanung Stadt Hornburg, Prof. Hartung + Partner
GmbH, 2006