



**Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und
Naturschutz (NLWKN)
Betriebsstelle Cloppenburg**



Berechnung des Überschwemmungs- gebietes des Streeks

Aufgestellt :



INGENIEUR-DIENST-NORD
Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH
Industriestraße 32 · 28876 Oyten
Telefon: 04207 6680-0 · Telefax: 04207 6680-77
eMail: info@idn-consult.de www.idn-consult.de

Datum : **31. Oktober 2007**

Projekt-Nr. : **4780-A**

Inhalt

Erläuterungen

Anhang

Anlagen

Anlage 1:	Übersichtskarte	1 :	25.000
Anlage 2: Bl. 1 - 2	Lageplan	1:	5.000
Anlage 3: Bl. 1 -2	Längsschnitt Streek	1: 10.000/100	
Anlage 4:	Gewässerprofile Streek	1: 100/100	
Anlage 5:	Fotodokumentation		

Erläuterungen

Inhalt

	Seite	
1	Veranlassung und Aufgabe	2
2	Berechnungsgrundlagen	2
3	Beschreibung des Untersuchungsraumes	3
4	Ermittlung der Abflussmengen	7
4.1	Abflussspenden	7
4.2	Hochwasserabschlag zur Soeste	7
4.2.1	Wasserstand der Soeste	8
4.2.2	Wasserstand im Hochwasserableiter	9
4.2.3	Wasserstand im Streek	9
4.2.4	Ermittlung der Hochwasserabschlagsmengen	11
4.3	Abflussmengen im Streek	11
5	Ermittlung Wasserspiegellagen	12
5.1	Grundlagen	12
5.2	Berechnungsmodell	13
5.2.1	Allgemeines	13
5.2.2	Fließformel	14
5.2.3	Rauheitsbeiwerte	15
5.2.4	Ausgangswasserspiegel	15
6	Ermittlung des Überschwemmungsgebietes	16
6.1	Allgemeines	16
6.2	Berechnungsergebnisse für den 100-jährlichen Abfluss	17
6.3	Plausibilitätskontrolle	19

Anhang

1 Veranlassung und Aufgabe

Für den Streek soll zwischen der Einmündung in die Lahe und der Station 8+500 oberhalb von Friesoythe auf 8,5 km Fließlänge das natürliche Überschwemmungsgebiet ermittelt werden. Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Cloppenburg, hat die Ingenieur-Dienst-Nord GmbH (IDN), Oytten, mit der Berechnung des natürlichen Überschwemmungsgebietes beauftragt. Die Ergebnisse werden hiermit vorgelegt.

2 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungen basieren auf folgenden Unterlagen:

- DGK 5, Digitales Geländemodell (DGM 5) und Luftbildaufnahmen, zur Verfügung gestellt vom NLWKN, Betriebsstelle Cloppenburg
- Aufmaße des Streeks und des Hochwasserableiters sowie der Kreuzungsbauwerke, durchgeführt vom IDN, im Februar 2006
- Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen, herausgegeben vom NLÖ 2003
- Entwurf für die Melioration des Meeschengebietes, aufgestellt vom Ingenieurbüro Börjes & Partner, Westerstede im Dezember 1987
- Lageplan der RW-Kanalisation, zur Verfügung gestellt von der Stadt Friesoythe
- Berechnung des Überschwemmungsgebietes der Soeste oberhalb des Küstenkanals, durchgeführt vom IDN
- Bestandsvermessungen in der Ortslage Friesoythe, durchgeführt durch ÖbVI Damm + Timmermann, zur Verfügung gestellt von der Stadt Friesoythe, Juni 2008 und Dezember 2010
- Ortsbesichtigung durch den IDN und Abstimmungen mit der Friesoyther Wasseracht und dem NLWKN, Betriebsstelle Cloppenburg

3 Beschreibung des Untersuchungsraumes

(s. Anlage 1: Übersichtskarte)

Der Streek beginnt nördlich der Thülsfelder Talsperre im Bereich der Ortslage Vordersten Thüle. Er fließt in nordwestliche Richtung, durchquert die Stadt Friesoythe und mündet nach rd. 12 km in die Lahe. Das natürliche Einzugsgebiet des Streeks an der Mündung in die Lahe hat eine Größe von $A_{E0} = 25,65 \text{ km}^2$.

Rund 500 m oberhalb der Straße "Am Galgenberg" südlich von Friesoythe beginnt der Untersuchungsraum für die Berechnung des Überschwemmungsgebietes (Station 8+500). Bis Station 6+900 verläuft der Streek durch landwirtschaftlich genutztes Gelände. Danach erreicht er das Ortsgebiet von Friesoythe mit zahlreichen Durchlässen und beidseitig angrenzenden Baugebieten. Bei Station 4+850 verlässt er die Stadt und verläuft in nördliche Richtung bis zur Einmündung in die Lahe (Station 0+000) wieder durch landwirtschaftliche Nutzflächen.

Oberhalb der Stadt befindet sich an der "Tecklenburger Straße" ein Hochwasserabschlag zur Soeste (Station 6+935). Der Hochwasserabschlag ist Bestandteil des o. g. Entwurfes zur Melioration des Meeschengebietes, die extreme Hochwassermengen vor Friesoythe ableiten und damit den Ort vor Hochwasser schützen soll. Nach Auskunft der Friesoyther Wasseracht sind mit Ausnahme des Hochwasserableiters zur Soeste keine Maßnahmen des Entwurfes umgesetzt worden.

Der Hochwasserableiter verläuft unterhalb der "Tecklenburger Straße" auf rd. 450 m Länge durch Wiesen bevor er in die RW-Kanalisation der Stadt Friesoythe einmündet. Der RW-Kanal DN 1000 mündet wiederum nach rd. 335 m unterhalb der Stauanlage Warnken an der "Ringstraße" in die Soeste.

Im Untersuchungsabschnitt des Streeks sind 45 Brücken, Durchlässe und sonstige Bauwerke vorhanden. Weitere 6 Bauwerke befinden sich am Hochwasserableiter zur Soeste. Die Bauwerke werden in den Tabelle 1 und 2 in Fließrichtung (entgegen der Stationierung) zusammengefasst. Den vorliegenden Unterlagen liegt eine CD mit digitalen Fotografien der Bauwerke bei. Ein Bauwerksverzeichnis mit den wesentlichen Abmessungen der Bauwerke befindet sich im Anhang.

Station	Bauwerk
8+203	Rohrdurchlass DN 1000
7+931	Rohrdurchlass DN 1200, "Am Galgenberg"
7+784	Holzsteg
7+446	Rahmendurchlass, Umgehungsstraße
7+178	Rohrdurchlass DN 1000
7+111	Rohrdurchlass DN 1200
6+935	Hochwasserabschlag zu r Soeste
6+842	Rohrdurchlass DN 1000, "Amselweg"
6+796	Holzbrücke, Grundstückszufahrt
6+746	Rohrdurchlass DN 1000, Grundstückszufahrt
6+705	Rohrdurchlass DN 1000, "Finkenweg"
6+669	Verrohrung DN 1000, Grundstückszufahrt
6+636	Verrohrung DN 1000, Grundstückszufahrt
6+617	Rohrdurchlass DN 1000, Grundstückszufahrt
6+596	Rohrdurchlass DN 1000, Grundstückszufahrt
6+576	Rohrdurchlass DN 1000, Grundstückszufahrt
6+564	Rohrdurchlass DN 1000, Grundstückszufahrt
6+527	Rohrdurchlass DN 1000, Grundstückszufahrt
6+339	Verrohrung DN 1600, "Brakestraße"
6+191	Rohrdurchlass DN 1000, "Meeschenstraße"
6+064	Verrohrung DN 1200 "Willohstraße"
5+920	Gewölbedurchlass, Bahnlinie
5+841	Rahmendurchlass "In den Vinnen"
5+809 - 5+839	Sohlengleite
5+765 - 5+773	Sohlengleite
5+541	Verrohrung HAMCO-Profil, "Scheefenkamp"
5+362	HAMCO-Durchlass, Grundstückszufahrt
5+300	HAMCO-Durchlass, Grundstückszufahrt
5+254	HAMCO-Durchlass, Grundstückszufahrt
5+185	Sohlschwelle
5+143	HAMCO-Durchlass, Grundstückszufahrt
5+102	HAMCO-Durchlass, Grundstückszufahrt
5+083	Straßenbrücke, "Fliederstraße"
5+011	ehemalige Stauanlage
4+988	Sohlschwelle
4+984	HAMCO-Durchlass
4+871	Holzbrücke

Station	Bauwerk
4+335	Betonsteg
4+182	Straßenbrücke, "In den Kämpfen"
3+600	Betonsteg
3+483	Straßenbrücke, "Eggershauser Esch"
3+100	Holzsteg
2+426	HAMCO-Durchlass, "Zum Kellerdamm"
1+668	HAMCO-Durchlass
0+322	Spundbohle

Tabelle 1: Bauwerke im Untersuchungsraum des Streeks

Station	Bauwerk
0+445	Überfallschwelle des Hochwasserabschlags aus dem Streek
0+440	Rohrdurchlass DN 1000, "Tecklenburger Straße"
0+378	Rohrdurchlass DN 1000
0+129	Rohrdurchlass DN 1000
0+092	Rohrdurchlass DN 1000
0+000	Einlaufbauwerk in RW-Kanalisation

Tabelle 2: Bauwerke am Hochwasserableiter

Neben den Bauwerken befinden sich noch drei größere Gewässereinmündungen im Untersuchungsraum. Deren Einzugsgebietsgrößen wurden der hydrografischen Karte Niedersachsen entnommen bzw. anhand der Geländehöhen digital ermittelt. In Fließrichtung gesehen sind folgende Gewässer zu nennen:

- Station 3+890 von rechts Wreesmanns Graben ($A_{E0} = 6,64 \text{ km}^2$)
- Station 1+070 von links Mehrenkamper Graben ($A_{E0} = 4,39 \text{ km}^2$)
- Station 0+320 von rechts Rehen Schlot ($A_{E0} = 1,85 \text{ km}^2$)

Im Ortsbereich von Friesoythe münden mehrere Regenwasserkanäle in den Streek. Aus Unterlagen der Stadt Friesoythe (s. Pkt. 2) gehen folgende Einmündungen hervor:

- Station 6+610 von rechts DN 100
- Station 6+370 von rechts DN 400
- Station 6+290 von links DN 400
- Station 6+290 von rechts DN 200
- Station 6+180 von links DN 300
- Station 6+180 von rechts DN 400
- Station 6+045 von links DN 400
- Station 6+045 von rechts DN 500
- Station 5+940 von rechts Meeschen Schloot (Vorfluter für Stadtentwässerung)
- Station 5+910 von rechts DN 150 (Ablauf Rückhaltebecken)
- Station 5+840 von rechts DN 400
- Station 5+800 von links DN 300
- Station 5+800 von links DN 300
- Station 5+575 von rechts DN 300
- Station 5+570 von links DN 600
- Station 5+565 von links DN 400
- Station 5+530 von rechts DN 400
- Station 5+440 von links DN 400
- Station 5+300 von links DN 500
- Station 5+300 von rechts DN 300
- Station 5+255 von rechts DN 300
- Station 5+180 von links DN 1200
- Station 5+090 von rechts DN 300
- Station 5+075 von rechts DN 600
- Station 4+990 von links DN (konnte nicht ermittelt werden)
- Station 4+870 von rechts DN 400
- Station 4+825 von links DN 150

Einzugsgebietsgrößen und genehmigte Einleitungsmengen der RW-Kanäle sind nicht bekannt. Zur Erfassung der Stadtabflüsse wurde die Abflusssteigerung (0,96 m³/s) zwischen dem Hochwasserabschlag zur Soeste und dem Wreesmanns Graben auf 5 Streckenabschnitte in diesem Teilgebiet aufgeteilt. Der Teilungsfaktor

wurde entsprechend dem städtischen Einzugsgebiet zwischen 5 % und 35 % gewählt (s. Abflussermittlung im folgenden Abschnitt).

4 Ermittlung der Abflussmengen

4.1 Abflussspenden

Gemäß Niedersächsischem Wassergesetz § 92 a, Abs. 3, werden die Überschwemmungsgebiete für den 100-jährlichen Hochwasserabfluss festgesetzt.

Am Streek existieren keine Pegelaufzeichnungen, so dass eine Extremwertanalyse zur Ermittlung des 100-jährlichen Hochwassers nicht möglich ist.

Nach den "Hochwasserbemessungswerten für die Fließgewässer in Niedersachsen" (NLÖ, 2003) ist der Streek der Hydrologischen Landschaft "Dwergter Geest" zuzuordnen. Danach ergibt sich für das 25,65 km² große Einzugsgebiet des Streeks eine Abflussspende von $H_{q100} = 237 \text{ l/(s}\cdot\text{km}^2)$. Bei kleineren Einzugsgebieten ergibt sich eine Steigerung der Abflussspende. Bezogen auf den Streek wurde eine Steigerung bis auf $H_{q100} = 300 \text{ l/(s}\cdot\text{km}^2)$ im Oberlauf des Streeks gewählt.

Die Siedlungsabflüsse aus der RW-Kanalisation wurden nicht gesondert betrachtet, da erfahrungsgemäß deren Abflussspitze deutlich vor der Welle aus dem natürlichen Einzugsgebiet abläuft. Durch Einbeziehung der Größe des besiedelten Einzugsgebietes bei der Berechnung des Abflusses erfolgt eine ausreichende Berücksichtigung der Siedlungsabflüsse.

4.2 Hochwasserabschlag zur Soeste

Neben den Abflussspenden ist zur Ermittlung der Abflüsse des Streeks in Friesoythe auch der Hochwasserabschlag zur Soeste zu berücksichtigen. Der Hochwasserabschlag erfolgt ungesteuert über eine Stautafel an der "Tecklenburger Straße". Die Abschlagswassermenge ist abhängig vom Wasserstand ober- und unterhalb der Stautafel.

Der Wasserstand im Streek oberhalb der Stautafel wird von der Abflussmenge beeinflusst, die im Streek weiterläuft. Der Wasserstand im Hochwasserableiter unterhalb der Stautafel wird von der abgeschlagenen Wassermenge und vom Rückstau aus der Soeste an der Einmündungsstelle des Hochwasserableiters beeinflusst. Dem Problem Hochwasserabschlag konnte sich daher nur iterativ genähert werden.

4.2.1 Wasserstand der Soeste

Ein Faktor für die Ermittlung der Abschlagswassermenge ist die Höhe des Wasserspiegels der Soeste an der Einmündung des Hochwasserableiters. Der Hochwasserabfluss in der Soeste setzt sich aus der Abgabemenge der Thülsfelder Talsperre und dem Abfluss aus dem Zwischeneinzugsgebiet zwischen der Talsperre und Friesoythe zusammen.

Gemäß Angaben des NLWKN beträgt die maximale Abgabemenge der Talsperre $Q_{ab} = 4,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Das Zwischeneinzugsgebiet hat eine Größe von $A_{E_0} = 52,50 \text{ km}^2$. Nach den "Hochwasserbemessungswerten für die Fließgewässer in Niedersachsen" (NLÖ, 2003) ist die Soeste ebenfalls der Hydrologischen Landschaft "Dwergter Geest" zuzuordnen. Danach ergibt sich für das $52,50 \text{ km}^2$ große Einzugsgebiet der Soeste eine Abflussspende von $Hq_{100} = 195 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$. In Friesoythe ergibt sich damit ein Abfluss der Soeste von $HQ_{100} = 4,0 + 52,50 \cdot 0,195 = 14,24 \text{ m}^3/\text{s}$. Der Abfluss aus dem Hochwasserableiter wurde mit $Q = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}$ berücksichtigt, so dass in der Soeste von einem Gesamtabfluss von $HQ_{100} = 14,50 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgegangen werden kann.

Vom NLWKN wurden Gewässerprofilaten der Soeste in Friesoythe zur Verfügung gestellt. Mit diesen Gewässerprofilen und dem Abfluss von $14,50 \text{ m}^3/\text{s}$ wurde eine Wasserspiegellagenberechnung für die Soeste durchgeführt. Die Ergebnisliste ist dem Anhang zu entnehmen. Bezogen auf die Einmündungsstelle des Hochwasserableiters ergibt sich danach ein Wasserstand von $\text{NN} + 7,59 \text{ m}$. Eine zwischenzeitlich durchgeführte Berechnung des Überschwemmungsgebietes der Soeste zwischen der Talsperre Thülsfeld und dem Küstenkanal bestätigt diesen Wasserstand unterhalb der Mühle in Friesoythe.

4.2.2 Wasserstand im Hochwasserableiter

Der Wasserstand im Hochwasserableiter an der Einmündung in den RW-Kanal wurde mit der Formel für Rohrdurchlässe (z. B. RAS-Ew) berechnet. Die Länge des Rohrdurchlasses entspricht mit 335 m der Länge der Rohrleitung. Der Durchmesser beträgt DN 1000. Die Rauheit der Rohrwandungen wurde mit 2 mm angenommen. In Abhängigkeit vom Abfluss ergeben sich damit die in Tabelle 3 angegebenen Aufstauhöhen und Wasserstände oberhalb des Durchlasses.

Ausgehend von den Wasserständen oberhalb des Durchlasses wurden mittels Wasserspiegellagenberechnungen die Wasserstände unterhalb des Hochwasserabschlages vom Streek ermittelt. Die Rahmenbedingungen für die Berechnungen werden im Kapitel 5 beschrieben. Die in Abhängigkeit vom Abfluss errechneten Wasserstände sind ebenfalls der Tabelle 3 zu entnehmen.

Abfluss [m³/s]	Aufstau Durchlass [cm]	Wasserstand oberhalb Durchlass [mNN]	Wasserstand unterhalb HW-Abschlag [mNN]
0,40	12,5	7,72	7,74
0,50	19,5	7,79	7,82
0,60	28,1	7,87	7,91
0,70	38,1	7,97	8,02
0,80	49,8	8,09	8,10
0,90	63,0	8,22	8,23
1,00	77,7	8,37	8,37
1,10	93,9	8,53	8,53
1,20	111,7	8,71	8,71

Tabelle 3: Abflüsse und Wasserstände im Hochwasserableiter

4.2.3 Wasserstand im Streek

Der Hochwasserabschlag befindet sich an der "Tecklenburger Straße" bei Gewässerstation 6+935. Die Stautafel befindet sich unmittelbar vor einem Rohrdurchlass DN 1000 unter der Straße (s. Abbildung 1).



Abbildung 1: Hochwasserabschlag an Tecklenburger Straße

Zwischen Oberkante Stautafel und Unterkante Betonrohr verbleiben ca. 0,35 m, die Durchflussfläche beträgt rd. 0,25 m². Der Durchfluss ist abhängig vom Ober- und Unterwasserstand an der Stautafel. Unter der Voraussetzung, dass der Oberwasserstand nur wenig über der Straßenoberkante (~ NN + 8,40 m) liegen kann, beträgt der angenommene Oberwasserstand maximal ca. NN + 8,50 m. Die Durchflussöffnung an der Stautafel wirkt wie eine Drossel. Eine Drosselberechnung kommt in Abhängigkeit vom Unterwasserstand zu folgenden Abflussmengen.

Wasserstand oberhalb Stautafel [mNN]	Wasserstand unterhalb Stautafel [mNN]	delta h [cm]	Abfluss [m ³ /s]
8,50	7,74	0,76	0,56
8,50	7,82	0,68	0,53
8,50	7,91	0,59	0,49
8,50	8,02	0,48	0,44
8,50	8,10	0,40	0,40

Tabelle 4: Abflüsse und Wasserstände am Hochwasserabschlag

4.2.4 Ermittlung der Hochwasserabschlagsmengen

Durch mehrere Wasserspiegellagenberechnungen mit verschiedenen Hochwasserabschlagsmengen wurde die Abschlagsmenge ermittelt, bei der sich sowohl im Streek als auch im Hochwasserableiter realistische Wasserstände ergeben. Es zeigt sich, dass bei einem Hochwasserabschlag von $Q_{ab} = 0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ im Streek an der Hochwasserentlastung ein Wasserstand von ca. NN + 8,48 m auftritt. Der Wasserstand im Hochwasserableiter liegt bei einem Abfluss von $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ im Ableiter unterhalb der Stautafel bei NN + 8,10 m. Die Abflussleistung der Drossel des Hochwasserabschlages beträgt damit rd. $Q_{Drossel} = 0,40 \text{ m}^3/\text{s}$. Dies bedeutet, dass die übrigen rd. $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$ über die Oberfläche der "Tecklenburger Straße" in den Hochwasserableiter laufen. Insgesamt ergibt sich damit ein realistisches Szenario.

4.3 Abflussmengen im Streek

Unter Berücksichtigung der einmündenden Gräben und RW-Leitungen sowie dem Hochwasserabschlag von $Q_{ab} = 0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ ergeben sich im Untersuchungsraum des Streeks die in Tabelle 6 angegebenen Abflussmengen.

Die Abflusswerte des 100-jährlichen Hochwassers sind zusätzlich dem Abflussdiagramm im Anhang zu entnehmen.

Mit den angegebenen Abflusswerten wurde die Wasserspiegellagenberechnung durchgeführt.

von Station		bis Station		A _E [km ²]	H _q [l/s·km ²]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]
0+000	Beginn Untersuchungsgebiet	0+320	Einmündung Rehen-Schlot	25,65	237	5,28*
0+320	Einmündung Rehen-Schlot	1+070	Einmündung Mohrenkammer Graben	23,17	240	4,76*
1+070	Einmündung Mohrenkammer Graben	3+890	Einmündung Wreesmanns Graben	18,78	250	3,90*
3+890	Einmündung Wreesmanns Graben	5+190	Einmündung RW-Kanal Koppelweg	10,94	275	2,21*
5+190	Einmündung RW-Kanal Koppelweg	5+650	Einmündung RW-Kanal L 831	9,71	275	1,87*
5+650	Einmündung RW-Kanal L 831	5+940	Einmündung Meeschen-Schlot	8,84	275	1,63*
5+940	Einmündung Meeschen-Schlot	6+250	Einmündung RW-Kanal Meeschenstraße	8,15	275	1,44*
6+250	Einmündung RW-Kanal Meeschenstraße	6+300	Einmündung RW-Kanal Brakestraße	7,64	275	1,30*
6+300	Einmündung RW-Kanal Brakestraße	6+935	HW-Abschlag Soeste	7,45	275	1,25*
6+935	HW-Abschlag Soeste	8+363	Ende Untersuchungsgebiet	6,84	300	2,05

*um 0,80 m³/s Hochwasserabschlag reduziert

Tabelle 5: Abflusswerte des Streeks

5 Ermittlung Wasserspiegellagen

5.1 Grundlagen

Bei der Erstellung des Berechnungsmodells standen aktuell aufgemessene Gewässerprofile des Streeks und des Hochwasserableiters (s. Anlage 4) sowie die hydraulisch relevanten Abmessungen von Kreuzungsbauwerken und Wehren zur Verfügung (s. Bauwerksverzeichnis im Anhang). Gewässerprofile der Soeste zur Berechnung des Rückstaus wurden vom NLWKN, Betriebsstelle Cloppenburg, zur Verfügung gestellt. Der Anschluss an die Talaue erfolgte jeweils über Auswertung des Digitalen Geländemodells (DGM 5). Die digitalen Talprofile werden auf Datenträger abgegeben.

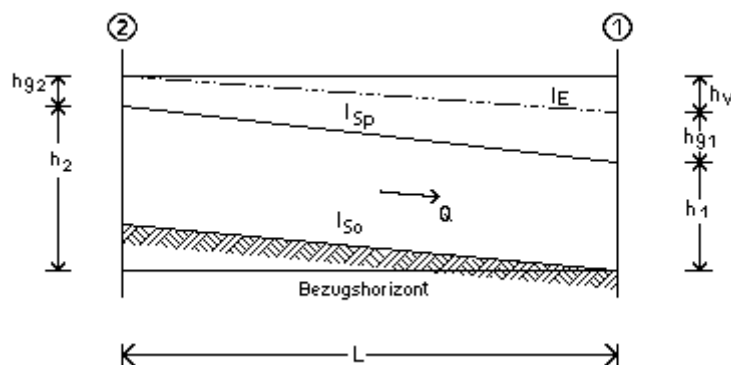
Für den Streek und den Hochwasserableiter wurde eine gewässeraufwärts gerichtete Gewässerstationierung ermittelt. Die Gewässerstationierung ist dem Lageplan (Anlage 2) zu entnehmen.

5.2 Berechnungsmodell

5.2.1 Allgemeines

Für die Ermittlung der Wasserstände in den Gewässern wurde ein Rechenmodell erstellt. Das Modell beruht auf einem eindimensionalen Ansatz für die Strömungsgleichung. Für naturnahe Gerinne mit sich laufend ändernden Querschnitten und damit ungleichförmigem Durchfluss wird die Wasserspiegellage schrittweise von Profil zu Profil berechnet. Bei strömendem Abfluss erfolgt die Berechnung entgegen, bei schießendem Abfluss mit der Fließrichtung.

Für zwei Profile im Abstand L lässt sich die Bernoulli-Energiegleichung wie folgt schreiben:



$$h_i = h_{i-1} + \beta \cdot (hg_{i-1} - hg_i) + L/2 \cdot (IE_{i-1} + IE_i)$$

- h : = Wasserstand an der Stelle i bzw. $i-1$ [m]
 L : = Fließlänge zwischen Stelle i und Stelle $i-1$ [m]
 hg : = Geschwindigkeitshöhe [m]
 IE : = Energieliniengefälle [%]
 β : = Beiwert, der eine plötzliche Querschnittserweiterung berücksichtigt (für $A_{i-1} > A_i$: $\beta = 2/(1+A_{i-1}/A_i)$, sonst: $\beta = 1$).

Da die Werte für die Geschwindigkeitshöhe und das Energieliniengefälle am Profil i abhängig vom Wasserstand h_j sind, sind beide Werte zunächst auf Grundlage eines geschätzten h_j zu ermitteln. Danach werden geschätzter und durch die Spiegelliniengleichung ermittelter Wasserstand am Profil i miteinander verglichen und die Schätzung so lange verbessert, bis die Abweichung zwischen geschätztem und errechnetem Wasserstand kleiner ist als eine vorzugebende Rechengenauigkeit.

Die Berechnung der Wasserspiegellinien erfolgte mit dem EDV-Programm "WaspTools".

Das Modell wurde mit den Profildaten des Gewässers erstellt. Weitere Modellparameter wie Aufteilung der Profile in Hauptgerinne, Vorland- und Bewuchsbereiche sowie die Festlegung des abflusswirksamen Bereiches bei möglichen Ausuferungen sind anhand des Kartenmaterials, der örtlichen Begehung sowie anhand von Fotografien und Luftbildern ermittelt worden.

Da keine durchgehenden Wasserspiegellinienaufmaße mit Angaben zu den zugehörigen Abflussmengen für Hochwasserabflüsse vorliegen, konnte eine exakte Eichung des Modells nicht durchgeführt werden.

5.2.2 Fließformel

Die vorliegenden Berechnungen erfolgten für den stationären, strömenden Abfluss mit der empirischen Gleichung nach Manning-Strickler und der Kontinuitätsgleichung:

$$v = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I_{So}^{1/2}$$

und

$$Q = v \cdot A$$

mit

Q	=	Abfluss	[m ³ /s]
v	=	Fließgeschwindigkeit	[m/s]
A	=	Fließquerschnitt	[m ²]
r_{hy}	=	hydraulischer Radius = A/l_u	[m]
l_u	=	benetzter Umfang	[m]
k_{St}	=	Abflussbeiwert nach Manning-Strickler	[m ^{1/3} /s]
I_{So}	=	Sohlengefälle	[m/m]

5.2.3 Rauheitsbeiwerte

Die für die Wasserspiegellagenberechnungen angesetzten Rauheitsbeiwerte nach MANNING-STRICKLER (k_{St}) können nur abgeschätzt werden, da keine Messwerte vorliegen. Anhand der bei der Vermessung erfassten Wasserspiegel konnte jedoch eine näherungsweise Kalibrierung des Berechnungsmodells durchgeführt werden.

Es wurden folgende Werte angesetzt:

Hauptquerschnitt

Streek unterhalb HW-Abschlag	$k_{St} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Streek oberhalb HW-Abschlag	$k_{St} = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Streek im Bereich von Durchlässen	$k_{St} = 40 - 50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Soeste	$k_{St} = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Hochwasserableiter	$k_{St} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Böschungen	$k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Vorländer Grünland	$k_{St} = 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Vorländer Ackerflächen	$k_{St} = 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Bewuchsbereiche/Gehölze	$k_{St} = 5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

5.2.4 Ausgangswasserspiegel

Der Ausgangswasserspiegel für die Berechnung der Wasserspiegellage des Streeks wird durch den Rückstau aus der Lahe beeinflusst. Der Wasserspiegel der Lahe ist nicht bekannt. Aus den Berechnungen zur Ermittlung des Überschwemmungsgebietes der Soeste sind jedoch Wasserstandsdaten der Soeste an der Einmündung der Lahe bekannt. Aufgrund des Rückstaus aus dem Düker unter dem Küstenkanal ergibt sich mit NN + 4,43 m ein relativ hoher Wasserstand. Bis zur Einmündung des Streeks in die Lahe kann wegen diesem hohen Rückstau von einem geringen Wasserspiegelgefälle ausgegangen werden. Als Ausgangswasserstand für die vorliegenden Berechnungen wurde daher eine Höhe von NN + 4,50 m gewählt.

6 Ermittlung des Überschwemmungsgebietes

6.1 Allgemeines

Die errechneten Wasserstände wurden profilweise mit dem digitalen Geländemodell verschnitten. Diesem Modell liegt ein 12,5 x 12,5 m - Raster zugrunde. Für die Ermittlung der Überschwemmungsflächen wird für jeden Raster- (Höhen-) Punkt ein Wasserstand berechnet, der sich durch lineare Interpolation der Wasserstände am nächst ober- und unterhalb gelegenen Profil ergibt. Befindet sich der berechnete Wasserstand über der Geländehöhe, zählt dieser Rasterpunkt zur Überschwemmungsfläche, ansonsten gilt der Punkt als nicht überschwemmt.

Anschließend wurden Plausibilitätsprüfungen durchgeführt. Bei eingedeichten bzw. verwallten Gewässern ergibt sich oft ein Wasserstand, der unterhalb der Verwaltungshöhe, aber über dem angrenzenden Geländeniveau liegt. Die angrenzenden Flächen werden daher vom Programm als überflutet dargestellt, so dass sie zur Korrektur mittels manueller Eingriffe aus dem berechneten Überschwemmungsgebiet herausgenommen werden müssen.

Ähnlich verhält es sich bei Flächen, die tiefer als die jeweilige Böschungsoberkante des Gewässers liegen, z. B. bei Vorländern, die zum Talrand hin geneigt sind. Auch in diesen Bereichen kann der Wasserstand des Gewässers über dem jeweiligen Geländeniveau liegen, aber das Gewässer ufert nicht aus und führt nicht zu Überschwemmungen.

Weitere Plausibilitätsprüfungen müssen bei Dämmen (Straßen, Eisenbahnlinien etc.) im Überschwemmungsgebiet durchgeführt werden. Diese Dämme werden im digitalen Geländemodell häufig nicht erfasst. Sie können aber als Querriegel wirken und eine Ausweitung von Überschwemmungen verhindern. Da die Höhen dieser Dämme nicht immer bekannt sind, müssen teilweise Annahmen getroffen werden. Bei Dämmen mit entscheidender Wirkung werden auch lokale Vermessungen durchgeführt.

Das berechnete Überschwemmungsgebiet des Streeks ist in den Anlagen 1 und 2 dargestellt. Die Ergebnislisten der Wasserspiegellagenberechnungen sind dem Anhang zu entnehmen.

6.2 Berechnungsergebnisse für den 100-jährlichen Abfluss

Am Streek ergeben sich stellenweise massive Ausuferungen, die aber durch den Rückstau von zu geringen Durchflussquerschnitten an Durchlässen verursacht werden. Die folgende detaillierte Beschreibung der Ergebnisse wird in Fließrichtung, also entgegen der Gewässerstationierung durchgeführt.

Oberhalb der neuen Umgehungsstraße ergibt sich ein weiträumiges Überschwemmungsgebiet, das vor allem durch Rückstau an den Durchlässen hervorgerufen wird. Der stark versandete Rohrdurchlass DN 1200 in der Straße "Am Galgenberg" (Station 7+931) bewirkt einen Aufstau von rd. 30 cm und der Rahmendurchlass an der neuen Umgehungsstraße (Station 7+446) einen Aufstau von rd. 45 cm. Die Aufaddierung dieser Rückstauhöhen führt zu den großen Überschwemmungen. Eine deutliche Verbesserung der Hochwassersituation würde sich durch eine Behebung dieser beiden Engstellen ergeben.

Zur Kontrolle der Berechnungsergebnisse wurde das Wasservolumen des oberhalb der Umgehungsstraße berechneten Überschwemmungsgebietes ermittelt. Bezogen auf das dargestellte Überschwemmungsgebiet und die berechneten Wasserstände beträgt das Wasservolumen demnach rd. 208.000 m³. Die Fließzeit des Streeks bis zur Umgehungsstraße beträgt rd. 4 Stunden (nach KIRPICH). Unter dem Ansatz, dass die für ein Hochwasser maßgebliche Regendauer der Fließzeit des Gewässers entspricht, wird von einer maßgeblichen Regendauer von 4 Stunden ausgegangen. Nach dem KOSTRA-Atlas der Starkniederschläge hat der 4-stündige, 100-jährliche Niederschlag im Raum Friesoythe eine Regenhöhe von 66,0 mm. Bezogen auf das 6,84 km² große Einzugsgebiet entspricht dies einem Regenvolumen von rd. 451.000 m³., d. h. rd. 46 % des Niederschlags kommen zum Abfluss und werden oberhalb der Umgehungsstraße gespeichert. Dieser Wert ist relativ hoch, unter Berücksichtigung der Seltenheit des Ereignisses jedoch nicht unwahrscheinlich. Durch Auswertung von Abflussbeiwerten an anderen Gewässersystemen sind dem Verfasser auch Abflussbeiwerte von über 0,50 bekannt.

Auch unterhalb der Umgehungsstraße ergeben sich weiträumige Überschwemmungen, die im wesentlichen vom Aufstau am Durchlass "Meeschenstraße" (Station

6+191) verursacht werden. Dieser stark versandete Rohrdurchlass DN 1000 bewirkt einen Aufstau von rd. 43 cm. Zu Ausuferungen kommt es jedoch erst oberhalb von Station 6+440. Gemäß dem digitalen Geländemodell sind auch Siedlungsbereiche von Friesoythe von Überschwemmungen betroffen.

Wie bereits beschrieben, ergibt sich am Hochwasserabschlag zur Soeste ein Wasserstand, der über der Straßenhöhe der angrenzenden "Tecklenburger Straße" liegt. Die hohe Wassermenge von 0,80 m³/s führt auch am Hochwasserableiter zu massiven Ausuferungen und Überschwemmungen.

Die Verrohrungen und Durchlässe zwischen der "Meeschenstraße" und der Umgehungsstraße bewirken aufgrund des ohnehin hohen Wasserstandes trotz teilweiser starker Versandung keinen weiteren Aufstau.

Unterhalb des o. g. Durchlasses "Meeschenstraße" befindet sich oberhalb der "Willlohstraße" eine Verrohrung, die einen Aufstau von 20 cm bewirkt. Auch unterhalb der Verrohrung wird der Grünbereich bis zur Bahnlinie überflutet. Unterhalb der Bahnlinie kommt es zu ebenfalls Überflutungen. Teilweise betroffen ist ein Neubaugebiet und die Fläche des Bebauungsplanes Nr. 101 nördlich der Bahnlinie.

Obwohl die rd. 190 m lange Verrohrung im Bereich "Scheefenkamp" (Station 5+541) einen Aufstau von 73 cm verursacht, ergeben sich im Stadtgebiet nördlich der Bahnlinie keine Überschwemmungen mehr.

Einen weiteren Aufstau mit rd. 20 cm Aufstau stellt der HAMCO-Durchlass (l = 18,0 m) der "Anemonenstraße" (Station 5+300) dar. Auch dieser Aufstau führt aufgrund der Gewässertiefe zu keinen Ausuferungen.

Auch in den Ortsbereichen, wo es keine direkten Ausuferungen gibt, kann es durch Rückstau in die Regenwasserkanäle zu Problemen kommen. Da keine Kanaldeckelhöhen vorlagen, konnte keine Überprüfung vorgenommen werden. Stellenweise liegen die Geländehöhen abseits des Streeks aber etwas unter dem errechneten Hochwasserspiegel, so dass es rückstaubedingt zu Überflutungen kommen kann.

Nördlich der Stadt ergeben sich Überschwemmungsgebiete südlich der Straße "In den Kämpen" zwischen Streek und Wreesmanns Graben sowie im Einmündungsbereich des Wreesmanns Graben.

Zwischen der Einmündung des Wreesmanns Graben und der Mündung in die Lahe ergeben sich noch weitere Ausuferungen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Wohngebäude sind nicht betroffen. Diese Überschwemmungen werden im wesentlichen durch den Rückstau aus der Soeste/Lahe verursacht.

Die vorhandenen Brücken und Durchlässe in diesem Abschnitt werden nicht überströmt und bewirken nur einen geringen Aufstau von bis zu 6 cm. Die kleineren Stege können auch überströmt werden.

6.3 Plausibilitätskontrolle

Im Anschluss an die Ermittlung des Überschwemmungsgebietes wurden Plausibilitätskontrollen durchgeführt.

Für mehrere Bereiche im Siedlungsgebiet von Friesoythe wurden nachträglich Geländehöhen an Straßen und Gebäuden aufgemessen. Der Bereich liegt zwischen den Gewässerstationen 5+900 und 7+900 des Streeks. Die Bestandshöhen wurden mit den Wasserspiegelhöhen des Überschwemmungsgebietes verglichen. Geländebereiche oder Gebäude die über dem ermittelten Wasserstand liegen, wurden entsprechend aus dem Überschwemmungsgebiet heraus genommen.

Fazit:

Das Überschwemmungsgebiet des Streeks wird mehr von der Leistungsfähigkeit einzelner Kreuzungsbauwerke als von der Leistungsfähigkeit des Gewässers beeinflusst. Die Sanierung, Vergrößerung oder Ausbau dieser Kreuzungsbauwerke würde erheblichen Einfluss auf die Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes haben.

aufgestellt:

Ingenieur-Dienst-Nord GmbH

Oyten, 15. April 2011

bearbeitet:

Dipl.-Ing. Torsten Heuss

Dipl.-Ing. Stefan Meyer

Dr.-Ing. Jörn Anselm