



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



Berechnung des Überschwemmungsgebietes der Marka

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 : **Juli 2010**

Projekt-Nr. : **4836-B**

Inhalt

1. Erläuterungen

2. Anhang

3. Anlagen

Anlage 1:	Übersichtskarte	1:	25.000
Anlage 2:	Lageplan Überschwemmungsgebiet	1:	5.000
Bl.1	km 0+000 bis km 6+500		
Bl.2	km 6+500 bis km 11+500		
Bl.3	km 11+500 bis km 16+436		
Anlage 3:	Längsschnitt	1:	10.000/100
Bl.1	km 0+000 bis km 8+383		
Bl.2	km 8+383 bis 16+436		
Anlage 4:	Fotodokumentation	1:	5.000
Anlage 5:	Gewässerprofile	1:	250/100

Erläuterungen

Inhalt

	Seite	
1	Veranlassung und Aufgabe	2
2	Berechnungsgrundlagen	2
3	Beschreibung des Untersuchungsraumes	3
4	Ermittlung der Abflussmengen	7
5	Ermittlung Wasserspiegellagen	9
5.1	Allgemeines	9
5.2	Berechnungsmodell	9
5.2.1	Hydraulische Grundlagen	9
5.2.2	Fließformel	10
5.2.3	Rauheitsbeiwerte	11
5.2.4	Ausgangswasserspiegel	11
6	Ermittlung des Überschwemmungsgebietes	12
6.1	Allgemeines	12
6.2	Berechnungsergebnisse für den 100-jährlichen Abfluss	13

Anhang

1 Veranlassung und Aufgabe

Für die Marka soll das natürliche Überschwemmungsgebiet ermittelt werden. Die Marka beginnt rund 20 km westlich von Cloppenburg und mündet etwa 8 km westlich von Friesoythe in die Ohe ein. Direkt unterhalb der Einmündung der Marka wird die Ohe mit einem Düker unter dem Küstenkanal hindurch geleitet.

Der Untersuchungsraum der Marka beginnt etwa 2 km südlich von Markhausen und erstreckt sich über eine Fließstrecke von 16,5 km bis zur Mündung in die Ohe. Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) - Betriebsstelle Cloppenburg - hat die Ingenieur-Dienst-Nord GmbH (IDN), Oyten, 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), zur Verfügung gestellt vom NLWKN, Betriebsstelle Cloppenburg
- Aufmaße des Gewässers und der Kreuzungsbauwerke, durchgeführt vom Vermessungsbüro Jüngerink, Werlte, im Frühjahr 2007
- Aufmaße von Verwaltungshöhen, durchgeführt vom Vermessungsbüro Timmermann & Damm, Friesoythe, im Sommer 2010
- Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen, herausgegeben vom NLÖ, 2003
- Flächenverzeichnis zur Hydrographischen Karte Niedersachsen, herausgegeben vom Niedersächsischen Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1983

- Wasserstand eines HQ₁₀₀ in der Ohe, zur Verfügung gestellt vom NLWKN, Betriebsstelle Cloppenburg
- Ortsbesichtigung durch den IDN sowie Abstimmungen mit der Freisoyther Wasseracht und dem NLWKN, Betriebsstellen Cloppenburg und Norden
- Wasserwirtschaftsplan Küstenkanal - Ergänzende Untersuchungen (Auszug, Stand November 1993), zur Verfügung gestellt vom NLWKN, Betriebsstelle Cloppenburg

3 Beschreibung des Untersuchungsraumes

(siehe Anlage 1: Übersichtskarte)

Die Beschreibung des Untersuchungsraumes der Marka erfolgt in Fließrichtung. Die Stationierung der Marka verläuft entgegengesetzt, von der Mündung an gewässerwärts.

Der Untersuchungsraum der Marka beginnt rund 2 km südlich von Markhausen im Naturschutzgebiet Markatal an der Gewässerstation 16+500.

Von Station 16+500 aus fließt die Marka in nördliche Richtung. Etwa zwischen Station 15+000 und Station 14+500 passiert die Marka die Ortschaft Markhausen. Oberhalb der Straßenbrücke "Eleonorenwald" bei Station 14+600 befindet sich die Marka in einem eher naturbelassenen Zustand. Das Gewässer weist hier einen eher geringen Querschnitt bei deutlich mäandrierendem Verlauf auf. Die Vorländer liegen tiefer als das angrenzende Gelände.

Im Gewässerabschnitt von Markhausen (Station 14+500) bis 700 m oberhalb der Neuvresner Straße (Station 10+500) wurden im Rahmen von Renaturierungsmaßnahmen Kiesbänke in der Marka eingebracht.

Im Gewässerverlauf, unterhalb der Straße "Eleonorenwald" grenzen vermehrt landwirtschaftliche Flächen an die Marka an und wechseln sich mit Grünland, Baumreihen und bewaldeten Flächen ab. Die Straße "Zum Fleerweg" kreuzt die Marka an

Station 13+164. Bis zur Station 12+000 verläuft die Straße in einem Abstand von maximal 150 m links des Gewässers. An Station 13+150 befindet sich westlich der Straße eine Kläranlage.

Im Abschnitt von Station 12+000 bis zur folgenden Straßenbrücke ("Neuvreesner Straße" bei Station 9+762) liegen mehrere Gehöfte zu beiden Seiten der Marka. Unterhalb der "Neuvreesner Straße" befindet sich eine Sohlengleite (Station 9+010) und zwei weitere Gehöfte an den Stationen 8+900 und 8+600. An Station 8+615 kreuzt eine Grundstückszufahrt das Gewässer.

Im folgenden Gewässerabschnitt bis zum Brückenbauwerk an Station 6+500 verläuft die Marka in einem 100 m bis 320 m breiten Korridor zwischen zwei Straßendämmen. Kurz oberhalb der Brücke befindet sich eine Sohlengleite (Station 6+550). Weiter unterhalb liegt bei Station 5+600 eine weitere Sohlengleite. Rechts des Gewässers befindet sich auf gleicher Höhe ein Gehöft. Bei Station 4+855 kreuzt die Friesoyther Straße (K 146) die Marka.

Im Gewässerabschnitt zwischen Station 4+600 und 3+300 wird die Marka in regelmäßigen Abständen (etwa 100 m) durch beidseitige Bühnenbauwerke eingeschnürt.

Etwa bei Station 3+100 knickt der Gewässerverlauf nach Westen hin ab. Unterhalb dieser Station fließt die Marka entlang der B72 und des Küstenkanals bis zur Mündung in die Ohe bei Station 0+000.

Von Station 1+209 bis zu Station 1+235 liegt in der rechten Böschung des Gewässers ein Abschlagsbauwerk zum Küstenkanal. Das Bauwerk dient zur Entlastung der Marka und der unterhalb gelegenen "Sagter Ems" im Hochwasserfall. Das Abschlagsbauwerk besteht aus einer festen Überlaufschwelle mit 5 Einzelöffnungen. Der Hochwasserabschlag erfolgt selbsttätig in Abhängigkeit des Wasserstandes in der Marka. Kurz unterhalb des Abschlagsbauwerkes (Station 1+187) liegt ein Schützwehr, mit dem der Wasserstand in der Marka im Hochwasserfall entsprechend aufgestaut wird. Das Schützwehr weist zwei Durchflussöffnungen mit handbetriebenen Hubschützen auf.

Zwischen Abschlagsbauwerk und Einmündung in die Ohe kreuzt die "Neuscharreler Straße" die Marka bei Station 0+268.

Entlang des berechneten Gewässerverlaufes der Marka befinden sich insgesamt 7 Brückenbauwerke, 3 Sohlengleiten und das Ableitungsbauwerk zum Küstenkanal mit anschließendem Schützwehr.

Die Bauwerke werden in der Tabelle 1 entsprechend der Stationierung (entgegen der Fließrichtung) 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
0+268	Brücke, "Neuscharreler Straße"
1+187	Schütz
1+217	Abschlagsbauwerk zum Küstenkanal
4+855	Brücke, "Friesoyther Straße" (K 146)
5+600	Sohlengleite
6+520	Brücke, "Draihposten"
6+550	Sohlengleite
8+615	Brücke
9+010	Sohlengleite
9+762	Brücke, "Neuvreesner Straße"
13+164	Brücke, "Zum Fleerweg"
14+601	Brücke, "Eleonorenwald"

Tabelle 1: Bauwerke im Untersuchungsraum der Marka

Im Untersuchungsraum münden mehrere Nebengewässer und Entwässerungsgräben in die Marka ein. In Fließrichtung gesehen befinden sich an den folgenden Gewässerstationen größere Einmündungen:

- Station 14+537 Graben von rechts
- Station 13+332 Graben von rechts
- Station 9+000 Graben von links
- Station 8+910 Graben von links
- Station 6+525 Deelschloot von links

- Station 5+774 Markhauser Moorgraben von rechts
- Station 5+545 Peters Grenzgraben von links
- Station 5+205 Graben von rechts
- Station 3+073 Graben von rechts
- Station 1+182 Heetbergsmoorgraben von links
- Station 0+713 Neuscharreler Graben von links

4 Ermittlung der Abflussmengen

Gemäß Wasserhaushaltsgesetz § 76 und Niedersächsischem Wassergesetz § 115 werden die Überschwemmungsgebiete für den 100-jährlichen Hochwasserabfluss festgesetzt.

Im Einzugsgebiet der Marka befindet sich der Pegel Neuscharrel. Der Pegel liegt in Fließrichtung gesehen unterhalb des Abschlagsbauwerkes zum Küstenkanal. Da die Zeitreihe demnach durch die abgeschlagenen Abflussanteile beeinflusst ist, wird der Pegel nicht für die statistische Ermittlung des Hochwasserabflusses HQ₁₀₀ herangezogen.

Die Abflüsse der Marka wurden anhand der "Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen", (NLÖ 2003) ermittelt. Die Marka gehört zur hydrologischen Landschaft Dwerger Geest (Marka, Soeste bis Talsperre).

Durch das Abschlagsbauwerk zum Küstenkanal (Station 1+217) wird der Hochwasserabfluss HQ₁₀₀ im unterhalb gelegenen Abschnitt der Marka (Station 1+217 bis Station 0+000) erheblich reduziert.

Gemäß Wasserwirtschaftsplan Küstenkanal (Stand: November 1993) beträgt der Soll-Abschlag in den Küstenkanal für ein HQ₁₀₀ 14,06 m³/s. Um diesen Abschlag zu erreichen, ist die Marka am Abschlagsbauwerk auf eine Wasserspiegellage von NN + 6,12 m aufzustauen. Weiterhin wird im Wasserwirtschaftsplan darauf hingewiesen, dass das linksseitige Ufer der Marka zu niedrig sei, um diesen Aufstau zu erreichen. Im Rahmen des profilweisen Gewässeraufmaßes im Frühjahr 2007 wurden linksseitige Geländehöhen von mehr als NN + 6,12 m gemessen. Der Soll-Abschlag von 14,06 m³/s ist also nach den Ergebnissen des aktuellen Gewässeraufmaßes möglich. Für die Ermittlung des Überschwemmungsgebietes der Marka wird ein Aufstau auf NN + 6,12 m am Schützbauwerk (Station 1+187) angesetzt.

Tabelle 2 enthält die aus den Hochwasserbemessungswerten (NLÖ 2003) ermittelten und in der Wasserspiegellagenberechnung angesetzten Abflüsse. Für die Gewässerabschnitte unterhalb des Abschlagsbauwerkes (Station 1+217 bis Station 1+182

und Station 1+182 bis Station 0+000) sind sowohl der angesetzte Abfluss in der Marka als auch der Gesamtabfluss (Abfluss in der Marka + Abschlagsmenge) in Klammern angegeben.

Abschnittsanfang		Abschnittsende		EZG	Abfluss
Station	Bezeichnung	Station	Bezeichnung	A _E [km ²]	HQ ₁₀₀
16+500	Anfang, Berechnungsgebiet	13+173	Einmündung, Nebengewässer	55,26	10,64
13+173	Einmündung, Nebengewässer	8+978	Einmündung, Gräben	70,49	12,77
8+978	Einmündung, Gräben	6+525	Einmündung, Deelschloot	71,89	12,95
6+525	Einmündung, Deelschloot	5+774	Einmündung, Markhauser Moorgraben	107,19	17,46
5+774	Einmündung, Markhauser Moorgraben	4+867	Brücke	133,87	20,61
4+867	Brücke,	1+217	Abschlag zum Küstenkanal	138,37	21,13
1+217	Abschlag zum Küstenkanal	1+182	Einmündung, Nebengewässer	138,37	7,07 (21,13)
1+182	Einmündung, Nebengewässer	0+000	Mündung in die Ohe	141,49	7,42 (21,48)

Tabelle 2: Abflusswerte der Marka

Die Abflussspende eines 100-jährlichen Ereignisses liegt für das Einzugsgebiet der Marka zwischen rd. 207 l/s*km² am Beginn der Berechnungsstrecke und 152 l/s*km² am Ende der Berechnungsstrecke (Mündungsbereich). Aus diesen Abflussspenden ergeben sich Hochwasserabflüsse von HQ₁₀₀ = 10,64 m³/s bis zu HQ₁₀₀ = 21,48 m³/s (theoretisch). Der tatsächliche Maximalabfluss in der Marka beträgt 21,13 m³/s oberhalb des Abschlagsbauwerkes.

Ein Vergleich mit den Angaben des Wasserwirtschaftsplanes für den Küstenkanal (Ergänzende Untersuchungen) zeigt eine weitgehende Übereinstimmung der Abflussmengen. Das HQ₁₀₀ des gesamten Marka-Einzugsgebietes wird im Wasserwirtschaftsplan um rd. 1 m³/s niedriger angegeben als oben ermittelt. Da der Erstellung des Wasserwirtschaftsplanes vermutlich eine gröber skalierte Betrachtung der Marka zu Grunde liegt, werden für die Ermittlung des Überschwemmungsgebietes die in Tabelle 2 aufgeführten Abflusswerte herangezogen.

5 Ermittlung Wasserspiegellagen

5.1 Allgemeines

Für die Ermittlung der Wasserstände der Marka wurde ein Rechenmodell mit dem EDV-Programm "WaspTools" erstellt.

Als Datengrundlage für das Rechenmodell wurden die aufgemessenen Gewässerprofile und hydraulisch relevanten Abmessungen von Kreuzungsbauwerken verwendet (siehe Bauwerksverzeichnis im Anhang). Der Anschluss an die Talaue erfolgte über die Auswertung des Digitalen Geländemodells (DGM 5). Die digitalen Talprofile werden auf Datenträger abgegeben.

Die Stationierung des Gewässer wurde entgegen der Fließrichtung vorgenommen. Die Gewässerstationierung ist dem Lageplan (Anlage 2) zu entnehmen.

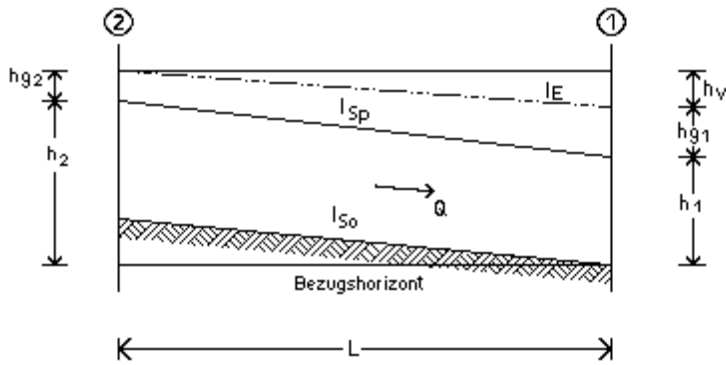
Weitere Modellparameter wie Aufteilung der Profile in Hauptgerinne, Vorland- und Bewuchsbereiche sowie die Festlegung des abflusswirksamen Bereiches bei möglichen Ausuferungen sind anhand des Kartenmaterials, der örtlichen Begehung sowie anhand von Fotografien und Luftbildern (Google Earth) ermittelt worden.

5.2 Berechnungsmodell

5.2.1 Hydraulische Grundlagen

Das verwendete Rechenmodell 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:



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

mit

- h = Wasserstand an der Stelle i bzw. $i-1$ [m]
- L = Fließlänge zwischen Stelle i und Stelle $i-1$ [m]
- hg = Geschwindigkeitshöhe [m]
- I_E = Energieliniengefälle [%]
- β = Beiwert zur Berücksichtigung plötzlicher Querschnittserweiterungen
(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_i sind, sind beide Werte zunächst auf Grundlage eines geschätzten h_i 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.

5.2.2 Fließformel

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

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

und der Kontinuitätsgleichung:

$$Q = v \cdot A$$

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]
l _{So}	=	Sohlengefälle	[m/m]

5.2.3 Rauheitsbeiwerte

Die für die Wasserspiegellagenberechnungen angesetzten Rauheitsbeiwerte nach MANNING-STRICKLER (k_{St}) wurden auf Grundlage von Erfahrungswerten gewählt. Anhand der bei den Vermessungsarbeiten erfassten Wasserstände konnte eine überschlägige Überprüfung der gewählten Rauheitsparameter erfolgen.

Es wurden folgende Werte angesetzt:

Hauptquerschnitt	k _{St} = 24 - 33 m ^{1/3} /s
Böschungen	k _{St} = 12 - 20 m ^{1/3} /s
Vorländer Grünland	k _{St} = 15 m ^{1/3} /s
Vorländer Ackerflächen	k _{St} = 10 m ^{1/3} /s
Bewuchsbereiche/Gehölze	k _{St} = 5 - 10 m ^{1/3} /s

5.2.4 Ausgangswasserspiegel

Der Ausgangswasserspiegel für die Berechnung des Überschwemmungsgebietes der Marka ergibt sich aus der Wasserspiegellagenberechnung für das HQ₁₀₀ der Ohe.

Die vom NLWKN - Betriebsstelle Norden - berechnete und zur Verfügung gestellte Wasserspiegellage der Ohe an der Einmündung der Marka beträgt NN + 4,31 m. Für die Wasserspiegellagenberechnungen der Marka wurde dieser Wert als Ausgangswasserstand verwendet.

6 Ermittlung des Überschwemmungsgebietes

6.1 Allgemeines

Mit den ermittelten Hochwasserabflüssen wurde eine Wasserspiegellagenberechnung durchgeführt. 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 ufer 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.

Für Gewässer, bei denen der ermittelte Hochwasserspiegel nur abschnittsweise über der Böschungsoberkante liegt, wird durch manuelle Korrektur ausgeschlossen, dass

es in den Überschwemmungsgebieten auf den Vorländern zu ansteigenden Wasserständen gegenüber den Austrittsstellen kommt.

Das berechnete und auf Plausibilität geprüfte Überschwemmungsgebiet der Marka ist in den Anlagen 1 und 2 dargestellt. Die Ergebnisliste der Wasserspiegellagenberechnung ist dem Anhang zu entnehmen.

6.2 Berechnungsergebnisse für den 100-jährlichen Abfluss

Für den 100-jährlichen Abfluss wurden im untersuchten Abschnitt der Marka mehrere Überschwemmungsflächen ermittelt. Die Beschreibung der Ergebnisse erfolgt in Fließrichtung, also entgegen der Gewässerstationierung.

Im ersten Gewässerabschnitt, oberhalb der Straße "Eleonorenwald" (Station 14+601), tritt die Marka über die Ufer und fließt mit einer Überschwemmungsbreite von 30 bis 150 m im Gelände ab.

Auch im weiteren Gewässerverlauf, bis etwa zu Station 11+400, sind die Vorländer der Marka leicht in das angrenzende Gelände eingeschnitten. Die Überschwemmungsbreite in diesem Abschnitt (Station 14+500 bis Station 11+400) erreicht mit rd. 200 m an Station 13+350 und mit rd. 195 m an Station 12+080 zwei Maxima.

Im Abschnitt zwischen Gewässerstation 11+000 und der Straßenbrücke "Neuvreesner Straße" an Station 9+762 stellt sich eine durchgehende, bis zu 165 m breite Überschwemmungsfläche ein.

Unterhalb der "Neuvreesner Straße" befindet sich an Station 9+010 eine Sohlengleite, die im Fall eines HQ_{100} einen leichten Rückstau hervorruft. Oberhalb der Gleite stellt sich eine Ausuferungsfläche von maximal 150 m Breite ein. Direkt unterhalb des Wehres kommt es im Bereich der zufließenden Gräben an den Stationen 9+000 und 8+910 zu weiteren Überschwemmungen.

Die in Fließrichtung gesehen nächste Sohlgleite bei Station 6+550 bewirkt ebenfalls einen Rückstau. Oberhalb der Gleite stellt sich von Station 6+550 bis etwa zu Station 8+200 eine durchgehende Überschwemmungsfläche ein, die hauptsächlich auf den Rückstau zurückzuführen ist.

Zwischen Station 8+500 und 6+500 liegen auf beiden Seiten des Gewässers mit einem Abstand von bis zu 170 m Straßendämme. Die Überschwemmungsfläche wird in diesem Abschnitt beidseitig durch die Straßendämme begrenzt, da diese etwas höher als der Wasserspiegel liegen. Die östlich angrenzenden Gebäude sind nicht von den Überschwemmungen betroffen.

An Station 5+600 befindet sich eine weitere Sohlgleite. Oberhalb und unterhalb der Gleite (zwischen Station 6+300 und Station 5+000) kommt es beidseitig zu weiträumigen Überschwemmungen.

Unterhalb der Sohlgleite ufert die Marka entlang von "Peters Grenzgraben" (Station 5+545) bis etwa 1.300 m in westliche Richtung aus. Auch in südliche Richtung erfolgt ein Rückstau. Im Norden wird die Wasserfläche von der K146 begrenzt, wobei die an dieser Straße liegenden Gebäude nicht betroffen sind.

Rechts der Marka bilden sich im Bereich des zufließenden Markhauser Moorgrabens (Station 5+774) und des an Station 5+205 zufließenden Grabens großflächige Überschwemmungen. Die Überschwemmungen werden nach Osten vom "Heetberger Weg" begrenzt. Das etwa auf Höhe von Station 5+500 gelegene Gehöft sowie der Zufahrtsweg zum Hof liegen höher als der Wasserspiegel.

Im weiteren Verlauf von der Straßenbrücke "Friesoyther Straße" (K146) an Station 4+855 bis zum Hochwasserabschlag an Station 1+217 fließt die Marka im leicht verwallten Gewässerbett ab und ufert nicht aus.

Am Hochwasserabschlag (Station 1+217) werden $14,06 \text{ m}^3/\text{s}$ des HQ_{100} der Marka zum Küstenkanal abgeschlagen. Unterhalb des Schützbauwerkes (1+187) stellen sich aufgrund des in den Küstenkanal abgeschlagenen Hochwasseranteils keine weiteren Überschwemmungsflächen im Gebiet der Marka mehr ein.

Zur Kontrolle der Berechnungsergebnisse wurde das Wasservolumen des berechneten Überschwemmungsgebietes der Marka ermittelt. Bezogen auf die ermittelte Überschwemmungsfläche und die berechneten Wasserstände beträgt das Wasservolumen insgesamt 590.510 m³. Die Fließzeit der Marka beträgt rd. 12 h (nach KIRPICH). Unter dem Ansatz, dass die für ein Hochwasser maßgebliche Regendauer der Fließzeit des Gewässers entspricht, wird von einer maßgeblichen Regendauer von 12 Stunden ausgegangen. Nach dem KOSTRA-Atlas der Starkniederschläge hat der 12-stündige, 100-jährliche Niederschlag im Raum Friesoythe eine Regenhöhe von 85,0 mm. Bezogen auf das 141,5 km² große Einzugsgebiet entspricht dies einem Regenvolumen von rd. 12.027.500 m³, d.h. rd. 5 % des Niederschlages kommen zum Abfluss und bilden das Überschwemmungsgebiet der Marka. Dieser Wert ist unter Berücksichtigung der Seltenheit des Ereignisses plausibel.

Aufgestellt:

Ingenieur-Dienst-Nord GmbH

Oyten, 30. Juli 2010

Bearbeitet:

Dipl.-Ing. Stefan Meyer

Dr.-Ing. Jörn Anselm