



MATHEJA CONSULT

Königsberger Str. 5
30938 Burgwedel / OT Wettmar
fon: +49 5139 / 402799 - 0
f ax: +49 5139 / 402799 - 8
mobil: +49 / 1607262809
email: kontakt@matheja-consult.de

Vorschläge für eine Bewirtschaftung des Retentionsraumes „Niederung Klein Ilsede“

Auftraggeber:
**UNTERHALTUNGSVERBGAND „OBERE FUHSE“
BURGSTRASSE 1, D – 31224 PEINE**

Bericht Nr. 2010/15

Wettmar, Juni 2010

Inhaltsverzeichnis

Seite

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	2
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	3
2 Methodisches Vorgehen	5
3 Aufbau des hydrodynamischen Modells.....	6
3.1 Beschreibung des Projektgebietes	6
3.2 Grundlagen der Modellerstellung	7
3.3 Theoretische Grundlagen des hydrodynamischen Modells	9
3.4 Aufbau der Systemgeometrie.....	12
3.5 Kalibrierung des hydrodynamischen Modells	16
4 Berechnung des verfügbaren Retentionsvolumens.....	20
4.1 Allgemeines	20
4.2 Simulation des HQ ₁₀ -Ereignisses für die Identifikation möglicher Öffnungsstellen	20
4.2.1 Ableitung von Randbedingungen.....	20
4.2.2 Definition von möglichen Öffnungen der Verwallung und Bestimmung der möglichen Retentionsvolumina	24
4.3 Simulation des HQ ₁₀₀ -Ereignisses für die Bestimmung der möglichen Retentionsvolumina beim Extremereignis	26
4.3.1 Ableitung von Randbedingungen.....	26
5 Ergänzende Maßnahmen für die gezieltere Bewirtschaftung des Retentionsraumes 	28
6 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen	30
Verwendete Unterlagen.....	32

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Lage und Ausdehnung des Retentionsraumes „Klein Ilsede“	3
Abbildung 2: Unterteilung des Retentionsraumes „Klein Ilsede“ in Polder.....	6
Abbildung 3: Darstellung des Rechengitters an der Einmündung der Beeke in die Fuhse	8
Abbildung 4: Ansatz von Randbedingungen im zweidimensionalen Modell	9
Abbildung 5: Neuaufnahme von Geländehöhen im Retentionsraum „Klein Ilsede“	13
Abbildung 6: Abweichungen zwischen Neuaufnahme von Geländehöhen im Retentionsraum „Klein Ilsede“ (beispielhaft)	14
Abbildung 7: Rechengitter des zweidimensionalen Modells und Belegung mit Geländehöhen (nördlicher Teil zwischen MLK und Brücke Klein Ilsede/Handorf).....	15
Abbildung 8: Rechengitter des zweidimensionalen Modells und Belegung mit Geländehöhen (mittlerer Teil zwischen Brücke Klein Ilsede/Handorf und Klein Ilsede)	15
Abbildung 9: Rechengitter des zweidimensionalen Modells und Belegung mit Geländehöhen (mittlerer Teil zwischen Klein Ilsede und Schacht Emilie)	16
Abbildung 10: Wasserstände und Differenzen zum Modell des INGENIEURBÜROS PAPSCH & PARTNER (NLWKN, 2009) im Flußschlauch der Fuhse.....	17
Abbildung 11: Wasserstand am unteren Modellrand (Düker des MLK) im Zeitraum 09.03.2010 12 ⁰⁰ Uhr bis 10.03.2010 12 ⁰⁰ Uhr.....	18
Abbildung 12: Gemessene und berechnete Wasserstände am Pegel 2 (unterhalb der Mündung der Beeke) im Zeitraum 09.03.2010 12 ⁰⁰ Uhr bis 10.03.2010 12 ⁰⁰ Uhr.....	18
Abbildung 13: Diagramm verschiedener Verteilungsfunktionen auf der Grundlage der Jahresreihe 1965 bis 2008 für die Ableitung von Hochwasserscheitelwerten am Pegel „Peine“ (NLWKN, 2010).....	22
Abbildung 14: Q-h-Beziehung für die Umrechnung von Durchflüssen am Düker des MLK	23
Abbildung 15: Wasserstände und Durchflüsse an den Modellrändern für das HQ ₁₀ -Ereignis im Zeitraum 17.01.2008 bis 06.02.2008.....	23
Abbildung 16: Stellen für eine Öffnung der rechtsseitigen Verwallung entlang der Fuhse	24
Abbildung 17: Wasserstände in der Fuhse an den Öffnungen der Polder 1 bis 3	25
Abbildung 18: Wasserstände und Durchflüsse an den Modellrändern für das HQ ₁₀₀ -Ereignis im Zeitraum 20.12.2002 bis 13.01.2002.....	26
Tabelle 1: HQ-Werte (höchste Abflüsse im jeweiligen Jahr) des Pegels „Peine“ im Zeitraum 1965 bis 2008 (NLWKN, 2010) 20	
Tabelle 2: Abflüsse am Pegel Peine für verschiedene Jährlichkeiten auf der Grundlage der Jahresreihe im Zeitraum 1965 bis 2008 (NLWKN, 2010).....	21
Tabelle 3: Wasserstände, Standzeiten und erzielbare Retentionsvolumina für das HQ ₁₀ -Ereignis	24
Tabelle 4: Jährlichkeiten einer Flutung der Niederung für die gewählten Sohlhöhen der Öffnungen	25
Tabelle 5: Eingestaute Flächen und Retentionsvolumina für das HQ ₁₀₀ -Ereignis.....	26

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Der UNTERHALTUNGSVERBAND „OBERE FUHSE“ beabsichtigt, den natürlichen Retentionsraum in der Niederung der Fuhse bei Klein Ilsede zwischen Schacht Emilie im Süden, dem Mittellandkanal im Norden, dem Bahndamm im Osten und der Fuhse im Westen für Hochwasserschutzmaßnahmen zu nutzen (Abbildung 1).

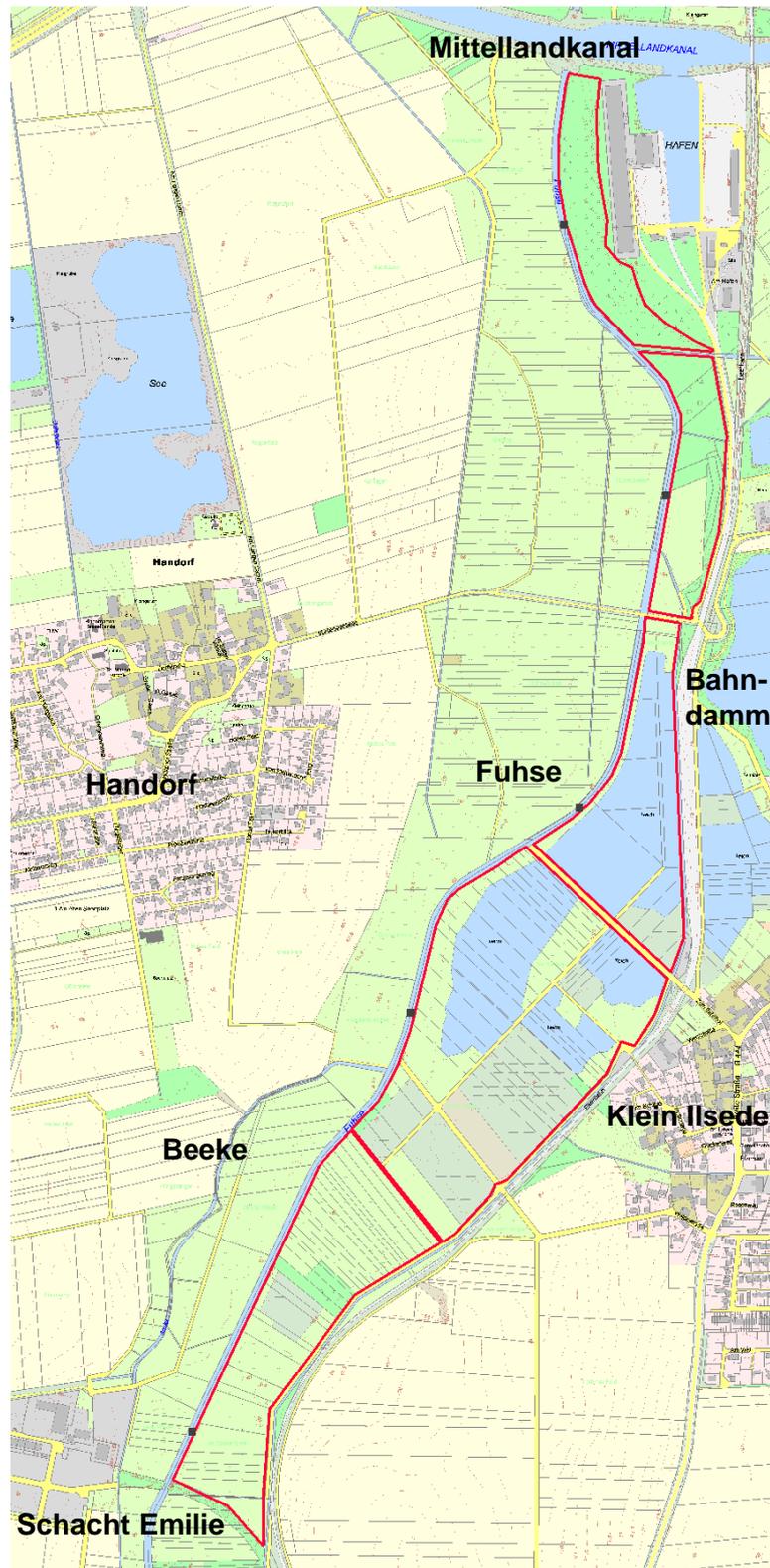


Abbildung 1: Lage und Ausdehnung des Retentionsraumes „Klein Ilsede“

Gleichzeitig soll das aus Naturschutzsicht hochwertige Biotop mit wechselfeuchten Flächen nicht negativ beeinträchtigt werden.

In diesem Zusammenhang ist insbesondere zu klären, welche Volumina für einen Rückhalt von Hochwasserspitzen verschiedener Jährlichkeit zur Verfügung stehen würden und welche baulichen Maßnahmen zu ergreifen wären, um den so realisierbaren Hochwasserschutz für die Unterlieger zu verbessern.

Hierfür waren die verfügbaren Geländehöhen zu überprüfen und die Verwallungen entlang der Fuhse neu zu vermessen.

Am 17.12.2009 erhielten wir durch den UNTERHALTUNGSVERBAND „OBERE FUHSE“ den Auftrag die o.g. Untersuchungen durchzuführen.

Der Bericht mit Darstellung des methodischen Vorgehens, der Darstellung der Modellergebnisse und der Berechnung der möglichen Retentionsvolumina mit Vorschlägen möglicher Maßnahmen wird hiermit vorgelegt.

2 Methodisches Vorgehen

Um die verfügbaren Retentionsvolumina für verschiedene Hochwässer zu berechnen, wurde ein zweidimensionales hydrodynamisches Modell auf der Grundlage des Programmsystems MARINA 2D für den Eingangs beschriebenen Bereich aufgebaut.

Für die hoch aufgelöste Modellgeometrie wurden zunächst die Verwallungen links- und rechtsseitig der Fuhse, die Übergänge in das Feuchtgebiet der Niederung und die zwischen den Poldern gelegenen Wege neu vermessen.

Da im Nahbereich der Fuhse größere Abweichungen zum vorhandenen digitalen Geländehöhenmodell der LGN¹ existierten, wurden weitere Querschnitte in der Aue nachvermessen, um die Qualität der Modellgeometrie gezielt zu verbessern.

Die Kalibrierung des Modells wurde auf der Grundlage der für das HQ₁₀₀-Ereignis berechneten Wasserspiegellage durchgeführt.

Außerdem wurden Abflußmessungen an den Rändern des Modells und unterhalb der Mündung der Beeke durchgeführt, um die notwendigen Abflüsse vorgeben zu können.

Für die sich anschließenden Simulationen von Hochwasserereignissen unterschiedlicher Jährlichkeit wurden die hierfür notwendigen Abflüsse aus Pegelaufzeichnungen des NLWKN² am Pegel „Peine“ abgeleitet.

Für die Verifikation der hieraus entwickelten Vorschläge zu einzelnen Maßnahmen wurden gezielt Nacherhebungen zu Geländehöhen und vorhandenen Durchlässen durchgeführt.

¹ Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen

² Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

3 Aufbau des hydrodynamischen Modells

3.1 Beschreibung des Projektgebietes

Die „Niederung Klein Ilsede“ liegt südlich von Peine rechtsseits der Fuhse in der Nähe der Ortslagen Handorf und Klein Ilsede. Die Niederung wird im Osten durch einen Bahndamm begrenzt, der durch den Pisserbach und durch einen Durchlass im Freispiegelgrinne gequert wird. Außerdem nimmt die Niederung im südlichen Bereich Regenwasser eines östlich des Bahndammes gelegenen Siedlungsbereiches auf.

Im Süden wird der Betrachtungsraum durch einen stillgelegten Bahndamm im Bereich der alten Schachanlage Emilie begrenzt. Im Norden wird die Niederung durch eine Dammstrecke des Mittellandkanals begrenzt, unter den die Fuhse an dieser Stelle mittels eines Dükers weiter geführt wird.

Die Niederung kann in Anlehnung an ihre Topographie und vorhandene Wegetrassen in fünf Bereiche, hier als Polder bezeichnet, unterteilt werden (Abbildung 2). Infolge ihrer Höhelage, aber auch ihres Reliefs sind die einzelnen Polder für die Retention von Hochwasserspitzen unterschiedlich gut geeignet.

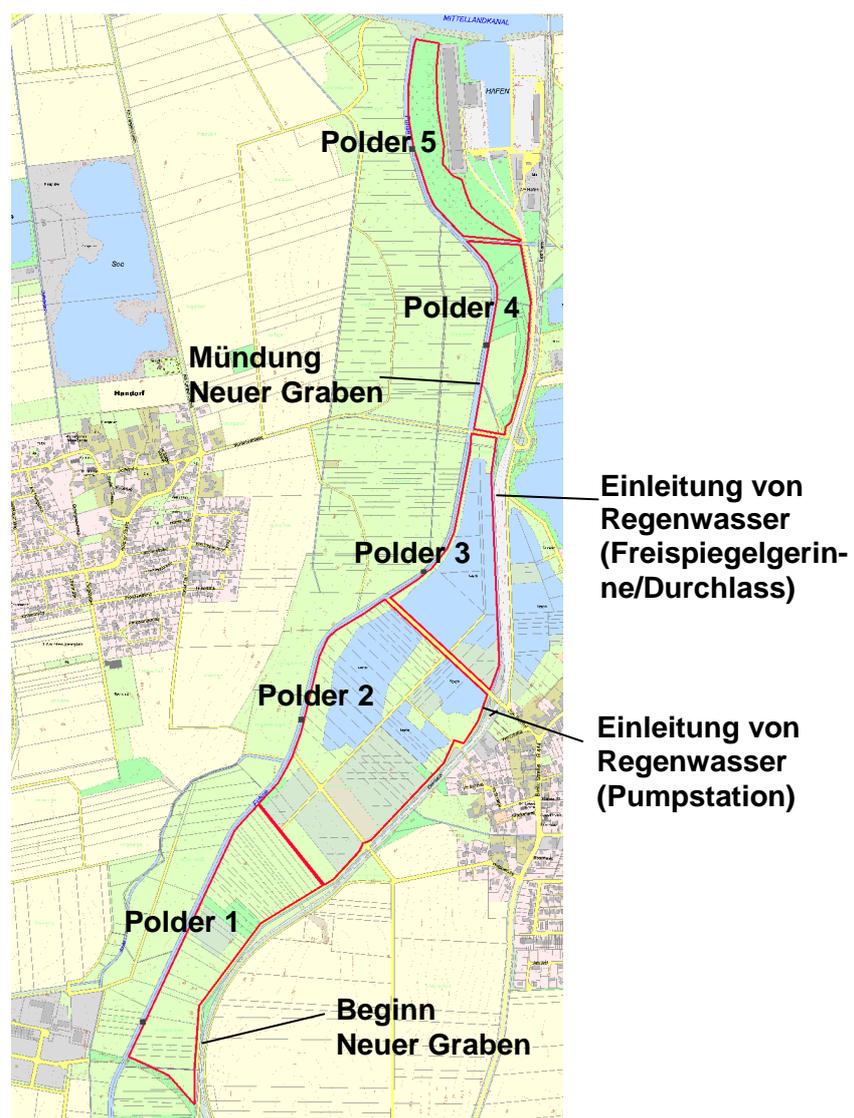


Abbildung 2: Unterteilung des Retentionsraumes „Klein Ilsede“ in Polder

Zwischen den Polder 4 und 5 mündet der Pisserbach in die Fuhse. Dementsprechend wären an dieser Stelle Verwallungen entlang des Pisserbaches notwendig, um die Polder 4 und 5 zu Retentionszwecken nutzbar zu machen.

Am westlichen Böschungsfuß des Bahndammes verläuft der sogenannte „Neue Graben“. Er beginnt westlich von Klein Ilsede (Abbildung 2) und mündet nördlich der Straße Handorf-Ilseder Mühle in die Fuhse. Einen wahrnehmbaren Querschnitt bildet er erst nördlich des Bahndammes zur Schachtanlage Emilie im Polder 1 aus. Unmittelbar südlich der Polder 2 und Polder 3 trennenden Wegetrasse nimmt er das ihm über eine Pumpe zugeführte Regenwasser aus dem östlich des Bahndammes gelegenen Bereiches auf. Der nördlich der Wegetrasse gelegene Abschnitt des Neuen Grabens wurde im Frühjahr 2010 zwischen Mündung in die Fuhse bis etwa 100 m nördlich der Wegetrasse zwischen Polder 2 und 3 grundgeräumt und demzufolge neu vermessen.

Infolge des in Richtung „Neuen Grabens“ leicht abschüssigen Geländes würde das bei einem Hochwasserereignis in den Polder 3 bzw. den Polder 4 einlaufende Wasser durch den „Neuen Graben“ wieder abgeführt. Eine Retention wäre hier ohne ergänzende Maßnahmen nur sehr eingeschränkt möglich.

Im Westen wird das Projektgebiet durch die Siedlungen Handorf und Bülden begrenzt. Die Niederung steigt hier gleichmäßig an. Der Betrachtungsraum wurde hier so gewählt, dass alle Ausuferungen des HQ₁₀₀-Ereignisses durch das Modellgebiet abgedeckt werden. Hierfür wurden die im Rahmen der Ausweisung des Überschwemmungsgebietes der Fuhse berechneten Wasserstände (NLWKN, 2009) herangezogen.

Die hydraulische Leistungsfähigkeit des Dükers am MLK wurde im Rahmen dieser Untersuchung nicht berücksichtigt, da das Modell an dieser Stelle endete und demzufolge ein Wasserstand als untere Randbedingung an dieser Stelle vorgegeben wurde.

Für die Berechnung von Abflüssen bzw. Abflusspenden wurde hier der Pegel „Peine“ (NLWKN, Betriebsstelle Braunschweig, km 45 oberhalb der Mündung – rechts, $A_{E0} = 360 \text{ km}^2$) mit Wasserständen und Durchflüssen im Zeitraum 01.11.1964 bis 31.12.2004 (Tageswerte) und 01.01.2005 bis 31.12.2008 (15 – Minutenwerte) herangezogen.

Außerdem standen an der Beeke der Pegel „Oelsburg“ (Tageswerte bzw. 15 - Minutenwerte des Wasserstandes und der Abflüsse im Zeitraum 01.04.1996 bis 31.12.2004 bzw. 01.01.2005 bis 31.12.2008) und am Pisserbach der Pegel „Schmedene“ (Tageswerte bzw. 15 - Minutenwerte des Wasserstandes und der Abflüsse im Zeitraum 01.04.1996 bis 31.12.2004 bzw. 01.01.2005 bis 31.12.2008) zur Verfügung. Sie werden durch den Unterhaltungsverband „Obere Fuhse“ betrieben.

3.2 Grundlagen der Modellerstellung

Die Grundlage der Untersuchungen bildet das digitale Geländehöhenmodell der LGN. Es dient der Generierung der Topographie des Flussbettes und der Vorländer, die die Basis des mathematischen Strömungsmodells darstellen.

Die Geländetopographie des Untersuchungsgebietes wird im zweidimensionalen Modell durch repräsentative (Rechen-)Punkte beschrieben (Abbildung 3), deren Höhenlage aus dem digitalen Geländehöhenmodell gewonnen wird.

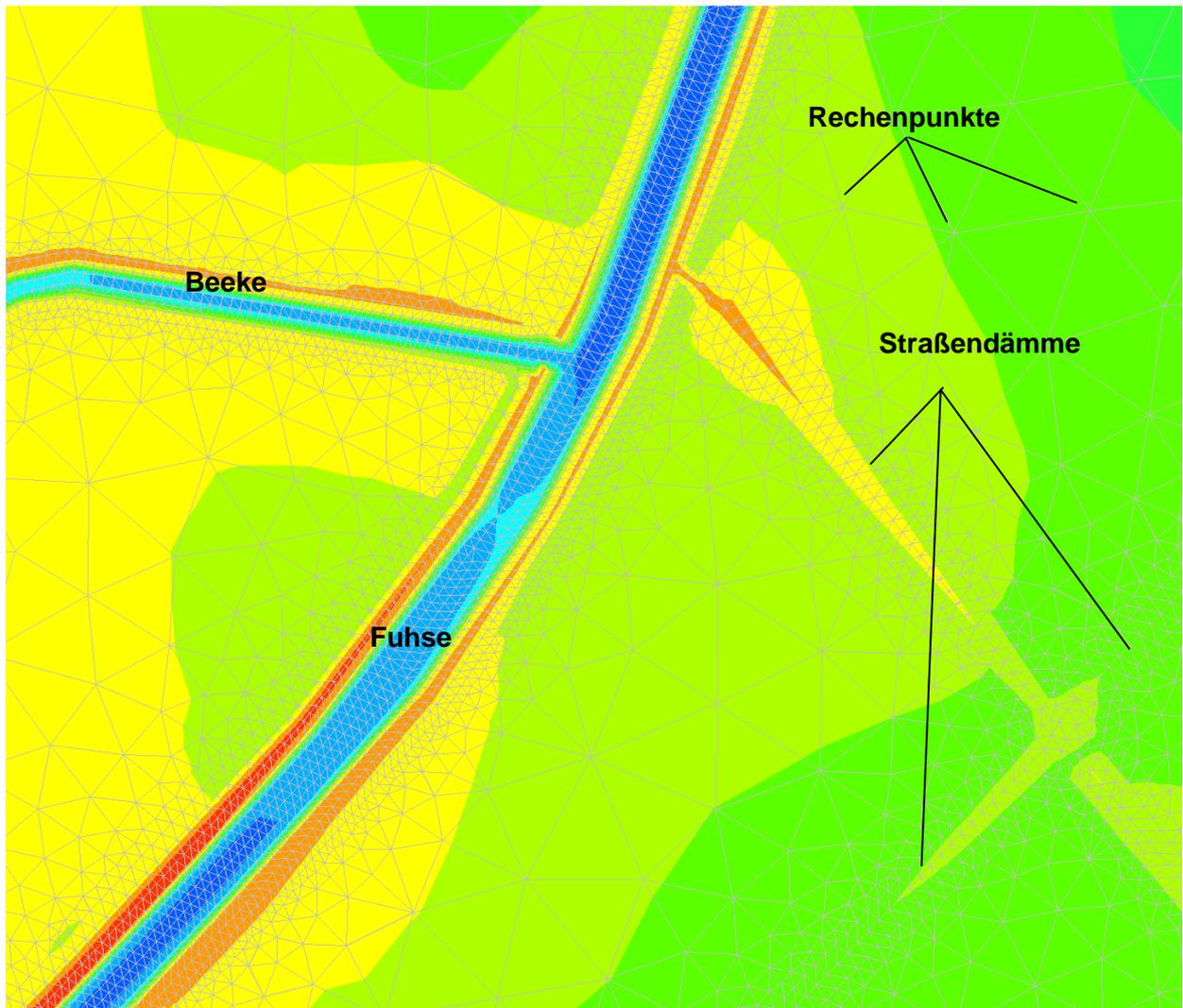


Abbildung 3: Darstellung des Rechengitters an der Einmündung der Beeke in die Fuhse

Dieses digitale Geländehöhenmodell wurde durch die im Frühjahr 2010 durchgeführten Vermessungen ergänzt bzw. in Teilbereichen auch ersetzt. Hierbei handelte es sich vornehmlich um Bereiche der Qualitätsstufe 2.

Für die Modellierung werden an den oberstromigen Modellrändern in der Fuhse, der Beeke und im Pisserbach Durchflüsse als obere Randbedingung vorgegeben. Am unterstromigen Modellrand am Düker des MLK³ wird der Wasserstand vorgegeben.

³ Mittellandkanal

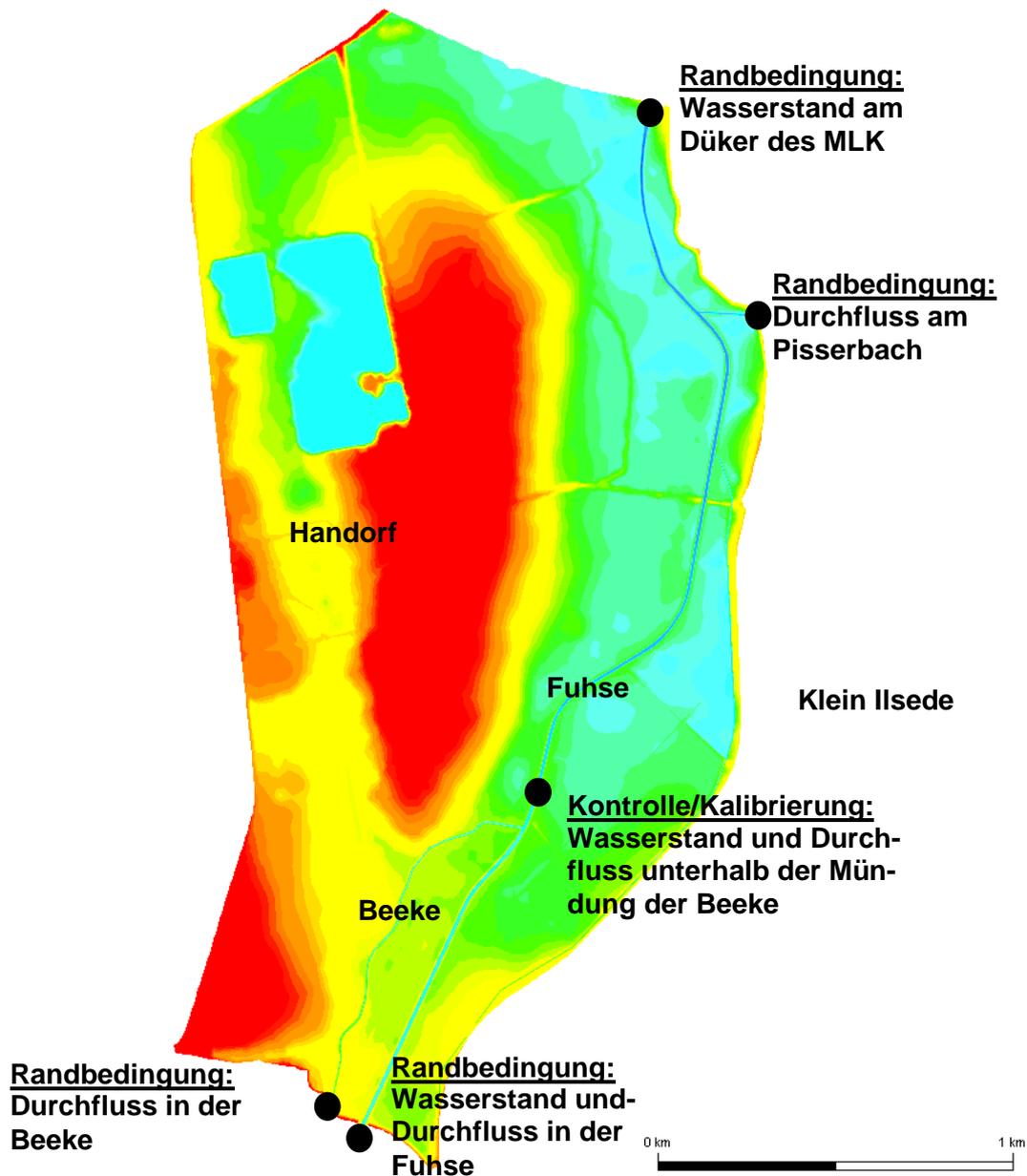


Abbildung 4: Ansatz von Randbedingungen im zweidimensionalen Modell

Die berechneten Wasserspiegellagen dienen als Eingangsgröße für die Berechnung der verfügbaren Retentionsvolumina. Hierbei wird die berechnete Wasserspiegellage als Ebene im Geländehöhenmodell aufgespannt und mit der Geländehöhe verschnitten.

3.3 Theoretische Grundlagen des hydrodynamischen Modells

Das Strömungsmodell MARINA 2D ist ein zweidimensionales, tiefenintegriertes instationäres Strömungsmodell auf der Basis der tiefenintegrierten Reynolds-Gleichungen:

$$\frac{\partial U_x}{\partial t} = -U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} - U_y \frac{\partial U_x}{\partial y} - g \frac{\partial \eta}{\partial x} + U_y 2\Omega \sin \varphi + \frac{1}{\rho(\eta+h)} (T_x - T_x^B + T_x^W) \quad \text{Gl. 1}$$

$$\frac{\partial U_y}{\partial t} = -U_x \frac{\partial U_y}{\partial x} - U_y \frac{\partial U_y}{\partial y} - g \frac{\partial \eta}{\partial y} + U_x 2\Omega \sin \varphi + \frac{1}{\rho(\eta+h)} (T_y - T_y^B + T_y^W) \quad \text{Gl. 2}$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} = \frac{-\partial U_x(\eta+h)}{\partial x} - \frac{\partial U_y(\eta+h)}{\partial y} \quad \text{Gl. 3}$$

mit:

- U_x, U_y Strömungsgeschwindigkeit in x- bzw. y-Richtung [m/s]
- η Wasserspiegelauslenkung aus der Ruhewasserlage [m]
- $T_x, T_y, T_x^B, T_y^B, T_x^W, T_y^W$ Zusatzspannungen durch innere Reibung [N/m²]
- h mittlerer Ruhewasserspiegel bzw. Sohlage [m]

Im Modell werden folgende Effekte berücksichtigt:

- Energieverluste durch Bodenreibung nach Manning-Strickler,
- Energieeintrag durch Wind nach SMITH & BANKE (1975),
- Einfluss der Corioliskraft,
- Turbulenzmodellierung nach SMAGORINSKY (1963) und
- Überflutung und Trockenfallen von Modellbereichen.

Die instationären partiellen Differentialgleichungen werden mit stabilisierten Finiten Dreieckselementen numerisch approximiert und mit entsprechend angepassten Randbedingungen gelöst.

Energieverluste durch Bodenreibung:

Der Energieverlust durch Reibung an der Gewässersohle wird Modellen über die Sohlschubspannung T^B beschrieben. Die Sohlschubspannung besteht aus zwei Anteilen: der Bodenschubspannung τ_B die proportional zum Quadrat der mittleren Geschwindigkeit ist und einem Term τ_{BX} , der die Unebenheit der Sohle berücksichtigt:

$$T^B = \tau_B + \tau_{BX} \tag{Gl. 4}$$

Allen Sohlschubspannungsgesetzen tiefenintegrierter Simulationsmodelle ist gemein, dass die Geschwindigkeit quadratisch eingeht. Hier ist der Ansatz nach Manning-Strickler implementiert, der eine Approximation des Gesetzes von Nikuradse darstellt:

$$\frac{\tau_B}{\rho} = \frac{g}{h^{1/3} k_{st}^2} u^2 \tag{Gl. 5}$$

mit:

- k_{st} Strickler-Beiwert [m^{1/3}s^{-1/2}]

Die Berechnung der Sohlschubspannung nach den klassischen Ansätzen ist in Bereichen mit steilen Sohlgradienten nicht hinreichend. Durch die Berücksichtigung eines zusätzlichen Terms kann dies korrigiert werden:

$$\tau_{BX} = \left(\begin{array}{l} \rho \bar{v}_t \left(2 \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} \frac{\partial z_B}{\partial x} + \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right) \frac{\partial z_B}{\partial y} \right) \\ \rho \bar{v}_t \left(\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right) \frac{\partial z_B}{\partial x} + 2 \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \frac{\partial z_B}{\partial y} \right) \end{array} \right) \tag{Gl. 6}$$

Diese erweiterte Schubspannungskomponente wird auch bei der Bestimmung der kritischen Schubspannungen im Sedimenttransportmodul berücksichtigt.

Turbulenzmodellierung:

Turbulenz ist ein dreidimensionales Phänomen und lässt sich somit nicht direkt mit tiefengemittelten Modellen simulieren. Zur Beschreibung der Wirkung der Turbulenz auf die tiefenintegrierte Strömung können unterschiedliche Modellvorstellungen zum Einsatz kommen. Im tiefenintegrierten Modell kommt eine Kombination von dynamischer Viskosität ν_c des Wassers, tiefengemittelter turbulenter Viskosität in Anlehnung an Elder ν_E und einer Parametrisierung der durch das Berechnungsnetz nicht abbildbaren Wirbel nach Smagorinsky ν_S zum Einsatz:

$$\nu_t = \nu_c + \nu_E + \nu_S \quad \text{Gl. 7}$$

Als kinematische Viskosität des Wassers wird $\nu_c = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ verwendet.

Beim Elder-Ansatz wird ein Zusammenhang zu Wassertiefe und Sohlschubgeschwindigkeit hergestellt:

$$\nu_E = \nu_c u_* (\eta + z_B) \quad \text{Gl. 8}$$

Die Bodenschubgeschwindigkeit ergibt sich aus dem Reibungsansatz nach Strickler.

Das älteste und am besten verstandene Feinstrukturmodell ist nach Smagorinsky (1963). Es basiert auf dem Wirbelviskositätsansatz von Boussinesq und kann als Anpassung des Mischungswegmodells der statistischen Turbulenzmodellierung an die Feinstrukturmodellierung verstanden werden:

$$\nu_S = (c_s \Delta)^2 \left[2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \right] \quad \text{Gl. 9}$$

Hierbei ist c_s eine Konstante und Δ die Filterlänge (ein Maß für die Gitterweite). Für c_s wird auch hier wieder die kinematische Viskosität des Wassers verwendet.

Trockenfallen und Überfluten:

In natürlichen Topographien von Flüssen als auch in Küstenbereichen kommt es auf Grund wechselnder Wasserstände zu einer ständigen Veränderung der Grenze zwischen nassen und trockenen Bereichen. Zur Klassifikation werden Grenzwassertiefen für Berechnungsknoten festgelegt. Die Grenzwassertiefe $h_{trocken}$ zeigt an, dass ein Knoten als potentiell trocken betrachtet wird. Ein Knoten ist wirklich trocken, wenn die Wassertiefe kleiner als $h_{trocken}/2$ ist.

Ein Element ist vollständig trocken, wenn die Wassertiefe an allen Knoten kleiner als $h_{trocken}/2$ ist. Elemente bei denen die Wassertiefe mindestens eines Knotens kleiner als $h_{trocken}$ ist, werden als teilweise trocken bezeichnet und gesondert behandelt. In teilweise trockenen Elementen wird von einer horizontalen Wasserspiegellage in Richtung des trockenen Knotens ausgegangen und die örtliche Ableitung der Wasserspiegellage, die in die Impulsgleichung eingeht, entsprechend angepasst.

3.4 Aufbau der Systemgeometrie

Das Rechengitter des zweidimensionalen Modells basiert auf dem digitalen Geländehöhenmodell, welches aus georeferenzierten Höhendaten unterschiedlichen Ursprungs hervorgeht. Grundlage des vorliegenden Geländehöhenmodells ist der Höhendatensatz des Amtlichen Topografischen Kartographischen Informationssystems (ATKIS) DGM 5 der Qualitätsstufe 1 und Qualitätsstufe 2.

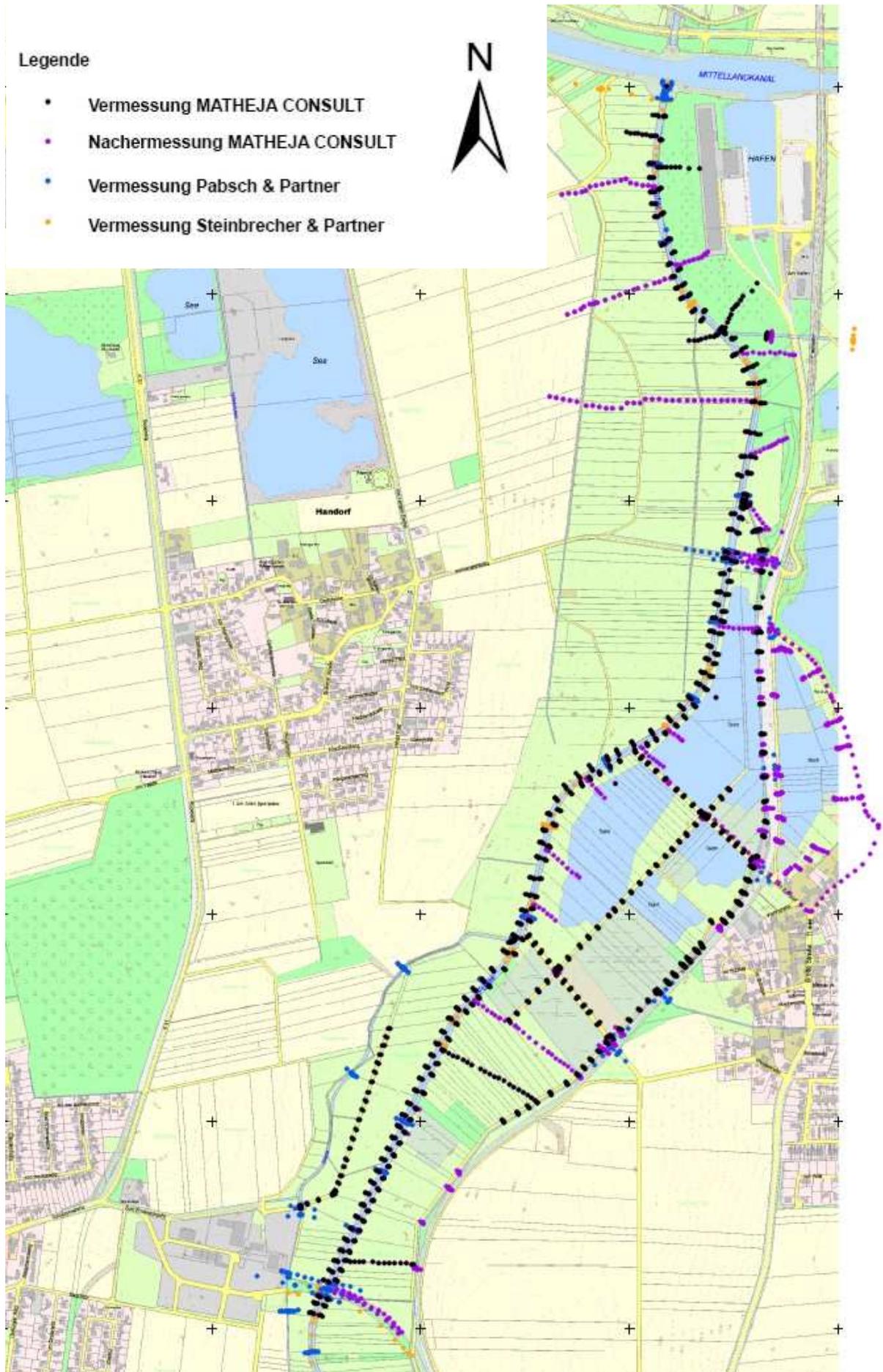
Im Detail bestehen die Höheninformationen des ATKIS DGM aus den folgenden Objekten:

- Nivellementpunkte, die durch terrestrische, photogrammetrische oder Laserscannervermessung ermittelt werden und eine hohe Grundgenauigkeit aufweisen.
- Liniendaten mit Hochwert, wie Bruchkanten und Geripplinien. Diese Daten weisen eine vergleichbare Grundgenauigkeit auf, Geripplinien können auch aus Interpolation hervorgehen.
- Polygondaten mit oder ohne Höheninformation zur Kennzeichnung von Aussparungsflächen, innerhalb derer keine Höheninformationen vorliegen sowie keine Rasterdaten interpoliert werden.
- Punkteraster im 12,5 m X 12,5 m Abstand, die aus den vorgenannten Höhendaten interpoliert werden.

In einem ersten Schritt wurden die nicht im DGM enthaltenen Höhenlagen der Verwallungen entlang der Fuhse und hydraulisch relevante Bauwerke (Sohlgleite unterhalb der Mündung der Beeke, Brücke zwischen Handorf und Klein Ilsede, Einlaufbauwerk des Dükers am MLK etc.) neu vermessen und in das DGM eingearbeitet. Außerdem wurden die Übergangsbereiche in das Feuchtgebiet der Niederung aufgenommen (Abbildung 5).

Hierfür wurde ein Trimble DGPS 5700 bzw. R6 eingesetzt. Um die Geländehöhen hochgenau einzumessen wurde eine lokale Geoidanpassung der LGN verwendet, die gewährleistet, dass die Abweichungen in der Lage kleiner als 1,5 cm sind. In der Höhe betragen die maximalen Abweichungen 2,5 bis 3 cm, was in jedem Fall geringer ist als die im Bereich der Niederung natürlicherseits vorkommende Geländerauhigkeit.

Entscheidend sind diese Genauigkeiten jedoch bei der Beurteilung von gemessenen Wasserständen, die ebenfalls mit der o.g. Meßungenauigkeit behaftet sein können, da die verwendeten Datenlogger auch mittels DGPS eingemessen wurden.



In den Querschnitten im Übergangsbereich zur Niederung war erkennbar, dass insbesondere in Bereichen des DGM mit Datenbelegung nach Qualitätsstufe 2 Abweichungen existierten (Abbildung 6). Diese Sackungen lagen je nach Belegung des DGM und Lage im Gebiet zwischen 10 und 65 cm.

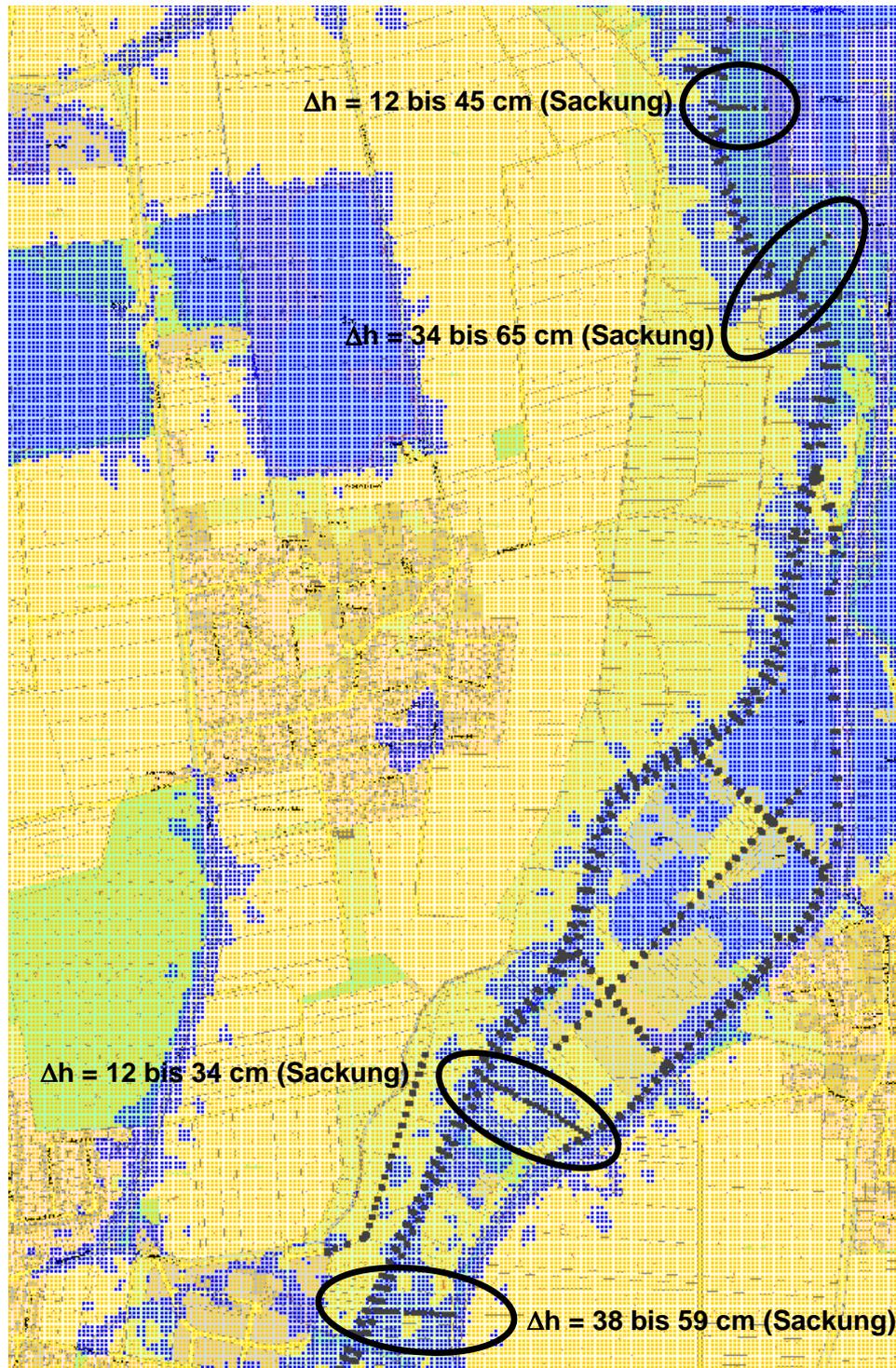


Abbildung 6: Abweichungen zwischen Neuaufnahme von Geländehöhen im Retentionsraum „Klein Ilsede“ (beispielhaft)

Daher wurde die ebenfalls in Abbildung 5 dargestellte Nachvermessung durchgeführt und in das DGM eingearbeitet. Nach Abschluss dieser Arbeiten existierte ein aktuelles DGM mit hochgenau vermessenen Geländehöhen.

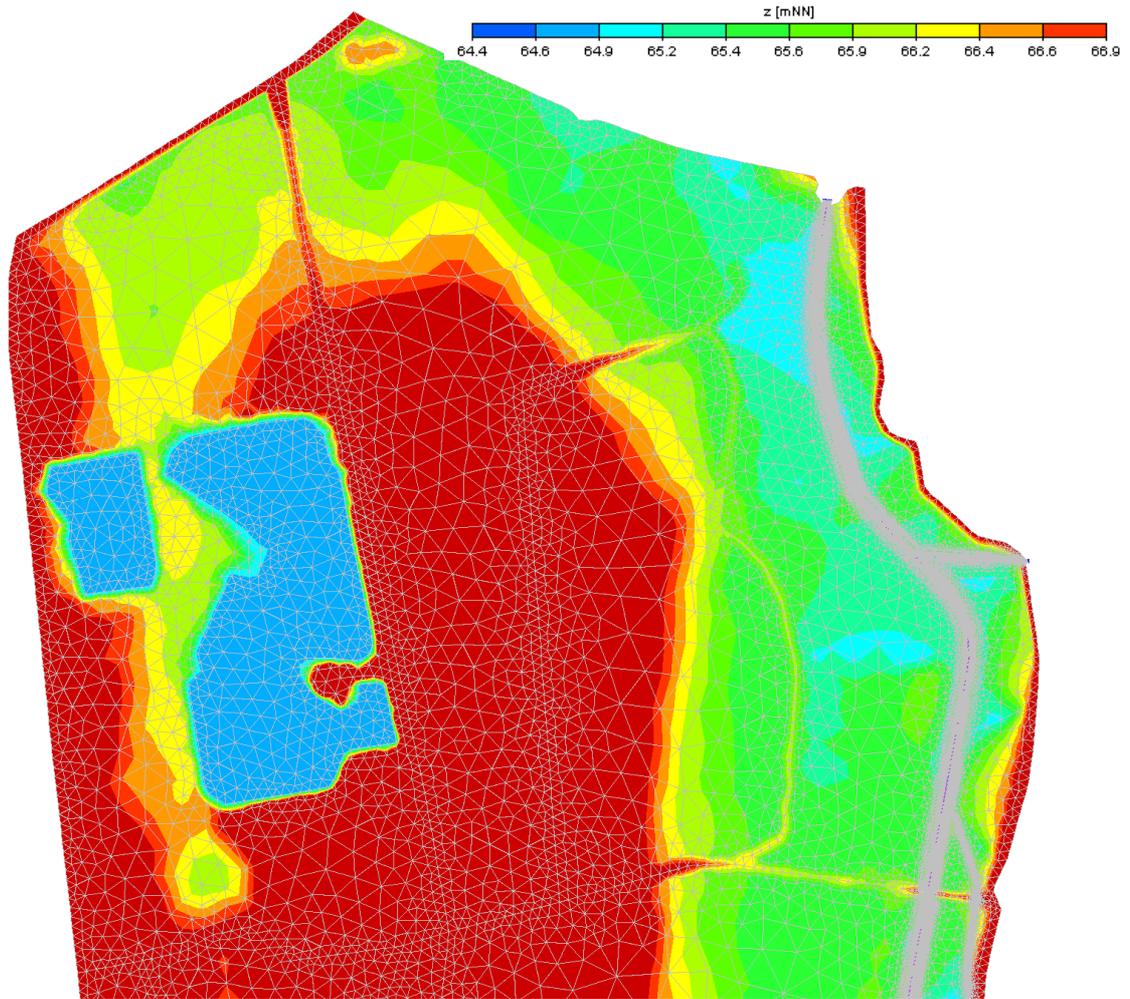


Abbildung 7: Rechengitter des zweidimensionalen Modells und Belegung mit Geländehöhen (nördlicher Teil zwischen MLK und Brücke Klein Ilsede/Handorf)

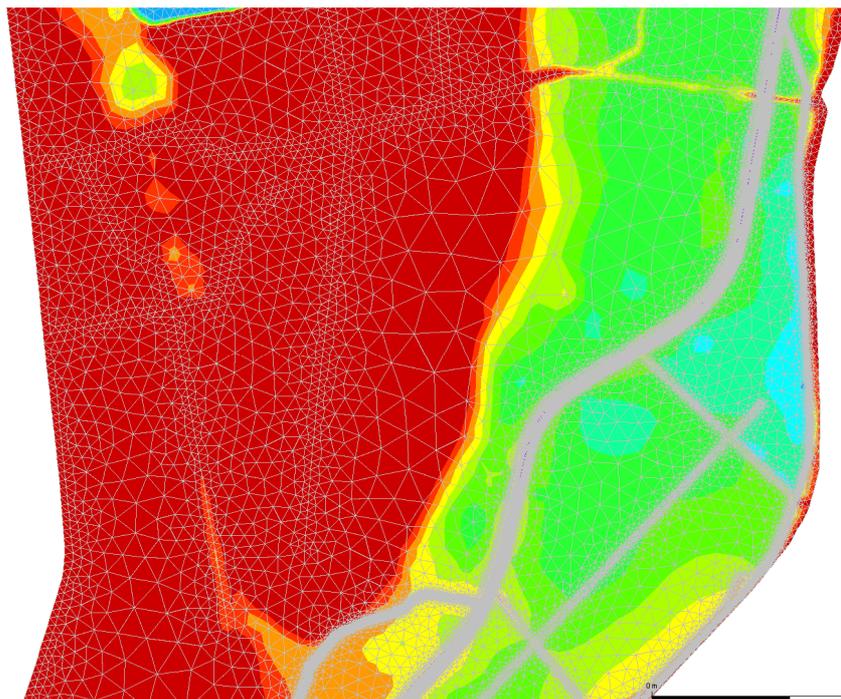


Abbildung 8: Rechengitter des zweidimensionalen Modells und Belegung mit Geländehöhen (mittlerer Teil zwischen Brücke Klein Ilsede/Handorf und Klein Ilsede)

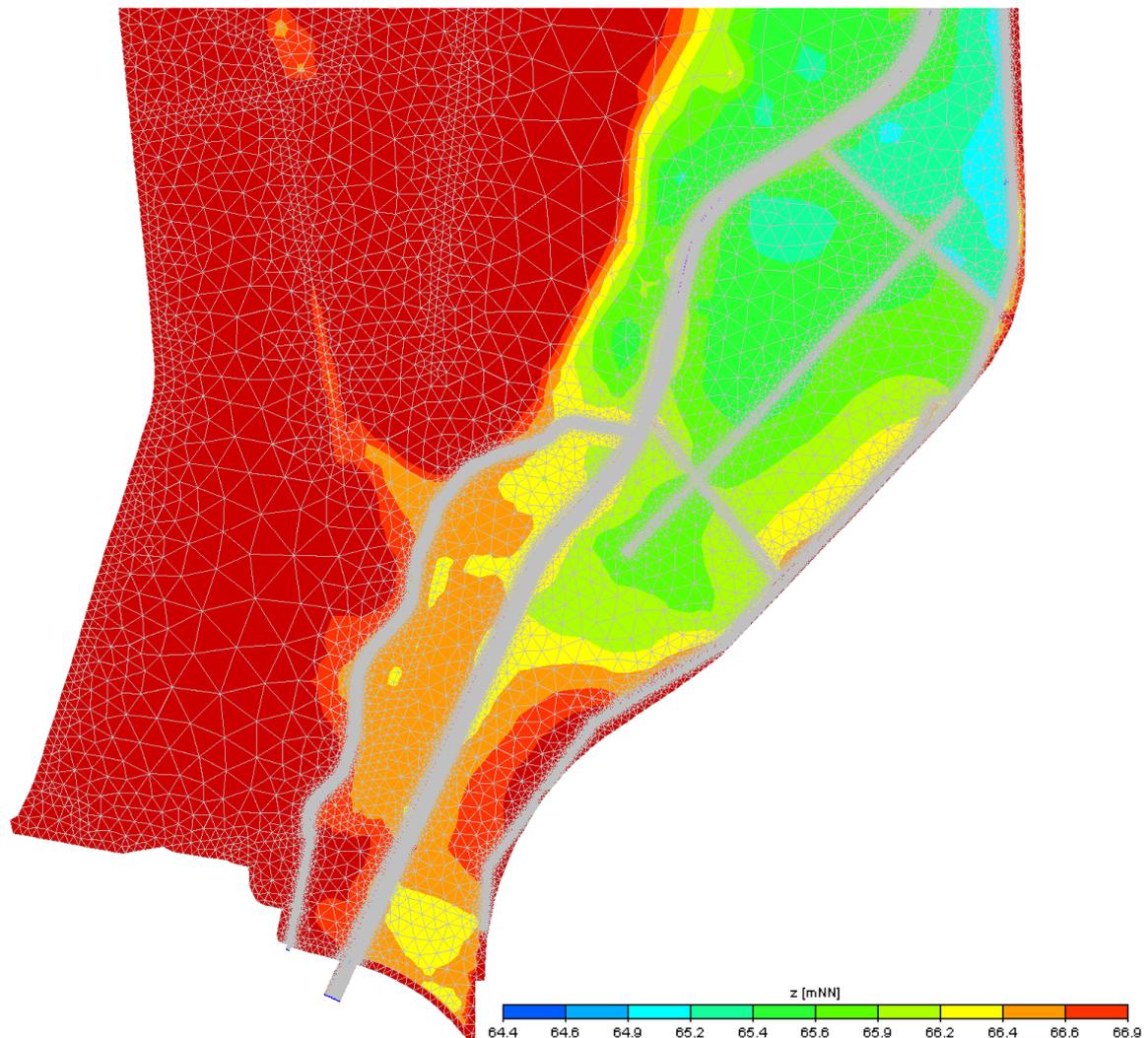


Abbildung 9: Rechengitter des zweidimensionalen Modells und Belegung mit Geländehöhen (südlicher Teil zwischen Klein Ilsede und Schacht Emilie)

Aus diesem DGM wurde das in Abbildung 7 bis Abbildung 9 dargestellte Rechengitter nebst Höhenbelegung der Gitterpunkte abgeleitet.

3.5 Kalibrierung des hydrodynamischen Modells

Die Kalibrierung des Modells erfolgte auf der Grundlage der Wasserspiegellage, welche der Ausweisung des Überschwemmungsgebietes der Fuhse zugrunde liegt. Diese wurde durch das INGENIEURBÜRO PAPSCH & PARTNER berechnet (NLWKN, 2009).

Die für das HQ₁₀₀-Ereignis eingesteuerten Randbedingungen stellen sich wie folgt dar:

- Abfluss in der Fuhse am oberen Modellrand (Schacht Emilie): 29,21 m³/s
- Abfluss in der Beeke: 1,75 m³/s
- Pisserbach inkl. Gr. Ilseder Hanggraben: 4,23 m³/s
- Wasserstand am Düker des MLK: 66,09 mNN

Ein Vergleich der Wasserstände im Flußschlauch der Fuhse zeigt zwischen dem Düker des MLK und der in der Fuhse vorhandenen Sohlgleite unterhalb der Mündung der Beeke Abweichungen von weniger als 2 cm (Abbildung 10). Das Modell des INGENIEURBÜROS PAPSCH & PARTNER weist an der Sohlgleite einen linearen Verlauf des Wasserstandes aus. Das hier auf-

gebauten Modell ist an dieser Stelle besonders hoch aufgelöst und vollzieht den Abfall des Wasserstandes an dieser Stelle nach.

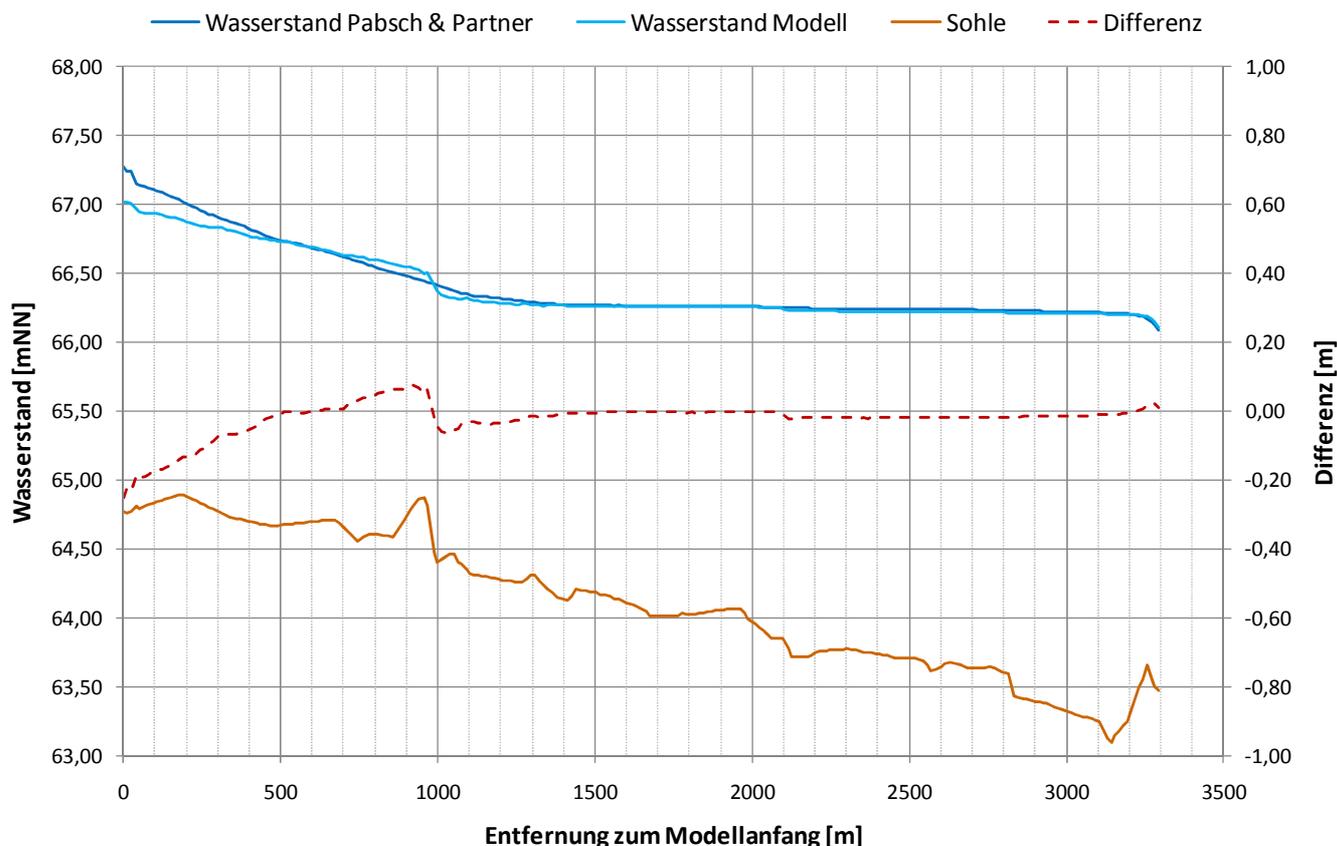


Abbildung 10: Wasserstände und Differenzen zum Modell des INGENIEURBÜROS PAPSCH & PARTNER (NLWKN, 2009) im Flußschlauch der Fuhse

Bis zur oberen Modellgrenze werden die Abweichungen dann größer, was wahrscheinlich dem Fehlen der Sohlgleite im ÜSG-Modell und der Tatsache, dass die Sohle genau am Modellrand nach oberstrom abfällt, geschuldet ist. Naturgemäß folgt der Wasserstand der Sohle. Würde das jetzige Modell noch weiter nach oberstrom reichen, wäre dieser Abfall bei dem hier relativ geringen Wasserspiegelgradienten durch einen höher liegenden Bereich wieder ausgeglichen worden. Die Differenzen wären demzufolge geringer ausgefallen.

Ergänzend wurde eine Stichstagskontrolle anhand der gemessenen Wasserstände und Abflüsse im Zeitraum 09.03.2010 12⁰⁰ Uhr bis 10.03.2010 12⁰⁰ Uhr durchgeführt. Hierfür wurden die folgenden Randbedingungen eingesteuert:

- Abfluss in der Fuhse am oberen Modellrand (Schacht Emilie): 1,761 m³/s (gemessen)
- Abfluss in der Beeke: 0,146 m³/s (berechnet über die Abflußspende der Fuhse an der oberen Modellgrenze)
- Pisserbach inkl. Gr. Ilseder Hanggraben: 0,223 m³/s (gemessen)
- Wasserstand am Düker des MLK: instationärer Verlauf nach (gemessen)

Die sich an diesem Stichstag einstellenden Differenzen des Wasserstandes liegen unterhalb der Mündung der Beeke bei 2 bis 4 cm. Im Maximum betragen sie 5 cm.

Unter Einbeziehung der bei der Einmessung des Pegels zugrunde zu legenden Meßungenauigkeiten sind die sichtbaren Differenzen akzeptierbar.

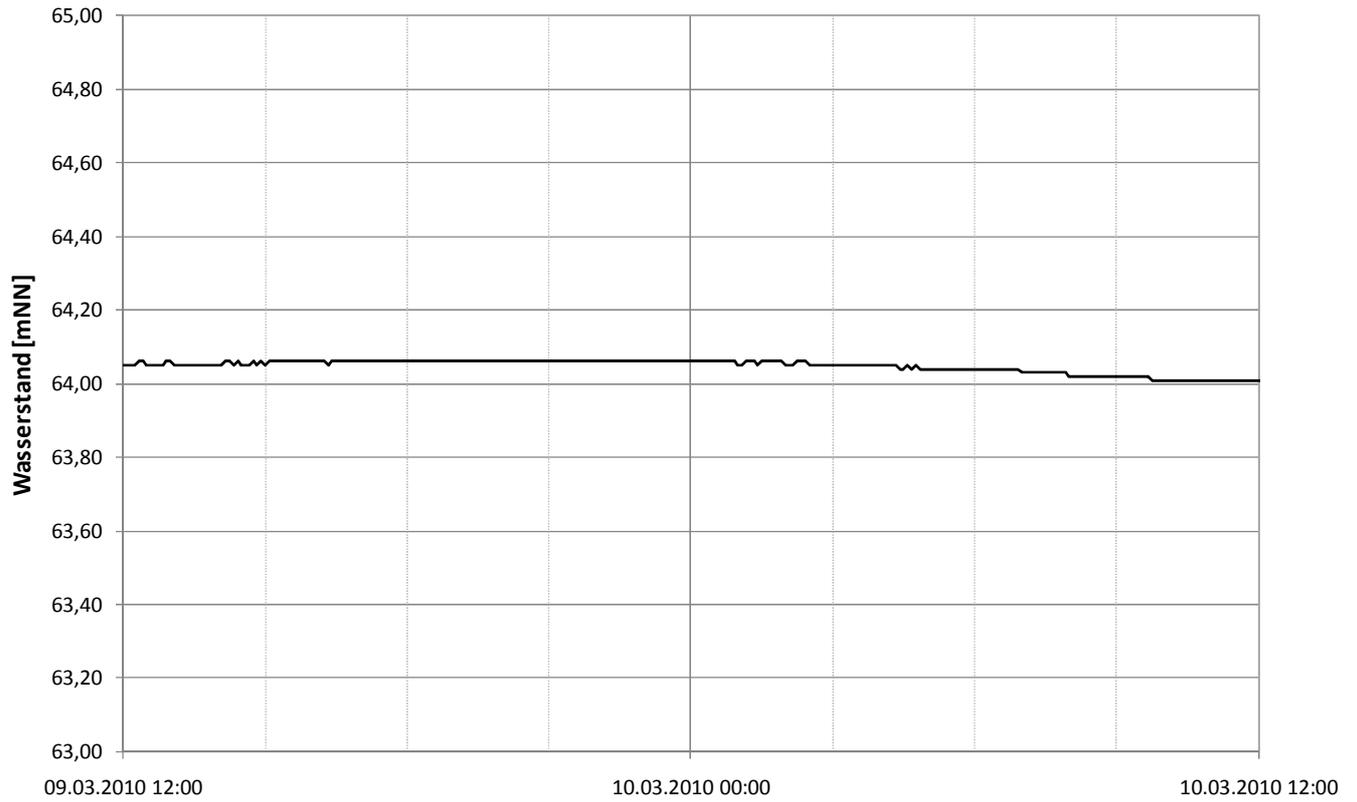


Abbildung 11: Wasserstand am unteren Modellrand (Düker des MLK) im Zeitraum 09.03.2010 12⁰⁰ Uhr bis 10.03.2010 12⁰⁰ Uhr

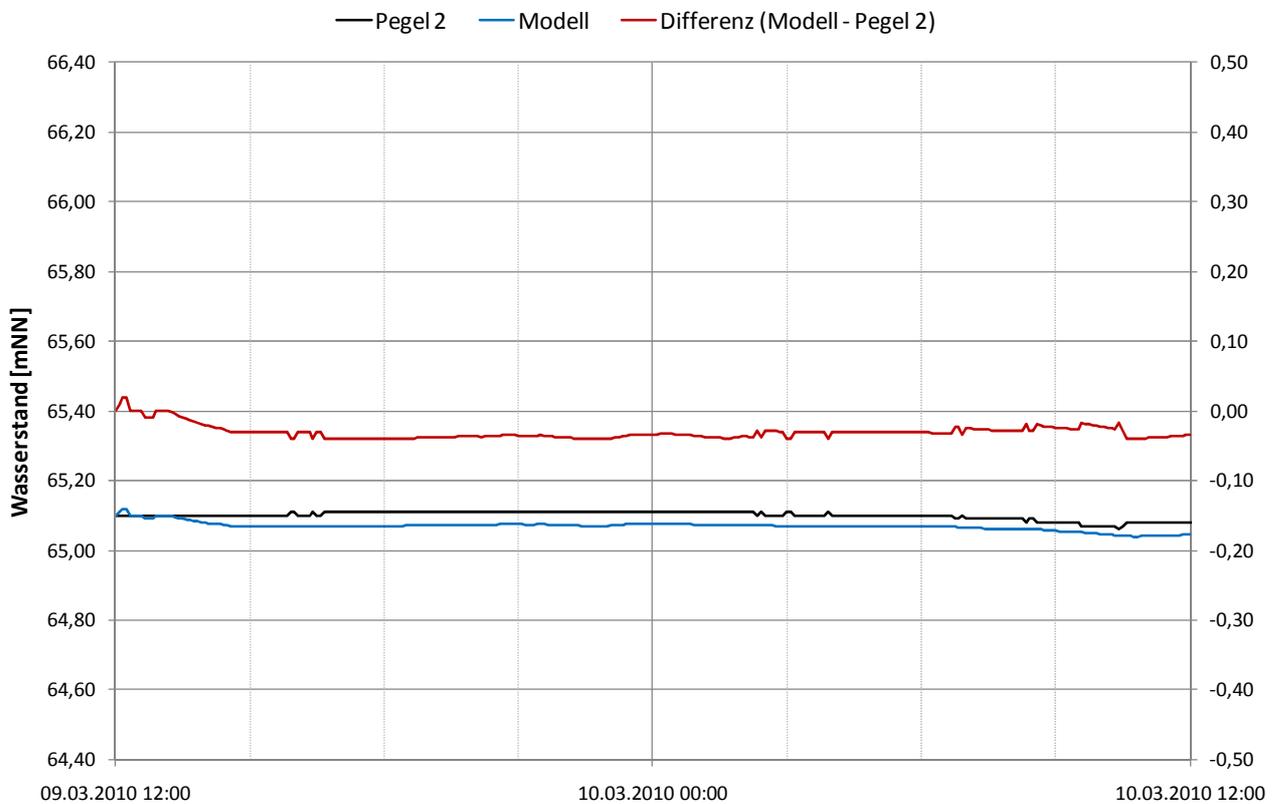


Abbildung 12: Gemessene und berechnete Wasserstände am Pegel 2 (unterhalb der Mündung der Beeke) im Zeitraum 09.03.2010 12⁰⁰ Uhr bis 10.03.2010 12⁰⁰ Uhr

Im Verlauf der Modellkalibrierung erfolgte eine Anpassung der Rauigkeitsbeiwerte. Anhaltspunkte für die in Ansatz zu bringenden Sohlrauhigkeiten lieferten hierbei die im Rahmen der Ortsbegehungen und Vermessungsarbeiten vor Ort gewonnenen (Bild-)Informationen.

Abschließend wurden die folgenden Sohlrauhigkeiten angesetzt:

- Flussschlauch der Fuhse: $k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Sohlgleiten unterhalb der Mündung der Beeke bzw. am Düker des MLK: $k_{st} = 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Flußschlauch des Pisserbaches: $k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Flußschlauch der Beeke: $k_{st} = 28 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Flußschlauch Neuer Graben: $k_{st} = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Straßen: $k_{st} = 50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Felder: $k_{st} = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Siedlungen: $k_{st} = 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Wald: $k_{st} = 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

4 Berechnung des verfügbaren Retentionsvolumens

4.1 Allgemeines

Die bei Hochwasserereignissen verschiedener Jährlichkeit verfügbaren Retentionsvolumina sind abhängig von den jeweiligen Scheitelwasserständen, die dann den Wasserstand in der Niederung definieren.

Grundsätzlich galt für die Auswahl des zu betrachtenden Hochwasserereignisses der Grundsatz, dass eine häufigere Flutung der Niederung angestrebt wird und damit auch ein Rückhalt bei kleineren Ereignissen erfolgt. Diese Flutung wird bisher bei kleineren Ereignissen infolge der abschirmenden Wirkung der die Fuhse eingrenzenden Verwallung nicht oder nur von unterstrom über den „Neuen Graben“ erreicht. Der überflutete Bereich ist dann begrenzt, da der mögliche Wasserstand an der Mündung des „Neuen Grabens“ die mögliche Rückstauhöhe definiert. Er liegt naturgemäß um einiges unter dem Wasserstand der in Höhe der Polder 1 und 2 auftritt.

Um eine möglichst häufige Flutung der Niederung herbeizuführen, muß die o.g. Verwallung entlang der Fuhse an ausgewählten Stellen geöffnet werden. Diese Stellen können aus der Höhenlage der Verwallung selbst und der Höhenlage der angrenzenden Flächen in den Poldern identifiziert werden.

Für die Betrachtung wurde daher zunächst ein HQ₁₀-Ereignis ausgewählt. Mit Hilfe dieses Ereignisses wurden dann die am besten geeigneten Stellen für eine Öffnung der Verwallung identifiziert.

Mit Hilfe des HQ₁₀₀-Ereignisses wurde dann das im Extremfall verfügbare Retentionsvolumen bestimmt.

4.2 Simulation des HQ₁₀-Ereignisses für die Identifikation möglicher Öffnungsstellen

4.2.1 Ableitung von Randbedingungen

Für die instationäre Berechnung der Wasserspiegellagen des HQ₁₀-Ereignisses wurden zunächst die am Pegel „Peine“ verfügbaren HQ-Werte der Einzeljahre im Zeitraum 1965 bis 2008 analysiert (Tabelle 1 und Tabelle 2).

Tabelle 1: HQ-Werte (höchste Abflüsse im jeweiligen Jahr) des Pegels „Peine“ im Zeitraum 1965 bis 2008 (NLWKN, 2010)

Gewässername:	Fuhse				
Pegelname:	Peine				
Beobachtungszeitraum:	1965 - 2008	Anzahl der Fehljahre: 0			
Maßeinheit:	m ³ /s	Einzugsgebiet [km ²]: 360.0			
1965	10.500	16.800	7.310	20.400	13.100
1970	28.700	8.590	3.640	3.000	3.260
1975	10.100	6.800	3.940	5.300	20.600
1980	7.390	23.500	15.500	8.100	9.690
1985	6.650	8.650	17.200	19.600	9.620
1990	8.370	7.080	13.400	6.690	21.800
1995	8.640	5.870	11.700	9.740	14.100
2000	6.080	5.120	27.500	30.800	7.790
2005	4.920	2.680	19.800	20.900	

Tabelle 2: Abflüsse am Pegel Peine für verschiedene Jährlichkeiten auf der Grundlage der Jahresreihe im Zeitraum 1965 bis 2008 (NLWKN, 2010)

Wiederkehrintervalle		peine.hqr 11.05.2010 09:51									
Gewässername:	Fuhse										
Pegelname:	Peine										
Beobachtungszeitraum:	1965 - 2008	Anzahl der Fehljahre: 0									
Berechnungszeitraum:	1965 - 2008	Anzahl Jahres-HQ: 44									
Abfluss [m³/s]											
Verteilungs- funktion	Schätz- methode	Wiederkehrintervalle [Jahre]									
		2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
E1	MM	10.6	17.2	21.5	25.7	27.0	31.0	35.1	39.1	44.4	48.4
	MLM	10.5	16.5	20.6	24.4	25.6	29.4	33.1	36.9	41.8	45.5
	WGM	10.6	17.3	21.7	25.9	27.3	31.4	35.5	39.6	45.0	49.1
AE	MM	10.7	17.3	21.6	25.6	26.9	30.7	34.4	38.0	42.8	46.2
	MLM	9.76	16.7	22.8	30.1	32.7	42.0	53.3	67.2	90.4	113.
	WGM	10.1	16.7	21.6	26.7	28.5	34.1	40.3	47.0	56.7	64.8
ME	MLM	9.62	17.2	22.5	27.6	29.3	34.3	39.3	44.2	50.8	55.7
LN3	MM	10.1	16.5	21.1	25.9	27.4	32.4	37.6	43.0	50.6	56.7
	MLM	9.64	16.6	22.2	28.3	30.4	37.2	44.7	52.8	64.7	74.7
	WGM	10.0	16.8	21.8	26.9	28.5	33.8	39.4	45.2	53.3	59.9
P3	MM	10.1	17.0	21.7	26.2	27.7	32.0	36.3	40.5	46.0	50.1
	WGM	9.95	17.2	22.2	27.0	28.5	33.2	37.8	42.3	48.3	52.7
WB3	MM	10.5	17.6	22.0	25.9	27.1	30.6	33.9	37.1	41.0	43.8
	MLM	9.86	17.2	22.3	27.1	28.7	33.2	37.7	42.0	47.6	51.8
	WGM	9.87	17.3	22.3	27.1	28.6	33.2	37.6	41.8	47.3	51.4
Kleeberg/ Schumann	c _s = 4								40.0	47.9	54.1

Unter Zuhilfenahme von Abbildung 13 wurde für das HQ₁₀-Ereignis ein Scheitelwert von 22,3 m³/s gewählt.

Als reales Hochwasserereignis in gleicher Größenordnung wurde das Hochwasserereignis im Zeitraum 17.01.2008 bis 06.02.2008 identifiziert. Dieses Ereignis weist einen Scheitelabfluss von 20,9 m³/s auf. Daher wurde der Scheitelabfluss des real abgeflossenen Ereignisses entsprechend mit dem Faktor $22,3/20,9 = 1,07$ multipliziert. Diese maximale Differenz im Scheitelpunkt wurde dann bis zum Erreichen des Mittelwasserwertes im Vor- und Nachlauf entsprechend abgemindert. Damit erreichten beide Ereignisse die gleichen Abflüsse am Start und Ende der Simulation. Auf diese Art und Weise wurde ein naturähnlicher Verlauf des HQ₁₀-Ereignisses sicher gestellt.

Die Abflüsse an der oberen Modellgrenze im Pisserbach und in der Beeke wurden direkt aus den Pegeln „Oelsburg“ und „Schmedenstedt“ abgeleitet. Da diese Pegel nicht weit oberhalb der oberen Modellgrenzen liegen wurde keine weitere Anpassung vorgenommen.

Der Abfluß an der oberen Modellgrenze in der Fuhse ergab sich dann durch Subtraktion dieser beiden Werte vom Abflußwert am Pegel „Peine“.

Der Wasserstand am Düker des MLK wurde mit Hilfe einer vereinfachten Q-h-Beziehung bestimmt. Hierfür wurde der Wasserstand des HQ100-Ereignisses und eine Messung vor Ort verwendet (Abbildung 14).

Die an den Modellrändern angesetzten Wasserstände und Durchflüsse sind in Abbildung 15 dargestellt.

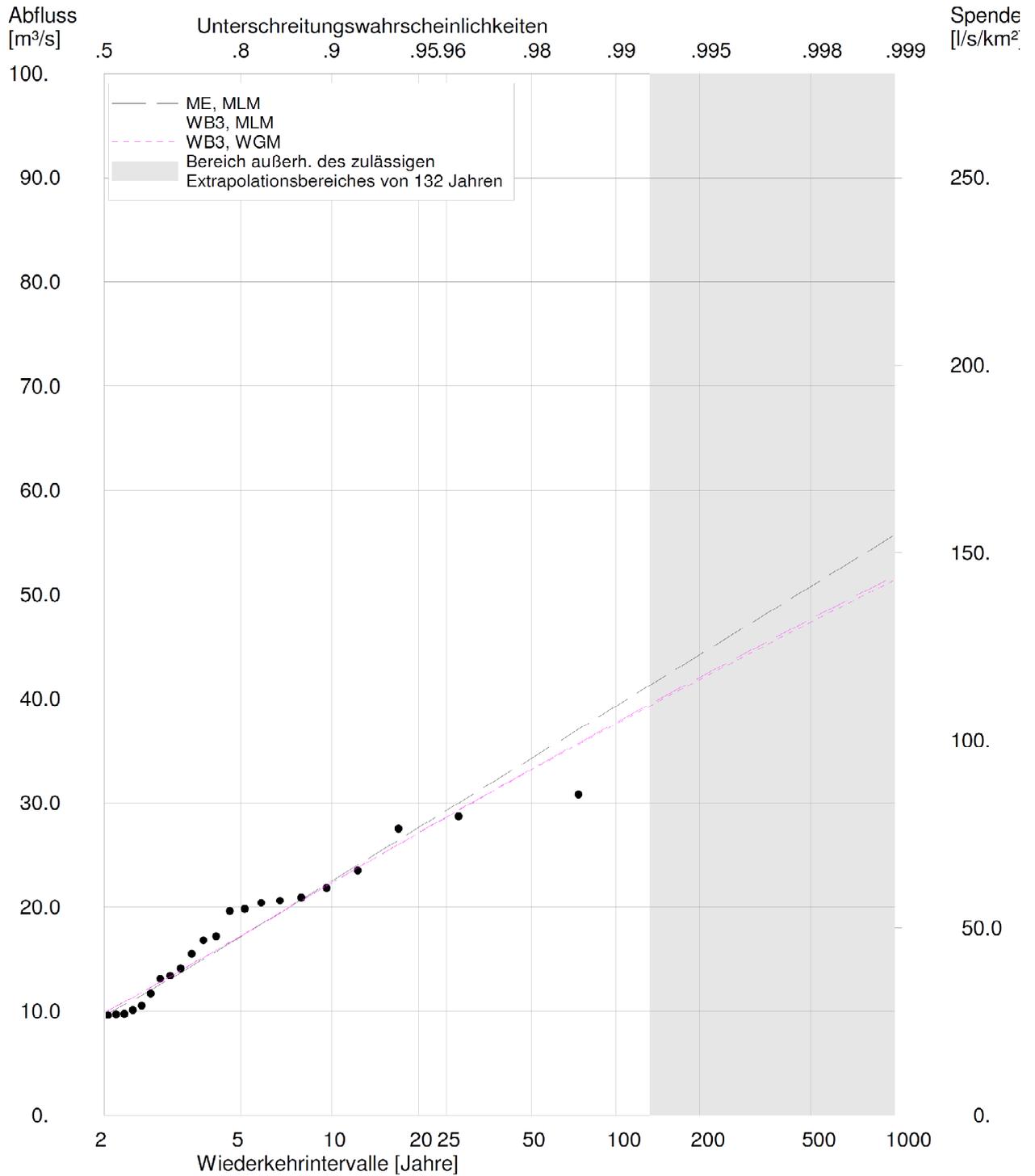


Abbildung 13: Diagramm verschiedener Verteilungsfunktionen auf der Grundlage der Jahresreihe 1965 bis 2008 für die Ableitung von Hochwasserscheitelwerten am Pegel „Peine“ (NLWKN, 2010)

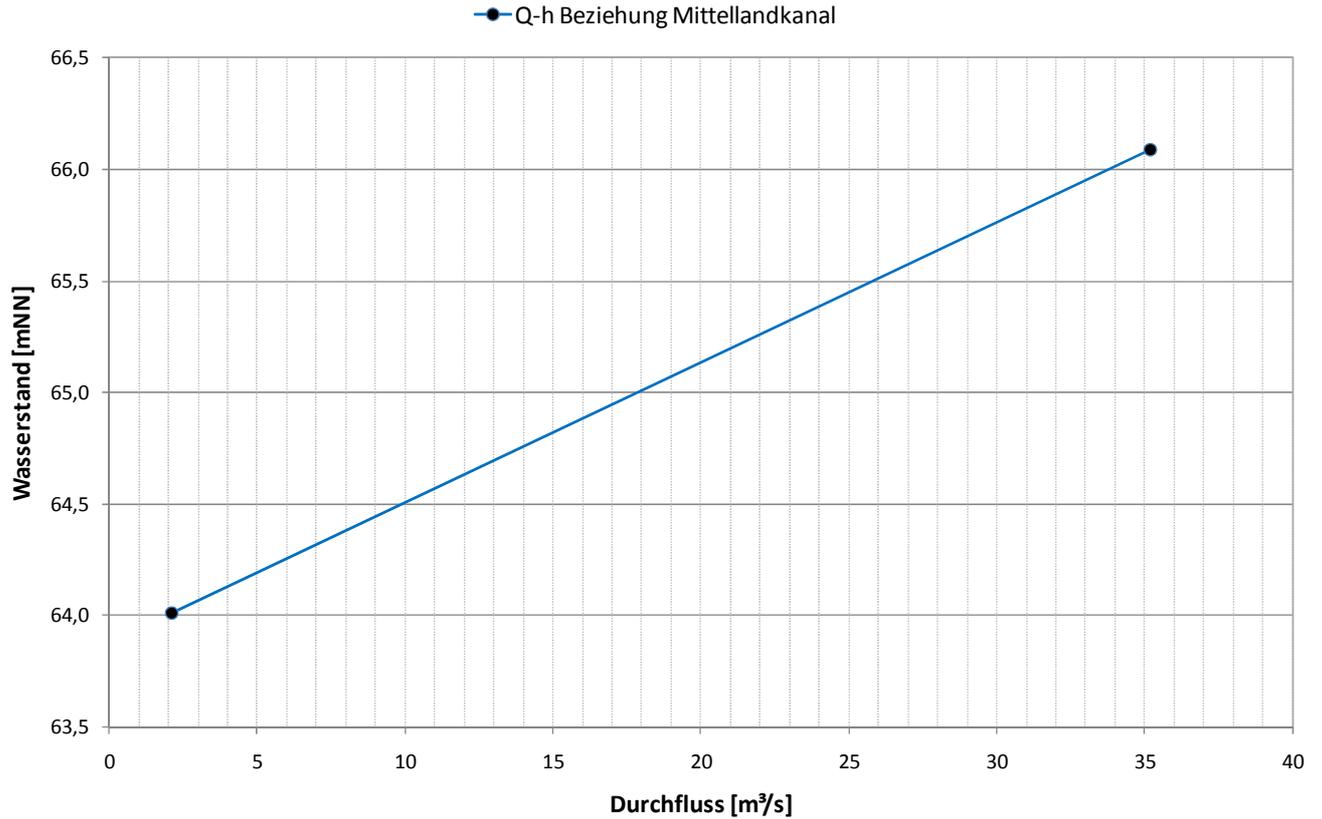


Abbildung 14: Q-h-Beziehung für die Umrechnung von Durchflüssen am Düker des MLK

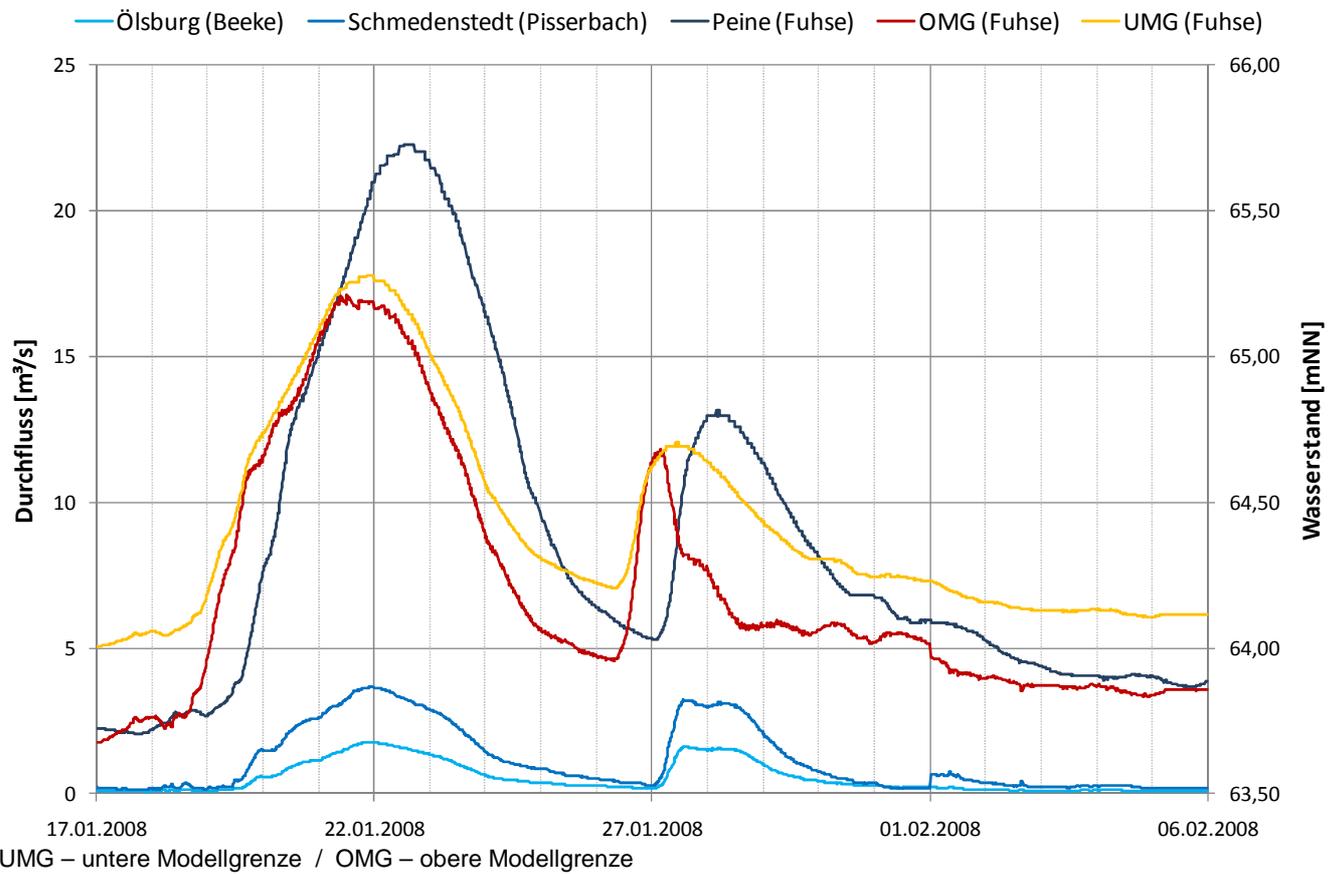


Abbildung 15: Wasserstände und Durchflüsse an den Modellrändern für das HQ₁₀-Ereignis im Zeitraum 17.01.2008 bis 06.02.2008

4.2.2 Definition von möglichen Öffnungen der Verwallung und Bestimmung der möglichen Retentionsvolumina

Mit Hilfe der so berechneten Scheitelwasserstände im Flußschlauch der Fuhse konnten die in Abbildung 16 dargestellten Stellen für eine Öffnung der Verwallung identifiziert werden.

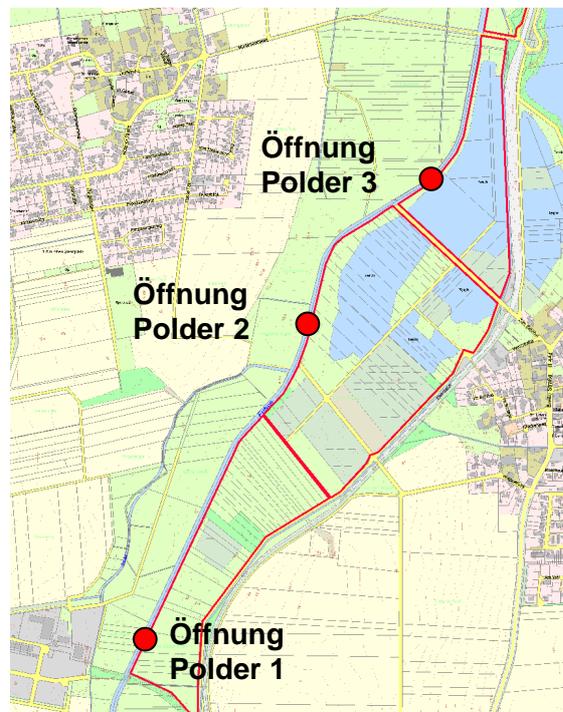


Abbildung 16: Stellen für eine Öffnung der rechtsseitigen Verwallung entlang der Fuhse

Die Stellen wurden so ausgewählt, dass aus jetziger Kenntnis der Geländehöhen heraus möglichst wenig Aushubmaterial anfällt. Für die Polder 5 wurde keine Öffnung ausgewiesen, da die Verwallung hier kaum noch erkennbar ist und das erzielbare Retentionsvolumen den Aufwand nicht rechtfertigen würde (Tabelle 3). Im Polder 4 wurde ebenfalls keine Öffnung ausgewiesen, da am Pisserbach und am „Neuen Graben“ keine Verwallungen existieren und das Gebiet bei fallenden Wasserständen in der Fuhse sofort wieder entwässern würde.

Tabelle 3: Wasserstände, Standzeiten und erzielbare Retentionsvolumina für das HQ₁₀-Ereignis

	Öffnung Polder 1	Öffnung Polder 2	Öffnung Polder 3	Polder 4	Polder 5
Rechtswert	3582829	3583270	3583612	3583786	3583579
Hochwert	5794702	5795555	5795972	5796612	5797162
max. W [mNN]	66,60	66,01	65,77	65,48	65,33
Höhe der Verwallung [mNN]	66,99	66,34	65,97	65,70	65,29
Höhe der Verwallung am Fuß [mNN]	66,42	66,09	65,75	65,27	65,14
Höhe der Verwallung [m]	0,57	0,25	0,22	0,43	0,15
Sohlhöhe der Öffnung [mNN]	66,25	65,63	65,46		
Sohlbreite der Öffnung [m]	10	10	10		
Standzeit [h] bei max. W	28	27	39	42	13
erzielbares Retentionsvolumen [m ³]	30.485	72.374	45.666	335	1.639

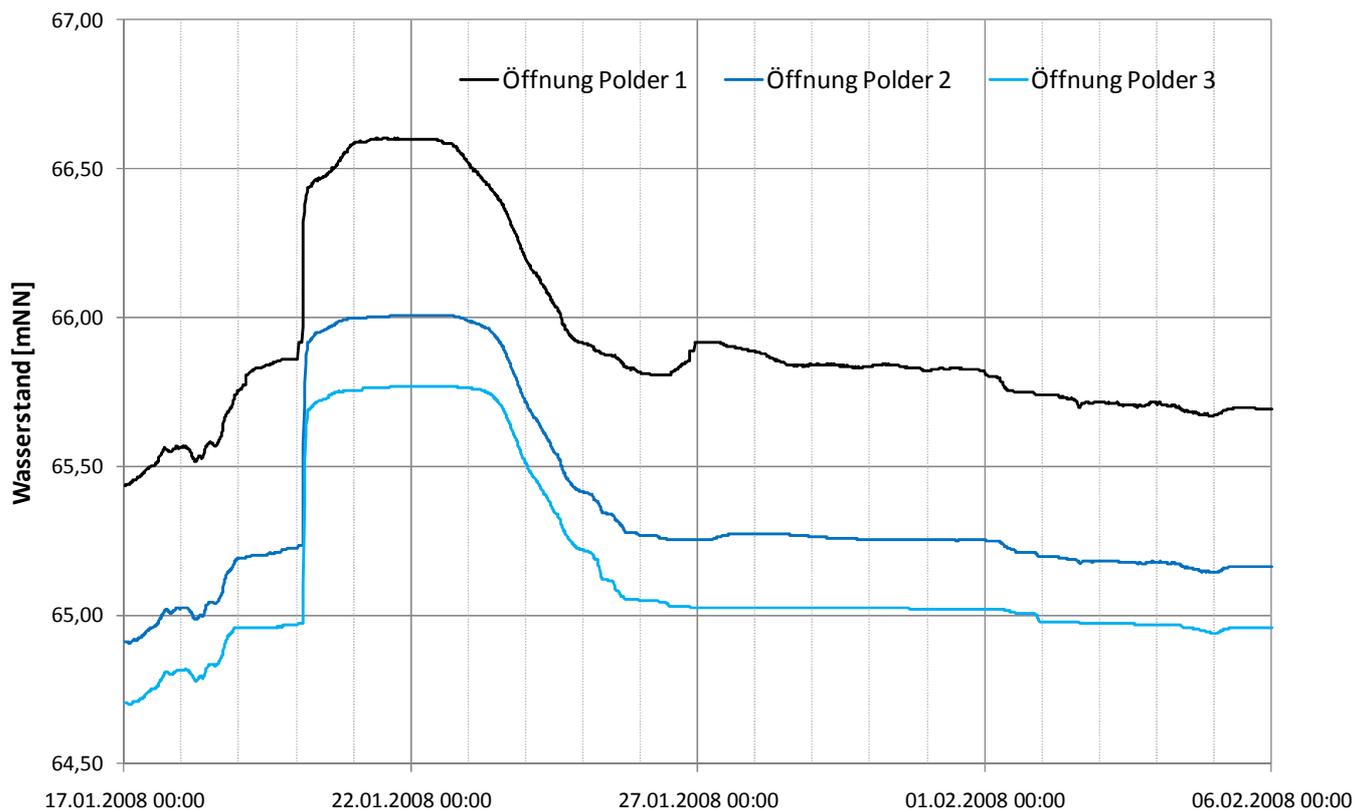


Abbildung 17: Wasserstände in der Fuhse an den Öffnungen der Polder 1 bis 3

Die Breite der Öffnungen an der Sohle wurde hier mit 10 m angenommen. Die Böschungen der Öffnungen wurden mit einer Neigung von 1:5 auf das ursprüngliche Niveau der Verwallung geführt. Sie können somit zu Unterhaltungszwecken befahren werden.

Tabelle 4: Jährlichkeiten einer Flutung der Niederung für die gewählten Sohlhöhen der Öffnungen

	Öffnung Polder 1	Öffnung Polder 2	Öffnung Polder 3
Rechtswert	3582829	3583270	3583612
Hochwert	5794702	5795555	5795972
Q in der Fuhse an der oberen Modellgrenze (Schacht Emilie) [m ³ /s]	12,00	12,36	12,07
Jährlichkeit am Pegel Peine	HQ ₄	HQ ₅	HQ ₄

Es ist erkennbar, dass die Sohlhöhen der Öffnungen (Tabelle 3) noch unterhalb des Böschungsfußes der Verwallungen liegen. Dies ist notwendig, um die tiefer liegenden Bereiche der Niederung schon bei Hochwasserereignissen geringerer Jährlichkeit zu fluten (Tabelle 4).

Es ist erkennbar, dass alle Öffnungen bei in etwa gleichem Abfluss durchströmt werden. In den Poldern 4 und 5 würden in diesen Fällen keine Ausuferungen auftreten.

4.3 Simulation des HQ₁₀₀-Ereignisses für die Bestimmung der möglichen Retentionsvolumina beim Extremereignis

4.3.1 Ableitung von Randbedingungen

Die beim HQ₁₀₀-Ereignis erzielbaren Retentionsvolumina sind naturgemäß höher als beim HQ₁₀-Ereignis. Sie werden in ihrer Höhe jedoch durch die Höhe der Verwallung begrenzt. Über der Verwallung anstehende Volumina werden im Nachlauf des Hochwasserereignisses in die Fuhse abgeleitet und demzufolge in dieser Auswertung nicht berücksichtigt.

Als Abfluß am Pegel „Peine“ wurde ein Abfluß von 35,10 m³/s gewählt. Ein Hochwasserereignis ähnlicher Größenordnung konnte im Zeitraum 20.12.2002 bis 13.01.2003 identifiziert werden. Der Scheitelwert dieses Hochwasserereignisses lag am Pegel „Peine“ bei 30,2 m³/s.

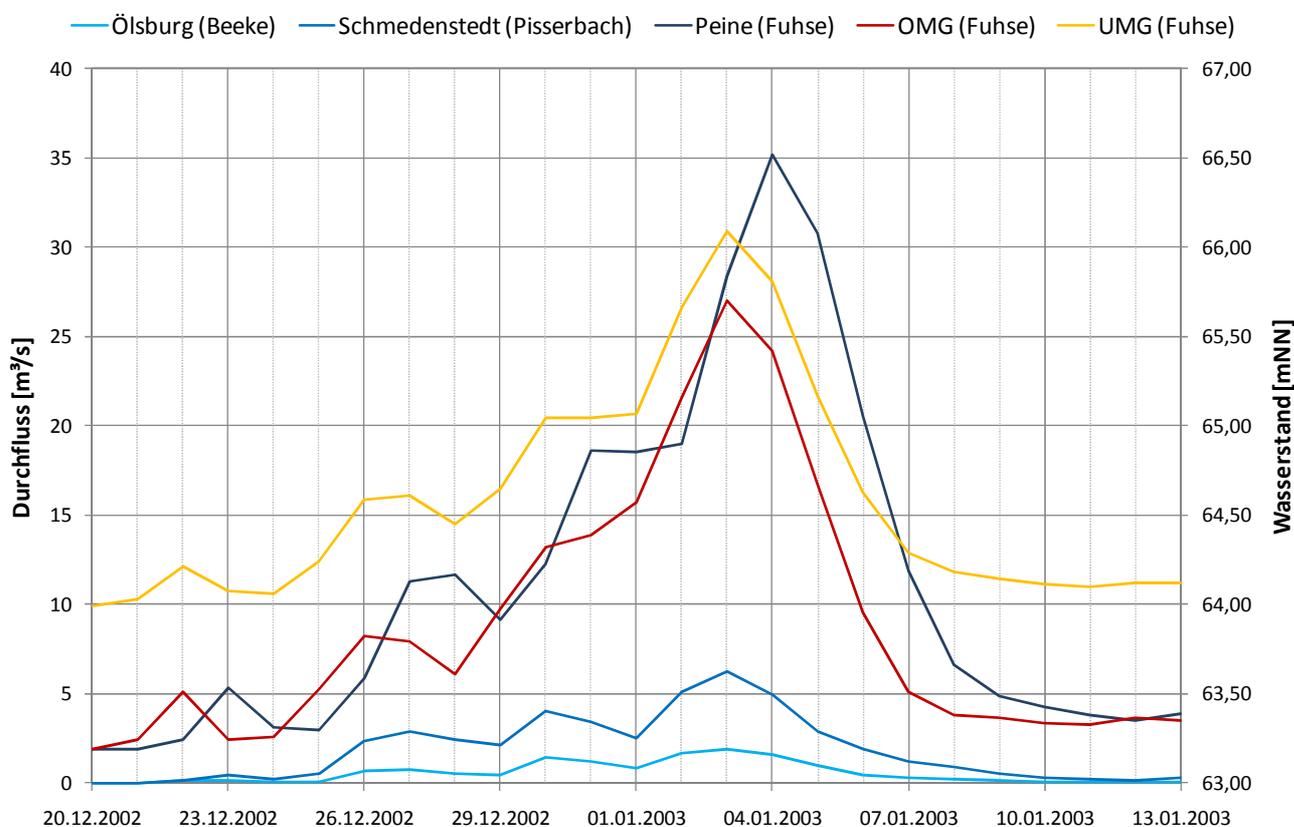


Abbildung 18: Wasserstände und Durchflüsse an den Modellrändern für das HQ₁₀₀-Ereignis im Zeitraum 20.12.2002 bis 13.01.2002

Tabelle 5: Eingestaute Flächen und Retentionsvolumina für das HQ₁₀₀-Ereignis

	Fläche Polder [m ²]	Retentionsvolumen [m ³]
Polder 1	135.479	56.308
Polder 2	262.165	130.629
Polder 3	97.502	93.594
Polder 4	55.428	29.262
Polder 5	47.605	31.454
Polder 4 bis OK-Verwallung	55.428	1.307
Polder 5 bis OK-Verwallung	47.605	1.145

Entsprechend dem in Kapitel 4.2 beschriebenen Vorgehen wurden die in Abbildung 18 dargestellten Wasserstände und Durchflüsse an den Modellrändern abgeleitet.

Nach Auswertung der instationären Simulation ergaben sich für den Scheitelwasserstand die in Tabelle 5 dargestellten Retentionsvolumina.

Für die Polder 4 und 5 wurde hier ergänzend ausgewiesen, welche Volumina effektiv bis zur Oberkante der Verwallung zurückgehalten werden können. Sie sind bei der geringen Höhe der Verwallung im Polder 5 bzw. dem Rückstau durch den Neuen Graben im Polder 4 wesentlich geringer aus.

5 Ergänzende Maßnahmen für die gezieltere Bewirtschaftung des Retentionsraumes

Die Auswertungen für das HQ₁₀-Ereignis haben gezeigt, dass die Niederung „Klein Ilsede“ schon bei einem HQ₄ bzw. einem HQ₅ geflutet werden kann, wenn die Öffnungen der Verwallung entsprechend tief ausgeführt werden. Naturgemäß sind die dann dort eintretenden Wassertiefen und dementsprechend die verfügbaren Retentionsvolumina geringer als bei größeren Ereignissen.

Ergänzende Maßnahme 1:

Wesentlich für den Erfolg der hier angestrebten Retention sind die Polder 1, 2 und 3. Polder 1 und 2 könnten ihre Funktion nach Öffnung der Verwallung nahezu ohne weiteres Zutun aufnehmen. Wir würden jedoch empfehlen, die heute noch vorhandenen Durchlässe zwischen den Poldern durch regelbare Durchlässe zu ersetzen. So könnte in den Poldern 1 und 2 gezielt Wasser zurückgehalten werden, um Polder 3 in sommerlichen Trockenperioden zu fluten und so die ihm als Feuchtbiotop zukommende Funktion besser auszufüllen.

Ergänzende Maßnahme 2:

Sollen auch kleinere Hochwasserereignisse (z.B. HQ₁) für eine jährliche Flutung der Niederung genutzt und damit eine erhöhte Dynamik in der Aue, genutzt werden, so wäre der Wasserstand in der Fuhse auf HQ₄-Niveau anzuheben. Dies könnte durch eine geringfügige Erhöhung der in der Fuhse an der Mündung der Beeke schon vorhandenen Sohlgleite geschehen.

Ergänzende Maßnahme 3:

Infolge des nach Osten leicht abschüssigen Geländes im Polder 3 würde dieser in den Neuen Graben und damit letztendlich in die Fuhse entwässern, sobald die Wasserstände in der Fuhse im Nachlauf des Hochwasserereignisse abfallen.

Daher würden wir empfehlen den Neuen Graben im Bereich des Polders 3 linksseitig durch eine Verwallung einzufassen, um das Wasser dauerhaft in der Niederung zurückhalten zu können. Die Höhe dieser Verwallung sollte mit 65,97 mNN (Tabelle 3) der Höhe der Verwallung im Bereich der Öffnung entsprechen, da ihre Höhe der limitierende Faktor für den Rückhalt in diesem Polder ist.

Um den Wasserstand im Polder 3 einstellen zu können würden wir empfehlen im unteren Bereich der o.g. Verwallung als Regelorgan ein flaches überströmtes Streichwehr anzuordnen.

Ergänzende Maßnahme 4:

Einen Rückhalt in den Poldern 4 und 5 haben wir zunächst ausgeschlossen, da die Aufwände für die Nutzbarmachung des dort verfügbaren Retentionsvolumens erheblich wären.

Wird jedoch angestrebt, das bei der Öffnung der Verwallung anfallende Material in den Polder 1 bis 3 sinnvoll vor Ort zu verbringen, so würde es sich anbieten den Polder 4 oder 5 zu erschließen.

Soll eine „große Lösung“ angestrebt werden, so wäre es natürlich auch möglich den Polder 4 mit dem verfügbaren Material gegen den Pisserbach abzuschirmen und das o.g. Wehr an die Mündung des Neuen Grabens zu verlegen.

Ergänzende Maßnahme 5:

Die oben empfohlene Verwallung entlang des Neuen Grabens hätte den Vorteil, dass die Abführung des Regenwassers aus den östlich gelegenen Ortsteilen von Klein Ilsede (Durchlass im Freispiegelgerinne in den Polder 3 und Pumpstation in den Polder 2, vergl. Abbildung 2) für Hochwasserereignisse kleiner HQ_{10} in keinster Weise beeinträchtigt würde. Damit wäre der Status Quo gewahrt.

Für höhere Ereignisse würden wir empfehlen in den o.g. Durchlass eine Froschklappe einzusetzen, um einen Rückstau in den relativ tief gelegenen Bereich östlich des Bahndammes zu verhindern.

Ergänzende Maßnahme 6:

Die im Polder 2 vorhandenen Wegungen (Mittelweg und Zuwegung Beekemündung) könnten zurückgebaut werden, um ein Betreten dieses Bereiches zu erschweren. Das anfallende Baugut kann dazu verwendet werden, Polder 1 und 2 räumlich voneinander zu trennen. Im jetzigen Zustand besteht keine Verwallung zwischen Polder 1 und 2. Die Höhe des Trennweges sollte der Höhe der Fuhseverwallung (66,63 mNN) an der Trennfläche entsprechen.

Ergänzende Maßnahme 7:

Für den Abfluss des zurückgehaltenen Wassers ergeben sich verschiedene Varianten.

a) Das Wasser aus den Poldern könnte durch die Öffnungen in der Fuhseverwallung zu den gewünschten Zeitpunkten wieder der Fuhse zugeführt werden. Das hätte den Vorteil, dass keine zusätzlichen Baumaßnahmen erfolgen müssten.

b) Die Simulationen des Hq_{100} zeigten, dass das Wasser von Norden her die Flächen einstaut und dorthin auch wieder entwässert. Um dieses natürliche Abflussverhalten auch bei sich häufiger ereignenden Hochwässern zu simulieren, könnten die zwischen Polder 2 und 3 bereits existierenden Durchlässe durch entsprechende Baumaßnahmen (Drosselabfluss o. ä.) erweitert werden. Zwischen Polder 1 und 2 müssten ebenfalls solche Maßnahmen getroffen werden. Von Polder 3 müsste das zurückfließende Wasser in den Neuen Graben geleitet werden.

c) Das Wasser nur über den Neuen Graben zurückzuleiten ist weniger sinnvoll, da das Gelände zum Neuen Graben hin leicht ansteigt. Hier müssten dann zusätzlich zu den Durchlässen in der Verwallung Entwässerungsgräben gebaut werden.

Ergänzende Maßnahme 8:

Um eine deutlichere Abgrenzung zu den landwirtschaftlich genutzten Flächen in Polder 1 zu gewährleisten, wäre es möglich, die Verwallung zwischen Polder 1 und 2 weiter südlich anzuordnen. So würden die zurückgehaltenen Wassermengen sich in Polder 2 entsprechend vergrößern. Auf eine Schlitzung der Verwallung am Polder 1 könnte so gegebenenfalls verzichtet werden.

Viele der o.g. ergänzenden Maßnahmen sind eher freiwilliger Natur und für die Funktionstüchtigkeit der Niederung als Retentionsraum nicht zwingend umzusetzen. Die Maßnahme 3 wäre jedoch in jedem Falle umzusetzen.

6 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

Der UNTERHALTUNGSVERBAND „OBERE FUHSE“ beabsichtigt, den natürlichen Retentionsraum in der Niederung der Fuhse bei Klein Ilsede zwischen Schacht Emilie im Süden, dem Mittellandkanal im Norden, dem Bahndamm im Osten und der Fuhse im Westen als Retentionsraum für den Hochwasserschutz zu nutzen.

Gleichzeitig soll das aus Naturschutzsicht hochwertige Biotop mit wechselfeuchten Flächen nicht negativ beeinträchtigt werden.

In diesem Zusammenhang ist insbesondere zu klären, welche Volumina für einen Rückhalt von Hochwasserspitzen verschiedener Jährlichkeit zur Verfügung stehen würden und welche baulichen Maßnahmen zu ergreifen wären, um den so realisierbaren Hochwasserschutz für die Unterlieger zu verbessern.

Hierfür wurden die Verwallungen entlang der Fuhse neu vermessen und Geländeprofile in der Aue neu aufgenommen, da Differenzen von bis 65 cm zum Digitalen Geländehöhenmodell der LGN bestanden.

Um die verfügbaren Retentionsvolumina für verschiedene Hochwässer zu berechnen, wurde ein zweidimensionales hydrodynamisches Modell auf der Grundlage des Programmsystems MARINA 2D für den Eingang beschriebenen Bereich aufgebaut.

Die Kalibrierung des Modells wurde auf der Grundlage der für das HQ₁₀₀-Ereignis berechneten Wasserspiegellage durchgeführt.

Außerdem wurden Abflussmessungen an den Rändern des Modells und unterhalb der Mündung der Beeke durchgeführt, um die notwendigen Abflüsse vorgeben zu können. Aufbauend auf diesen Messungen wurde eine Stichtagsprüfung durchgeführt.

Für die sich anschließenden Simulationen von Hochwasserereignissen unterschiedlicher Jährlichkeit wurden die hierfür notwendigen Abflüsse aus Pegelaufzeichnungen des NLWKN⁴ am Pegel „Peine“ abgeleitet.

Aus den Ergebnissen können zusammenfassend die folgenden Handlungsempfehlungen abgeleitet werden:

- Gerade die bei kleineren Hochwasserereignissen verfügbaren Retentionsvolumina (Tabelle 3) zeigen, dass eine nachhaltige Nutzung sich nur für die Polder 1, 2 und 3 anbietet. Die Polder 4 und 5 könnten nur mit relativ grossem baulichen Aufwand nutzbar gemacht werden.
- Für die Nutzung des Polders 3 wäre dieser entlang des Neuen Grabens mittels einer Verwallung zu sichern, um zu verhindern, dass dieser Bereich bei fallenden Wasserständen im Nachgang eines Hochwasserereignisses sofort wieder entwässert wird. Der Wasserstand in dem so entstehenden Flutpolder könnte durch ein überströmtes Streichwehr gesteuert werden.
- Für die Nutzung der Polder 1 bis 3 ist die östlich der Fuhse verlaufende Verwallung zu öffnen. Bei entsprechender Ausbildung der Öffnungen (Tabelle 3) würden die Polder im

⁴ Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Mittel alle 4 Jahre einstauen. Für ein kürzeres Wiederkehrintervall (z.B. MHQ oder HQ₁) wären die Wasserstände in der Fuhse anzuheben, was durch eine Erhöhung der dort vorhandenen Sohlgleite mit geringem Aufwand möglich wäre.

- Durch eine zielgerichtete Steuerung der Polder 1 bis 3 wäre es möglich in den Poldern 1 und 2 gezielt Wasser zurück zu halten, um dieses in Trockenperioden dem Polder 3 zuzuführen.
- Die bei einem HQ₁₀ in den Poldern 1 bis 3 zusätzlich erschlossenen Retentionsvolumina belaufen sich in der Summe auf 148.525 m³. Damit könnte der Abfluss am Pegel „Peine“ in seiner Spitze von 22,30 m³/s auf 20,42 m³/s reduziert werden.

Bei einem HQ₁₀₀-Ereignis wird kein zusätzlicher Retentionsraum erschlossen, da die Verwaltung östlich der Fuhse in diesem Fall an mehreren Stellen auch natürlicherweise überströmt wird.

Um den Hochwasserschutz für die Unterlieger weiter zu verbessern, würden wir - unabhängig von den Ergebnissen dieser Untersuchung – empfehlen, die Möglichkeiten einer Überführung von Wasser in den MLK intensiv zu prüfen. Aus ähnlich gelagerten Untersuchungen wissen wir, dass für den Fall passierender Schubverbände bei entsprechender Gestaltung des Einlaufbauwerkes Einleitungsmengen von 6 m³/s möglich wären.

Damit wäre auch ein ausreichender Schutz beim HQ₁₀₀-Ereignis sicher gestellt.

Uns ist bekannt, dass Bestrebungen der Landwirtschaft bestehen, den MLK unter den sichtbaren Entwicklungen des Klimawandels zur Verteilung von Wasser in stark beanspruchte Einzugsgebiete zu nutzen. Beides würde sich hier in idealer Weise ergänzen.

Wettmar, 29. Juni 2010

(Dr.-Ing. Andreas Matheja)

(Dipl.-Ing. Benjamin Schmidt)

Verwendete Unterlagen

NLWKN, BETRIEBSSTELLE SÜD (2009): Überschwemmungsgebietsberechnung Fuhse. Erläuterungsbericht des Ingenieurbüros Papsch & Partner, Hildesheim vom 19.10.2009.

NLWKN (2010): Korrespondenz zu Wasserständen und Durchflüssen an den Pegeln „Peine“, Oelsburg“ und „Schmedenstedt“ mit Herrn Lüke, NLWKN Betriebsstelle Süd, vom 08.04.2010.

LGN (2009): Digitales Geländehöhenmodell der LGN (Rasterdaten und Bruchkanten) für den Bereich der Niederung „Klein Ilsede“.