

---

# Wirkungsabschätzung einer Sohlanhebung in der Wümme zwischen Rotenburg und Hellwege

- Erläuterungsbericht -



Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut  
Dipl.-Ing. André Schwark

HafenCity Universität Hamburg  
Department Bauingenieurwesen

**HCU** | HafenCity Universität  
Hamburg

Mai 2007

---

# Wirkungsabschätzung einer Sohlenerhebung in der Wümme zwischen Rotenburg und Hellwege

- Erläuterungsbericht -

**Auftraggeber:** Wasser- und Bodenverband Teufelsmoor  
Worpswede

**Auftragnehmer:** HafenCity Universität Hamburg  
Department Bauingenieurwesen  
Hebebrandstr. 1 22297 Hamburg

**HCU** | HafenCity Universität  
Hamburg

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut  
Tel. 040/ 42827 5515 Fax 040/ 42827 5599  
wolfgang.dickhaut@hcu-hamburg.de  
www.hcu-hamburg.de

**Projektleitung:** Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut

**Bearbeitung:** Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut  
Dipl.-Ing. André Schwark, HCU Hamburg  
cand.-Ing. Carsten Panick, HCU Hamburg

**in Kooperation mit:** BWS GmbH  
Gotenstr. 14  
20097 Hamburg

**BWS**GmbH  
BODEN ■ WASSER ■ WATER ■ SOIL

Hamburg, im Mai 2007

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Anlass und Ziel der Untersuchung .....	1
1.2	Untersuchungsinhalt und -methodik .....	2
1.3	Vorstellung des Projektgebietes .....	3
<b>2.</b>	<b>Zustandsanalyse.....</b>	<b>5</b>
2.1	Morphologischer Gewässerzustand .....	5
2.1.1	Ursachen und Entwicklung morphologischer Veränderungen .....	5
2.1.2	Feststofftransportverhältnisse .....	7
2.2	Wasserwirtschaftliche Verhältnisse .....	9
2.3	Leitbild.....	11
2.4	Entwicklungsziele .....	12
<b>3.</b>	<b>Abschätzung hydraulischer Veränderungen infolge einer Sohlanhebung 13</b>	
3.1	Herleitung und Charakterisierung eines naturnahen Referenzprofils.....	13
3.1.1	Grundlagen .....	13
3.1.2	Referenzprofil der Wümme auf Grundlage derzeitiger hydraulischer Kapazitäten .....	13
3.1.3	Historisches Gewässerprofil der Wümme .....	14
3.1.4	Gewässerprofil der Wümme gemäß Angaben aus Gewässertyp- und Leitbildbeschreibungen.....	15
3.1.5	Gewählte Parameter des Referenzprofils.....	19
3.2	Wasserspiegellagenberechnung .....	21
3.2.1	Beschreibung der gewählten Lastfälle und der Methode zur Ermittlung von Flächen gleicher Überflutungsdauer.....	21
3.2.2	Darstellung der Berechnungsergebnisse .....	23
3.2.2.1	Hinweis zu Fehlern in den Datengrundlagen.....	23
3.2.2.2	Veränderung der Intensität von Hochwasserereignissen.....	24
3.2.2.3	Veränderung der Überflutungshäufigkeit.....	25
3.2.3	Hinweise zu den Unschärfen einer 1D-WSP-Berechnung und Genauigkeitsgrad.....	25
<b>4.</b>	<b>Abschätzung der Auswirkungen einer Sohlanhebung .....</b>	<b>27</b>
4.1	Gewässer.....	28
4.2	Natur .....	34
4.3	Siedlungen .....	35
4.4	Technische Infrastruktur .....	39
4.5	Landwirtschaft.....	43
4.6	Freizeit und Erholung.....	46
<b>5.</b>	<b>Maßnahmen zur Sohlanhebung .....</b>	<b>48</b>
5.1	Mögliche Maßnahmen zur Sohlanhebung in Fließgewässern .....	48
5.2	Hinweise zur räumlichen Verortung ausgewählter Maßnahmen.....	55
<b>6.</b>	<b>Hinweise für weiteren Untersuchungs- bzw. Planungsbedarf .....</b>	<b>59</b>
<b>7.</b>	<b>Ausblick.....</b>	<b>63</b>
<b>8.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>65</b>

---

<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>68</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>71</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>73</b>
<b>Anlagenverzeichnis.....</b>	<b>74</b>

## **Anhang**

Anhang I - Fotodokumentation.....	75
Anhang II - Unterlagenverzeichnis.....	83
Anhang III - Grundlagen zur Wasserspiegellagenberechnung.....	85
Anhang IV - Sieblinien der Gewässersohlproben.....	93
Anhang V - Schlüsselkurve Hellwege.....	95
Anhang VI - Abflussdauerlinie Hellwege.....	96

---

## 1. Einleitung

### 1.1 Anlass und Ziel der Untersuchung

Die Nutzung der Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme durch den Menschen reicht weit zurück. Aufzeichnungen aus der Kurhannoverschen Landesaufnahme aus dem Jahr 1770 belegen die Nutzung des Gewässerumfeldes als Grünland. Ebenso geht bereits aus diesen Unterlagen eine Stauregelung hervor, die bis heute fortgeführt wird.

Der wesentliche Ausbau des Wümme-Abschnitts erfolgte in den Jahren 1927-1936, in denen das Gerinne mit einem Regelprofil versehen, Uferbefestigungen gebaut und Verwallungen angelegt wurden. Flussmäander wurden in diesem Zuge verfüllt und der Gewässerlauf begradigt. Gleichzeitig ergab sich in dieser Zeit in der damals bereits staugeregelten Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme die Notwendigkeit des Baus zusätzlicher sowie der Instandsetzung der bestehenden Stauanlagen. Die Stauregelung diente in erster Linie der Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen und war mit einem in der Niederung angelegten Grabensystem verbunden. Allmählich veränderte sich im Lauf des letzten Jahrhunderts die Flächenbewirtschaftung, die heutzutage keine weitere Bewässerung erfordert. Der Aufstau dient in der heutigen Zeit im Wesentlichen der Begrenzung der in der Wümme auftretenden Fließgeschwindigkeiten und der Regulierung von Grundwasserständen.

Die Wümme verfügt zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme infolge der Ausbaumaßnahmen mittlerweile über eine unnatürlich hohe Einschnitttiefe zwischen 2,3 und 3,0 m, die jeweils zwischen den Staubaauwerken am stärksten ausgeprägt ist. Die Sohlerosion setzte durch das eingeeengte, an den Ufern befestigte Gewässerprofil und ein überhöhtes Sohlgefälle ein, das den hydraulischen Druck auf die Gewässersohle erhöhte.

Die Aufgabe der Gewässerunterhaltung in den 80er Jahren führte darüber hinaus zu einer deutlichen Zunahme von Uferabbrüchen und Breitenerosion. Das erodierte Material kommt erst im Verlauf des Wümme-Südarms zur Ablagerung, wo jährlich mehrere tausend Tonnen Sediment dem Gewässer entnommen werden. Der Anteil der Gerinneerosion an der gesamten Feststofffracht in der Wümme wurde in jüngster Zeit dokumentiert und quantifiziert. Demnach stammen die überwiegenden Feststoffmengen aus dem vorbenannten Gewässerabschnitt der Wümme selbst.

Es wurden daher Überlegungen zur Anhebung der Gewässersohle in der Wümme auf ihr ursprüngliches Niveau und zur Wiederherstellung eines naturnahen Gewässerprofils angestellt. Diese Maßnahmen hätten eine Stabilisierung des Gerinnes und damit eine Reduzierung der Feststofffrachten zur Folge. Gleichzeitig leisten sie einen wesentlichen Beitrag zur Annäherung an einen naturgemäßen Wasserhaushalt in der Wümmeniederung, da eine Sohl- und damit auch eine Wasserstandsanhhebung Veränderungen in der Abfluss- und Überschwemmungscharakteristik nach sich ziehen. Von den zu erwartenden hydraulischen Veränderungen wären jedoch auch verschiedene Bereiche der Gewässernutzung, der Bebauung, der Infrastruktur und nicht zuletzt der Flächennutzung betroffen.

Die HafenCity Universität Hamburg ist daher vom Wasser- und Bodenverband Teufelsmoor beauftragt worden, im Rahmen der Umsetzung des „Modellprojekts Wümme“ die Auswirkungen einer potentiellen Sohlanhebung in der Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme auf das Gewässer und das unmittelbare Umfeld auf Grundlage der veränderten Abflussdynamik abzuschätzen.

---

## **1.2 Untersuchungsinhalt und -methodik**

Der Untersuchungsinhalt setzt sich im Kern aus der Berechnung hydraulischer Veränderungen infolge einer Sohlanhebung sowie der Abschätzung der sich daraus ergebenden Auswirkungen auf das Gewässer und sein Umfeld zusammen.

Die Vorgehensweise wird im Folgenden, getrennt nach den wesentlichen Schritten, beschrieben:

### **Zustandsaufnahme**

Die Zustandsaufnahme beinhaltet die Recherche und Aufbereitung des Datenmaterials, das für die Bearbeitung relevant ist, sowie die Sichtung und Dokumentation des Wümme-Abschnitts einschließlich Aufnahme zusätzlicher Daten vor Ort. Kartenwerke, Literatur, Bauentwürfe und hydraulische Parameter wurden im Wesentlichen beim NLWKN, Betriebsstelle Verden, abgefragt und zur Verfügung gestellt.

Nähere Angaben zu den verwendeten Daten sind in Anhang II enthalten.

### **Erarbeitung eines Planungszustands**

Die Erarbeitung eines Planungs- bzw. Zielzustands bildet die Grundlage für weitergehende hydraulische und gewässermorphologische Betrachtungen. Der Planungszustand beschreibt eine Gerinnegeometrie, die den natürlichen Verhältnissen möglichst nahe kommt. Dafür wurde Fachliteratur gesichtet, die sich mit den morphologischen Merkmalen von Fließgewässern in Abhängigkeit von ihrer Größe und ihrem naturräumlichen Umfeld auseinandersetzt (vgl. Anhang II). Die dort angegebenen Wertebereiche für naturnahe Gerinnegeometrien wurden für die Abschätzung der natürlichen morphologischen Ausprägung der Wümme herangezogen. Daneben gehen Hinweise aus historischen Bauentwürfen für die Wümme in die Beurteilung ein. Die Herleitung eines Referenzprofils auf Grundlage von Regime-Gleichungen ist ein weiterer Ansatz zur Ermittlung geometrischer Parameter, der hier berücksichtigt wurde (vgl. DITTRICH et al. 2005).

### **1D- Wasserspiegellagenberechnung**

Die Ermittlung und Gegenüberstellung von Wasserspiegellagen im Bestands- und Planungszustand ermöglicht Aussagen über hydraulische Veränderungen infolge einer Sohlanhebung. Gegenstand dieser Berechnung ist die Betrachtung von Überflutungsgrenzen bei unterschiedlichen Hochwasserereignissen. Ergänzend erfolgt die Ermittlung der hydraulischen Kapazität des Gerinnes. Der hierfür herangezogene bordvolle Abfluss lässt Rückschlüsse auf die jährliche Überflutungsdauer zu.

Die Wasserspiegellagen des Wümme-Abschnitts im Bearbeitungsgebiet werden mit Hilfe der Software WSPWin für verschiedene Lastfälle ermittelt. Bei dem Programm WSPWin handelt es sich um eine Software zur stationären Wasserspiegellagenberechnung auf Basis eines eindimensionalen Strömungsmodells. Es wurde mit der Version WSPWin Oberfläche 8.0.5 und dem Rechenkern Kalypso 1D, Version 1.0.18, gearbeitet.

Die mit dem Programm WSPWin ermittelten Wasserspiegellagen wurden mit dem Digitalen Höhenmodell geometrisch verschnitten und ergänzend die Fließtiefen ermittelt. In den Ergebniskarten werden Überflutungs- und Fließtiefenbereiche dargestellt (siehe hierzu Hinweis in Kapitel 3.2.2.1, Seite 23).

---

## **Identifikation betroffener Bereiche und Wirkungsabschätzung**

Die Auswirkungen einer Sohlanhebung werden nach Kategorien gegliedert, die inhaltlich voneinander abgegrenzt sind. Die Kategorien erstrecken sich von Naturschutzflächen über die Bebauung bis hin zur technischen Infrastruktur. Ausgehend von den topographischen Karten, den Luftbildaufnahmen, den Ausbau- und Bauentwürfen und schließlich den Ergebniskarten wurden zunächst Bereiche identifiziert, die möglicherweise von den hydraulischen Veränderungen betroffen sind. Die Identifikation erfolgt im ersten Schritt unabhängig von dem Grad der Betroffenheit, die Auswirkungen können grundsätzlich positiver oder negativer Art sein. Anschließend erfolgt bereichsbezogen die textliche Beschreibung möglicher Folgen und Konsequenzen einer Sohlanhebung, Risiken und kritische Bereiche werden herausgestellt und abgeschätzt. Für den weiteren Untersuchungsbedarf werden Hinweise gegeben, Empfehlungen ausgesprochen und offene Fragen thematisiert.

## **Maßnahmenvorschläge zur Sohlanhebung**

Der Beurteilung der Auswirkungen einer Sohlanhebung liegt die Annahme zugrunde, dass sich der Zielzustand bereits eingestellt hat. Einen weiteren Untersuchungsaspekt bildet daher die Frage, welche Maßnahmen in dem Bearbeitungsgebiet ergriffen werden können, um den zuvor definierten Zustand zu erreichen. Dafür erfolgt eine zunächst allgemeine Beschreibung praxiserprobter Maßnahmentypen, die grundsätzlich für die Anhebung von Fließgewässersohlen in Frage kommen. Die Auswahl konkreter Maßnahmen und ihre Verortung an der Wümme sollten nach verschiedenen Kriterien erfolgen, mit deren Hilfe eine Beurteilung von Maßnahmen- und Kosteneffizienz vorgenommen werden kann. Eine endgültige bzw. vollständige Bewertung von Maßnahmentypen und ihren Standorten kann nur in enger Abstimmung mit den betroffenen Akteuren an der Wümme, die über regionale Kenntnisse verfügen, vorgenommen werden. Lokale Besonderheiten, z.B. in der Geländetopographie, der Gewässermorphologie oder Nutzungszwänge, können auf diesem Wege identifiziert werden und verändern u.U das Bewertungsergebnis.

Im Rahmen dieser Untersuchung werden zunächst Hinweise für eine räumliche Verortung von Maßnahmen gegeben.

## **Hinweise für weiteren Untersuchungs- und Planungsbedarf**

Die abgeschätzten hydraulischen Auswirkungen einer Sohlanhebung lassen einen Bedarf an weitergehenden Untersuchungen und Planungsüberlegungen entstehen. Auf Grundlage der Ergebnisse aus der Wasserspiegellagenberechnung und der Wirkungsabschätzung werden in diesem Abschnitt Hinweise gegeben, in welchen Bereichen detailliertere Informationen und weitere Untersuchungen notwendig sind.

### **1.3 Vorstellung des Projektgebietes**

Der Untersuchungsabschnitt der Wümme befindet sich zwischen den Ortschaften Hellwege und Rotenburg/Wümme (Wümme km 55+300 bis 68+800 (km 23+500 bis 37+000)). Die „mittlere“ Wümme verläuft leicht mäandrierend in ihren Niederungsflächen, die heutzutage ausschließlich als Grünland bewirtschaftet werden. Im Verlauf der Wümme befinden sich linksseitig die Ortschaften Unterstedt und Ahausen mit Abständen von ca. 2 km bzw. ca. 2,5 km Entfernung zum Gewässer. Die Wümmeniederung verfügt über einer Breite von ca. 500-1000 m und erfährt ihre Grenzen durch z.T. deutlich ausgeprägte Talkanten. In Abbildung 1 ist das das Einzugsgebiet der Wümme (Bearbeitungsgebiet 24 im Rahmen der Umsetzung

der EU-WRRL) dargestellt und das Untersuchungsgebiet mit einem roten Rechteck gekennzeichnet.

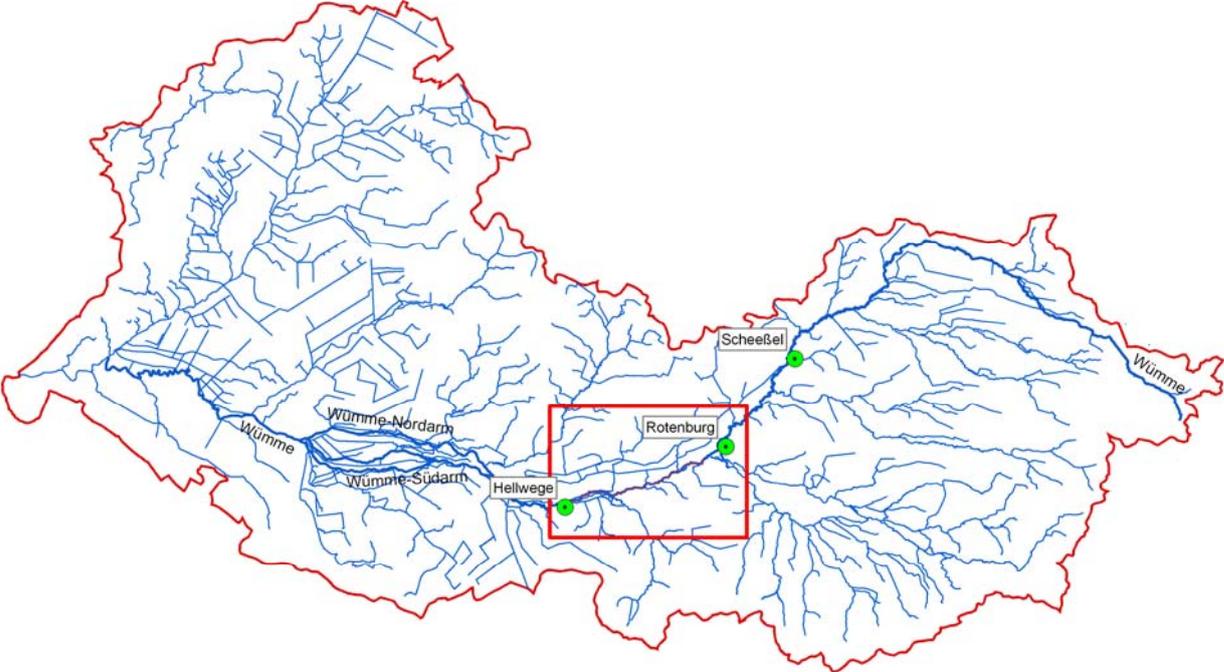


Abbildung 1: Darstellung des Projektgebiets (rotes Rechteck) im Bearbeitungsgebiet 24



Der Ausbautwurf zur Wümme von 1902 nennt eine damals vorhandene Gewässertiefe von ca. 1,0 m bei einer Breite von 12-14 m , während zahlreiche Kolke und Untiefen für eine hohe Tiefenvarianz zwischen 0,5-2,5 m sorgten (NLWK VERDEN & SCHNEIDER-HÖKE 2000).

Wesentliche Laufveränderungen gehen aus dem Entwurf zur Wümme-Regulierung von 1919 hervor, in dem zahlreiche Durchstiche hergestellt wurden und die Wümme begradigt wurde (vgl. Abbildung 3). Dem vorbenannten Entwurf ist der Ausbau des Gewässerprofils zu entnehmen, das mit einer Sohlenbreite von 6,5 m bei einer Wassertiefe von 1,95 m bzw. 11,5 m bei 1,70 m Wassertiefe am unteren Ende des Meliorationsgebiets (bei Everinghausen) dimensioniert wurde. Die Böschung wurde mit einer Neigung von 1:2 vorgesehen und der Böschungsfuß gesichert. Die Sohle wurde grundgeräumt und Verwallungen mit Kronenbreiten von ca. 1,0 m und Höhen zwischen 30-40 cm angelegt. Die Verwallungen wurden soweit vom Gewässer zurückversetzt, dass eine Berme von 1,0 m zwischen Ufer und Deichfuß verblieb, um eine eventuell erforderliche Verbreiterung des Gewässerprofils zu einem späteren Zeitpunkt zu erleichtern.

Neben den zur damaligen Zeit schon bestehenden Stauanlagen wurden die Schleuse II (heute Sohlgleite bei km 62+200/30+430), die Schleuse III (km 59+500/27+720) und die Schleuse V (Everinghauser Schleuse km 52+970/21+162) errichtet und in der Niederung niedrige Dämme zur verbesserten Verteilung des aufgestauten Wassers angelegt.



Abbildung 3: Projektierte Durchstiche an der Wümme bei km 59+300/27+500 (Ausschnitt aus: Entwurf zur Wümmeregulierung von 1919, Lageplan 1:5000)

Durch diese Ausbaumaßnahmen wurde eine Sohlenerosion in Gang gesetzt, die bereits in den 60er Jahren zu stark erhöhten Einschnitttiefen führte. Ein Vergleich der Längsprofile zu der Zeit der Ausbaus der Wümme in den 20er Jahren und den (nicht umgesetzten) Ausbautwürfen von 1966 zeigt eine Höhendifferenz in der Gewässersohle von ca. 70 cm bei der Schleuse II in Ahausen. Ursächlich für die Erosionsprozesse sind die infolge der Laufbegradigung erhöhten Fließgeschwindigkeiten und die Vergrößerung des Strömungsdrucks auf die Gewässersohle durch die Profilvergrößerung. Das eingetieftete Gerinne unterliegt einem

---

Selbstverstärkungseffekt (SCHERLE 1999), nach dem bei fortschreitender Tiefenerosion und damit stetig anwachsenden Durchflussmengen im Gewässerschlauch der Strömungsangriff auf die Sohle immer stärker wird. In den letzten vier Jahrzehnten schritt die Sohlenerosion weiter fort (DITTRICH et al. 2005), während die Einstellung der Uferunterhaltungsarbeiten im Jahr 1983 zu weiteren Veränderungen der Gerinnegeometrie führte. Ufersicherungen wurden abgängig und wurden hinterspült, was zu einer deutlichen Zunahme von Uferabbrüchen führte. Die Tendenz des Gewässerprofils in die Breite, die in den Untersuchungen von Ditt- rich et al. (2005) bestätigt wurde, setzt sich bis heute fort. Durch die Breitenerosion hat das Wümmeufer in vielen Abschnitten den Verwaltungsfuß erreicht. Steile Abbruchkanten und of- fenliegendes Erdreich bieten dem Wasser eine günstige Angriffsfläche für weitere Unterspü- lungen und Abbrüche (vgl. Abbildung 4). Eine natürliche Verklammerung und Sicherung des Bodenmaterials im Uferbereich durch standorttypische Gräser und Gehölze ist aufgrund des hohen Eintiefungsgrads häufig nicht gegeben.



Abbildung 4: Uferabbrüche am rechten Ufer (Wümme km 67+280/35+512) (Aufnahme von September 2006)

Die Wümme verfügt im Bearbeitungsgebiet zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme heutzutage über eine Einschnitttiefe zwischen 2,3 und 3,0 m (abschnittsweise bis 3,3 m) und Breiten zwischen 12 und 15 m.

### **2.1.2 Feststofftransportverhältnisse**

Die natürlichen Feststofftransportverhältnisse an der Wümme werden durch die vielfachen Gewässernutzungen in erheblichem Maße beeinträchtigt. Es ist davon auszugehen, dass die derzeitigen Sedimentvolumina die natürlichen Verhältnisse bei weitem übersteigen.

Aus der sedimentologischen Untersuchung von Ditt- rich et al. (2005) an der Wümme wird die Erkenntnis gezogen, dass der überwiegende Anteil der transportierten Feststoffmengen aus der Wümme selbst stammen und nur ein verhältnismäßig geringer Anteil aus angren- zenden landwirtschaftlichen Flächen. Demnach werden Feststoffe in einer Größenordnung

von ca. 1275 m<sup>3</sup>/a aus dem Fließgerinne der Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme durch Tiefen- und Breitenerosion bewegt. Weitere 340 m<sup>3</sup>/a aus Uferabbrüchen werden aus dem Gewässerabschnitt heraus transportiert und kommen im Bereich des Wümme-Südarms zur Ablagerung (vgl. Tabelle 1).

Sedimentquelle	Sedimenteintrag [m <sup>3</sup> /a]		Gesamt
	Oberstrom von ROW <sup>1</sup>	Unterstrom von ROW*	
<b>Oberflächenerosion</b>	164	329	493
<b>Uferabbrüche</b>	10	340	350
<b>Tiefen- und Breitenerosion</b>	Massenbilanz	1275	1849
	Geschiebemess.	2450	1626
<b>Summe</b>			2469 - 2692

Tabelle 1: Jährlich in der Wümme bis Wehr 5 (Wümme-km 16.232) transportierte Sedimentvolumen (DITTRICH et al. 2005)

Bei einer berechneten Gesamtsedimentmenge im Wümme-Südarms von jährlich 2469-2692 m<sup>3</sup> entspricht die im Bearbeitungsgebiet erodierte Feststoffmenge einem Anteil von 60-65% am Gesamtsedimentaustrag aus dem Teileinzugsgebiet der Wümme von Hellwege bis zur Wümme-Quelle (Laufänge l= ca. 75 km; Einzugsgebietsgröße A<sub>EO</sub>= 908 km<sup>2</sup>)

Der Anteil der Oberflächenerosion am Gesamtfeststofftransport nimmt flussaufwärts, insbesondere an den Nebengewässern, aufgrund dort vorhandener Ackerflächen im Verhältnis zu (vgl. Abbildung 5).

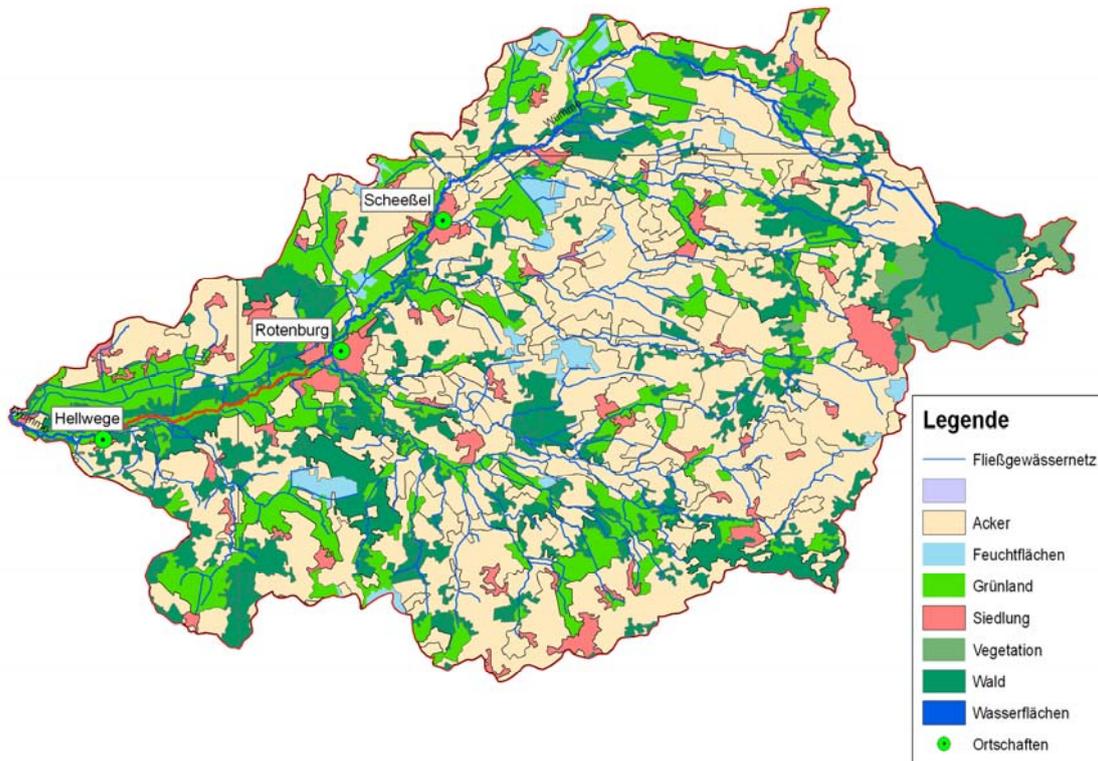


Abbildung 5: Flächennutzung im Einzugsgebiet der Wümme oberhalb Hellwege (CORINE Landcover, Umweltbundesamt 1998)

<sup>1</sup> Rotenburg/Wümme

---

Die Gerinneerosion ist damit das Ergebnis unterschiedlicher Einflüsse auf die Wümme. Der Gewässerausbau der 20er Jahre unterhalb von Rotenburg/Wümme ist an der Entwicklung dieser Erosionsprozesse maßgeblich beteiligt. Neben den Profilveränderungen und Gefälleerhöhungen ist die damals vorgenommene Nivellierung und Grundräumung der Sohle für die Herabsetzung der Sohlrauheit verantwortlich gewesen. Örtliche Energieverluste, die natürlicherweise in Flussschleifen auftreten (Mäandrierungsverluste), wurden mit der Herstellung von Durchstichen ausgeglichen.

Erwähnenswert ist weiterhin, dass im Bearbeitungsgebiet infolge der flussbaulichen Veränderungen nahezu ausschließlich Erosionszonen vorzufinden sind und Akkumulationszonen, wie z.B. Anlandungen im Bereich von Gleitufeln, nicht in Erscheinung treten. Dies wird durch die stetige Tiefenerosion bestätigt.

Problematisch zu erfassen und zu quantifizieren ist die Veränderung hydraulischer Größen durch den Zufluss aus landwirtschaftlichen Drainagen und der Siedlungsentwässerung. Die Ortschaften Scheeßel (ca. 13.000 Einwohner) und Rotenburg/Wümme (ca. 165.000 Einwohner) sind dem Bearbeitungsgebiet unmittelbar vorgeschaltet und tragen zur hydraulischen Belastung der Wümme durch den Abfluss von versiegelten Flächen bei.

## **2.2 Wasserwirtschaftliche Verhältnisse**

Hinweise aus der Kurhannoverschen Landesaufnahme von 1770 sowie Berichte von 1779 (in: NLWKN VERDEN & SCHNEIDER-HÖKE 2000) deuten auf ein bereits seit dem 18. Jahrhundert bestehendes Bewässerungssystem hin. Die Gewässerausbaumaßnahmen des vergangenen Jahrhunderts dienten in erster Linie einer verbesserten Bewässerung der landwirtschaftlichen Flächen. Die Hauptschleusen wurden zur Bewässerung geschlossen und die Wümme aufgestaut, bis das Wasser die angrenzenden Flächen überflutete. Das Grabensystem und weitere in der Gewässeraue hergestellte Rieseldämme sorgten für die erforderliche Verteilung des Wassers. Die Verwallungen an der Wümme hinderten das Wasser am Zurückfließen in das Gewässer und sorgten für einen längeren Aufenthalt auf den Flächen.

Im Bearbeitungsgebiet sind heutzutage noch folgende Stauanlagen vorhanden:

Bezeichnung	Typ	Station	Foto
Schleuse I	Klappenwehr	km 65+480/ 33+680	
(Schleuse II)	Sohlgleite (erstellt im Jahr 2000)	km 62+465/ 30+465	
Schleuse III	Stauschütz	km 59+520/ 27+720	
Schleuse IV	Klappenwehr	km 56+770/ 24+970	
Schleuse V	Stauschütz	km 52+970/ 21+162	

Tabelle 2: Stauanlagen im Bearbeitungsgebiet

---

Die Stauanlagen dienen heutzutage nicht mehr der gezielten Bewässerung der angrenzenden Flächen. In der Regel erfolgt, insbesondere in den Sommermonaten, ein Aufstau zum Beibehalt eines Wasserstandes bei Mittelwasserabfluss und damit der Regulierung der Grundwasserstände. Im Falle größerer Abflussereignisse werden die Stauanlagen nach Ermessen eingestellt. Beizeiten wird die vollständige Öffnung der Querschnitte erforderlich.

### 2.3 Leitbild

Die Wiederherstellung natürlicher Verhältnisse an einem Fließgewässer und seinem Umfeld, wie sie sich vor jeglicher menschlicher Beeinflussung darstellten, ist ein Ziel, dem in den mitteleuropäischen Breitengraden aufgrund der vielfältigen Gewässernutzungen und –veränderungen möglicherweise an keinem Ort nachgekommen werden kann. Bewertungsgrundlage von Gewässerleitbildern ist deshalb auch häufig der sog. „heutige potentiell natürliche Gewässerzustand“ (hpnG) (vgl. LANU 2001; LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN 2001). Dieser beschreibt die naturraumtypischen Ausprägungen und Strukturen am Fließgewässer, die sich unter Aufgabe aller menschlichen Nutzungen und Entnahme aller Bauwerke im und am Gewässer einstellen würden. Im Unterschied zum natürlichen Zustand schließt der „hpnG“ irreversible, anthropogen verursachte Veränderungen ein.

Eine ausführliche Leitbildbeschreibung für das Bearbeitungsgebiet erfolgt im Gewässerentwicklungsplan Wümme zwischen BAB A1 und Rotenburg/W (NLWKN VERDEN & SCHNEIDER-HÖKE 2000). Hieraus sollen zusammengefasst charakteristische Eigenschaften der Wümme und ihrer Talauie wiedergegeben werden:

#### Gewässer:

- Mäandrierung durch geringes Gefälle und Aufspaltung in mehrere Arme
- starke Neigung zur Bildung neuer Mäander und Altgewässerentwicklung
- flaches, wenig eingetieftes, abwechslungsreich strukturiertes Bett
- Stamm- und Astmaterial im gesamten Flussbett
- Muster aus feinen und grobkörnigen Sedimenten auf der Gewässersohle
- Gesamtes System aus Flussarmen und Nebengewässern durchgängig
- Mittelwasserstand bei ca. 1 m
- Beschattung durch Gehölze über weiteste Strecken (Schwarzerlen und Weiden)

#### Aue:

- Prägende Waldgesellschaften sind Erlenbruch und Erlen-Eichen-Birkenwald
- Über mehrere Monate des Jahres ist steigt das Grundwasser bis 20 cm über Bodenoberfläche
- Wälder von Rinnsalen oder schmalen Nebenarmen durchzogen
- Wald ist nicht flächendeckend vorhanden
- z.T. verzweigtes Netz an Flussarmen

---

## 2.4 Entwicklungsziele

Die Wümme ist ein Fließgewässer des niedersächsischen Fließgewässerschutzsystems (vgl. RASPER et al. 1991). Sie stellt damit ein Vorranggebiet für den Naturschutz in Niedersachsen dar. Im Rahmen dieses Konzeptes sind Störeinflüsse an der Wümme identifiziert und bewertet worden. Bei den kartierten Beeinträchtigungen handelt es sich um Sohlenbauwerke, Durchlassbauwerke, Ufer- und Sohlenbefestigung und (offensichtliche) Einleitungen. Diese Kartierung aus den Jahren 1989-1990 bildet eine Grundlage für weitere Untersuchungen und Maßnahmenentwicklung. Der Gewässerentwicklungsplan Wümme zwischen BAB A1 und Rotenburg/W (NLWKN VERDEN & SCHNEIDER-HÖKE 2000) baut hinsichtlich der Identifikation von Störeinflüssen auf diesen Ergebnissen auf und aktualisiert bzw. erweitert den Datenbestand. Der GEPL benennt auf Grundlage der dort vorgenommenen Bestandserfassung Entwicklungsziele für den Mittellauf der Wümme. Die mit der hier untersuchten Sohlenerhebung inhaltlich in Zusammenhang stehenden Aspekte werden nachfolgend wiedergegeben. Es handelt sich dabei um nahezu alle im GEPL formulierten Entwicklungsziele:

### Fließgewässer

Förderung und/oder Wiederherstellung naturnaher Abflussverhältnisse durch:

- Verlängerung der Laufstrecke
- Erhöhung der Sohlage
- Öffnung, Rückverlegung der Verwallungen

Verbesserung der Gewässerstrukturen durch:

- Stabilisierung der Gewässersohle bzw. Abstellen der unnatürlichen Substratverlagerungen
- Herstellung der Durchgängigkeit
- Rücknahme von Uferbefestigungen

Vermeidung von Stoffeinträge/ Verbesserung der Gewässergüte durch:

- Anhebung des Grundwasserstandes auf den Niedermoorstandorten

### Talraum

Entwicklung primärer Lebensräume der Flussauen, Erhalt und Entwicklung von artenreichen Feucht- und Nasswiesen, Magerrasen und der Binnensalzstelle aus Artenschutzgründen und zum Schutz des Landschaftsbildes sowie Schutz und Regeneration von Niedermoor durch:

- Erhöhung der Überflutungshäufigkeit und –dauer
- (partielle) Anhebung des Grundwasserstandes

Erhalt und Entwicklung von Stillgewässern

Aus der Zusammenstellung der Entwicklungsziele wird deutlich, dass die Anhebung der Gewässersohle einen maßgeblichen Beitrag leistet, sich den Entwicklungszielen anzunähern bzw. sie zu erreichen. Sie ist damit an eine Vielzahl begleitender Maßnahmen geknüpft.

---

### **3. Abschätzung hydraulischer Veränderungen infolge einer Sohlanhebung**

#### **3.1 Herleitung und Charakterisierung eines naturnahen Referenzprofils**

##### **3.1.1 Grundlagen**

Einem Planungsentwurf zur Sohlanhebung sind grundlegende Überlegungen zur morphologischen Gestalt des Gewässers voranzustellen. Die Charakterisierung des Wümme-Abschnitts, wie er sich unter weitgehend natürlichen Bedingungen darstellen würde, beinhaltet die Zuordnung zu form- und dimensionsbeschreibenden Größen. Zu den wasserbaulich beeinflussbaren Größen gehören im Wesentlichen das Sohlgefälle, die Gerinnebreite, die Gerinnetiefe und infolgedessen das Breiten-/ Tiefenverhältnis (vgl. DITTRICH et al. 2005). In ihm kommt zum Ausdruck, ob es sich im Falle großer Werte um ein meist flaches und breites, im Fall kleiner Werte um ein schmales, tief eingeschnittenes Profil handelt.

Diese Parameter stehen zusammen mit dem Abfluss und dem anstehenden Substrat in einem engen Wirkgefüge (vgl. KERN 1995). Bei Störung eines Parameters, in diesem Fall hervorgerufen durch Laufverkürzung und Regelprofilierung, reagiert das Gewässer mit der Anpassung weiterer Parameter an die veränderten morphologischen Verhältnisse, bis es sich wieder einem Gleichgewichtszustand annähert. Der (dynamische) Gleichgewichtszustand ist wiederum erreicht, wenn die zuvor beschriebenen Parameter in einem Verhältnis zueinander stehen, in dem das Gewässer als stabil bezeichnet werden kann und keinen kurzfristigen morphologischen Veränderungen unterworfen ist.

Vor diesem Hintergrund erfordert der Entwurf einer Sohlanhebungsmaßnahme die Berücksichtigung möglichst aller relevanten abiotischen Parameter und kann nicht allein auf das Anheben der Sohle beschränkt werden. Das Einsetzen unerwünschter morphologischer Prozesse, wie z.B. eine im Anschluss an die Sohlanhebung einsetzende, unnatürlich hohe Sohl-erosion oder massive Uferabbrüche sollten im Rahmen der Vorplanung vermieden werden.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Herleitung eines naturgemäßen Referenzprofils in den folgenden Abschnitten einen Zielzustand darstellt, der in dieser Studie lediglich für die Beurteilung der damit einhergehenden hydraulischen Veränderungen im Gewässerumfeld relevant ist. Eine vollständige wasserbauliche Modellierung der beschriebenen Verhältnisse am Gewässer kann und soll nicht Ziel sein. Hinweise zu der Frage, auf welche Weise dieser Zielzustand erreicht werden kann, erfolgt in Kapitel 5 (Seite 48).

Bei den Profilangaben handelt es sich um Regeldimensionen, von denen hinsichtlich einer naturnahen Variabilität lokal deutlich abgewichen werden kann.

Die mittleren Profilgrößen eines Fließgewässers verändern sich mit zunehmender Einzugsgebietsgröße. Dieser Aspekt wird an dieser Stelle vernachlässigt und angenommen, dass die im Folgenden für das Untersuchungsgebiet angegebenen Wertebereiche Größenveränderungen ausreichend genau abdecken.

##### **3.1.2 Referenzprofil der Wümme auf Grundlage derzeitiger hydraulischer Kapazitäten**

In einer sedimentologischen Untersuchung an der Wümme beschäftigen sich Dittrich et al. (2005) mit der Frage nach einem Referenzprofil für den Gewässerabschnitt zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme und gehen dabei zwei Methoden nach. In der ersten Methode erfolgt die Ableitung eines Referenzprofils, indem die Gerinnegeometrie eines naturnahen Vergleichsprofils mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren in Relation zu dem gesuchten Profil gesetzt wird. Diese Umrechnung liefert jedoch keine plausiblen Ergebnisse, weil das Breiten-

---

/Tiefenverhältnis des naturnahen Vergleichsprofils mit 4:1 bis 6:1 deutlich unter den Vorgaben für einen natürlichen Gewässertyp bleibt (vgl. DITTRICH et al. 2005). In einem weiteren Schritt wurden sog. Regime-Berechnungen durchgeführt. Auf Grundlage empirischer Untersuchungen zu den geometrischen Gesetzmäßigkeiten eines Gewässerprofils unter Berücksichtigung des bordvollen Abflusses sind von verschiedenen Autoren Regime-Ansätze entwickelt worden (z.B. LACEY 1930, BLENCH 1969), von denen hier einige zur Anwendung kamen. Im Ergebnis weist das so ermittelte Referenzprofil ein Breiten-/Tiefenverhältnis von 9:1 bis 13:1 auf und verfügt über eine mittlere Wassertiefe von ca. 2,70 m bei Betrachtung des regulierten Gewässerabschnitts zwischen km 52+677 und km 60+042 (km 20+877 und km 18+242). Mit einem vorhandenen Breiten-/Tiefenverhältnis von 3:1 bis 6:1 und einer Wassertiefe von 2,40-2,80 m wird die Annahme gestützt, dass die Wümme zu einer geometrischen Anpassung in die Breite tendiert.

### **3.1.3 Historisches Gewässerprofil der Wümme**

Die Frage nach der ursprünglichen Ausstattung von Fließgewässern wird in der Fachöffentlichkeit häufig in Bezug auf die biologische Qualitätskomponente „Fische“ gestellt. Die ältesten Aufzeichnungen zu Fischbeständen stammen meist aus dem Zeitraum 1850-1900 und die dort aufgenommene Artenausstattung stellt, streng genommen, nur eine Momentaufnahme nach bereits erfolgter menschlicher Beeinflussung dar. Zur Erarbeitung von Referenzzönosen haben historische Angaben daher auch lediglich unterstützenden Charakter (vgl. SCHAARSCHMIDT et al. 2005). Es lässt sich jedoch beobachten, dass der Umfang des Gewässerausbaus und der Nutzungsdruck an Fließgewässern erst im 20. Jahrhundert ihren Höhepunkt erreichten und somit das damals vorgefundene Arteninventar, ungeachtet eventueller Mängel in der damaligen Untersuchungsmethodik, viel eher dem natürlichen entsprach.

Ähnlich verhält es sich mit Beschaffenheit der Wümme in gewässermorphologischer Hinsicht. Die wesentlichen Ausbaumaßnahmen mitsamt Profilierung, Verwallung, Begradigung und der Errichtung von Staubauwerken fanden zum größten Teil im 20. Jahrhundert statt, so dass von einer wesentlich naturnäheren Profilgeometrie, die auch aus historischen Aufzeichnungen hervorgeht, am Ende des 19. Jahrhunderts ausgegangen werden kann.

Im Folgenden werden im Wesentlichen die Recherche-Ergebnisse aus dem Erläuterungsbericht des Gewässerentwicklungsplans Wümme (NLWK VERDEN & SCHNEIDER-HÖKE 2000) wiedergegeben. Eine eigene Recherche in den Archivunterlagen des NLWKN in Verden nach vermessenen Gewässerprofilen bzw. Durchflussmengen vor dem Ausbau des Wümme-Abschnitts verlief ohne Ergebnis:

- Laufverkürzung der Wümme geschah auch in Form von einer Reduzierung auf einen Hauptstrom und nicht nur in Form von Durchstichen zwischen Flussbögen
- für den betrachteten Gewässerabschnitt wird bis zur Jahrhundertwende die Aufspaltung in mehrere Arme angegeben
- drei große Meliorationsmaßnahmen im Landkreis Rotenburg mit Ausbau der Vorflut mit der Wümme als Hauptvorfluter
- Breite von 12 bis 14 m bei einer Regeltiefe von 1 m vor dem Ausbau
- Wasserstand schwankte durch die Vielzahl an Kolken und Untiefen zwischen 0,5 und 2,5 m

- 
- Böschungsneigungen waren nicht bekannt
  - Laut Schauordnung von 1859 mussten die Ufer „gehörig“ abgschrägt und zur Befestigung mit Weiden und Erlen bepflanzt werden
  - Den (nicht umgesetzten) Ausbautwürfen von 1966 ist zu entnehmen, dass sich die Gewässersohle nach den Ausbaumaßnahmen in den Zwanziger Jahren des 20. Jahrhunderts eingetieft hat
  - bei Schleuse II in Ahausen beträgt nach einem Vergleich der Längsschnitte z.B. die Differenz des Sohl-niveaus ca. 70 cm

Die historischen Angaben zur morphologischen Beschaffenheit der Wümme im Untersuchungsgebiet bzw. die Ergebnisse aus Profilvermessungen geben einen überschlägigen Aufschluss über die Veränderungen, die im Laufe der letzten ca. 100 Jahre in der Wümme stattgefunden haben. Ohne weiteren Nachweis werden diese Angaben als in groben Zügen zutreffend hingenommen und für die Erarbeitung eines Referenzprofils in den folgenden Abschnitten berücksichtigt.

### **3.1.4 Gewässerprofil der Wümme gemäß Angaben aus Gewässertyp- und Leitbildbeschreibungen**

Nachfolgend sind die Ergebnisse einer Literaturrecherche nach Angaben zu naturgemäßen Gewässergeometrien zusammengestellt. Als Grundlage dient hierbei die im Rahmen der Bestandsaufnahme der EU-WRRRL vorgenommene Zuordnung des Wümme-Mittellaufs zu dem Gewässertyp 15 „Sand- und lehmgeprägter Tieflandfluss“. Analog zu den dort beschriebenen morphologischen Ausprägungen wurde für weitere regionale Leitbildbeschreibungen (z.B. RASPER 2001, LANU 2001) eine diesem Gewässertyp entsprechende Zuordnung vorgenommen.

#### **DITTRICH et al. 2005: Sedimentologische Untersuchungen an der Wümme; Leichtweiss-Institut für Wasserbau – Universität Braunschweig; Braunschweig**

Leitbildbezug: LAWA-Gewässertypologie (Typ 15 - Sand- und lehmgeprägter Tieflandfluss)

- Ermittlung eines Referenzprofils auf der Basis der Anpassung eines Profils aus einem naturnahen Gewässerabschnitt im Oberlauf der Wümme  
Ergebnis: natürliches Profil hat bereits zu geringes Breiten-Tiefen-Verhältnis, somit liegt das Breiten-Tiefen-Verhältnis des errechneten Referenzprofils mit 4:1-6:1 deutlich unter den Vorgaben des natürlichen Gewässertyps
- Ermittlung eines Referenzprofils auf der Basis von Regime-Gleichungen  
Ergebnis: Wassertiefen des Regime-Profils und der Wümme bei Hellwege befinden sich in gleicher Größenordnung. Bettbreite ist zu schmal. Den Berechnungen zufolge befindet sich die Wümme in einem instabilen Zustand, den sie über eine Vergrößerung der Bettbreite zu kompensieren versucht
- Breiten-Tiefen-Verhältnis eines sand- und lehmgeprägten Tieflandflusses beträgt 8:1 bis 10:1 (Planungsgruppe für Landschaftspflege und Wasserwirtschaft 1994, in DITTRICH et al. 2005)

---

**POTTGIESSER, T.; SOMMERHÄUSER, M. 2004: Fließgewässertypen Deutschlands; Steckbriefe der Bach-, Fluss- und Stromtypen und Begleittext**

Leitbildbezug: LAWA-Gewässertypologie (Typ 15 - Sand- und lehmgeprägter Tieflandfluss)

- „Das Profil der sandgeprägten Flüsse ist flach, Prall- und Gleithänge sind deutlich ausgebildet. In der Aue finden sich eine Vielzahl von Rinnensystemen und Altgewässern unterschiedlicher Altersstadien, ebenso wie Niedermoore.“

**LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) 2001: Leitbilder für die mittelgroßen bis großen Fließgewässer; LUA Merkblätter Nr. 34; Essen**

Leitbildbezug: „Sandgeprägter Fluss des Tieflandes“

- „flaches bis deutlich eingeschnittenes, häufig kastenförmiges Profil, mit zunehmender Gewässergröße“
- „verstärkte Dammuferbildung und deutliche Tendenz zur Ausbildung sehr flacher Querprofile“
- „Einschnitttiefe 50 – 250 cm“
- Breitenvarianz: groß (1:2 - 1:5)
- Profiltiefe: durch ausgeprägtes Auenrelief sehr variabel, vorherrschend flach
- steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Mäanderaußenbögen (Prallhänge), Innenufer mit deutlich geneigten Gleitufeln, ausgeprägte Rehnen- bis Dammuferbildung, bei Erosion von Terrassenkanten bis zu 20 m hohe Steilwände

**RASPER, M. 2001: Morphologische Fließgewässertypen in Niedersachsen; herausgegeben vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ); Hildesheim**

Leitbildbezug: „Sandgeprägte Fließgewässer des Tieflandes (mit Börden)“

- Profiltyp: Naturprofil, Kastenform unregelmäßige Uferlinie, Prall- und Gleitufer ausgeprägt
- Profiltiefe: mäßig tief (1:4 bis 1:6), teilweise flacher
- Breitenerosion: keine bis schwach
- Breitenvarianz:  
kleine Gewässer: mäßig bis groß  
mittelgroße Gewässer: groß
- Tiefenvarianz: groß bis sehr groß

**KERN, K. 1994: Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung, Karlsruhe**

Leitbildbezug: ohne

- „Je höher der Feinanteil im Boden, desto mehr überwiegen die molekularen Bindungskräfte über die Schwerkraft und die Strömungskräfte. Kohäsive Sedimente bieten deshalb eine erheblich höhere Erosionsresistenz als kohäsionslose Sand und Kiese. Sand- und

---

kiesführende Flüsse, die in ihren eigenen Aufschüttungen verlaufen, sind deshalb breit und flach, wie die kaltzeitlichen verzweigten Wildflüsse der Periglazialgebiete.“

**LANU - LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2001: Leitbilder für die Fließgewässer in Schleswig-Holstein (Gewässerlandschaften und Bachtypen); Flintbek**

Leitbildbezug: „Sandgeprägte Fließgewässer der Sandergebiete“

- Gewässergröße (=Sohlbreite): 1,0 ->10m
- Einschnittstiefe (MW): 0,3 - 0,5 m (kleine FG)
- Einschnittstiefe (MW): 0,7 - 2,0 m (große FG)
- Bachbettform: in Tiefe und Breite unregelmäßige Kastenform, hervorgerufen durch Verlauf in organischem Material des Auekörpers
- Breiten- (a) und Tiefenvarianz (b):
  - (a) groß
  - (b) groß (tiefe Kolke, flach überströmte Abschnitte)



Abbildung 6: Charakteristisches Bachbettprofil eines sandgeprägten Fließgewässers der Sandergebiete (LANU 2001)

**BUND DER INGENIEURE FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABFALLWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (BWK) e.V. 2000: Hydraulische Berechnung von naturnahen Fließgewässern – Grundlagen für stationäre, eindimensionale Wasserspiegellagenberechnungen, BWK-Berichte; Pfullingen**

Leitbildbezug: ohne

- Querschnitte b/h Mittelwasser > 10 bei Gewässertypen des Flachlands und der Küste

BRIEM, E. 2002: Formen und Strukturen der Fließgewässer (ATV-DVWK Arbeitsbericht); Hennef

Leitbildbezug: ohne

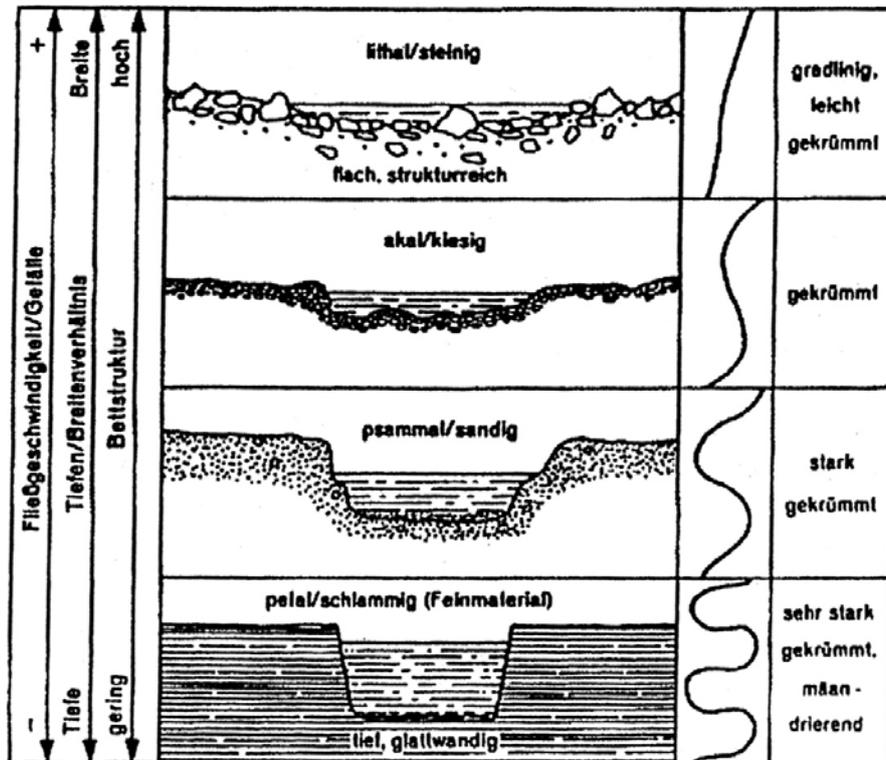


Abbildung 7: Typische Querprofile der Gewässerbetten in Abhängigkeit vom Material

SCHUHMACHER H.; SOMMERHÄUSER, M. 2003: Handbuch der Fließgewässer Norddeutschlands; Landsberg; Ecomed Verlag

Leitbildbezug: „FG-Typ 6: Sandgeprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen“

- Gewässergröße (=Sohlbreite): 1,0-15,0 m
- Einschnitttiefe: 0,3-1,5 m
- Breiten- und Tiefenvarianz: groß

---

### 3.1.5 Gewählte Parameter des Referenzprofils

#### a. Breiten-/Tiefenverhältnis

Die in den vorangegangenen Abschnitten zusammengetragenen Angaben zu naturnahen Breiten-/Tiefenverhältnissen in sandgeprägten Gewässern geben eine mittlere Spannbreite von

**b/h: 8:1 bis 13:1**

wieder. Dieser Wertebereich ist das Ergebnis vielfältiger Beobachtungen an naturnahen Gewässerabschnitten sowie empirischen Untersuchungen zur morphologischen Entwicklung von Fließgewässern. Ausgehend von dem nachfolgend beschriebenen Maß der Breiten- bzw. Tiefenvarianz kann dieser Wertebereich als ausreichend genau angenommen werden.

#### b. Breiten- und Tiefenvarianz

Die Ausbildung von Kolken, Untiefen sowie lokalen Uferabbrüchen ist abhängig vom anstehenden Bodenmaterial und seiner Zusammensetzung. Das Ufer- und Sohlmaterial im Untersuchungsraum besteht überwiegend aus fein- bis mittelsandigem Boden und ist damit meist kohäsionslos (vgl. DIERSCHKE 1965). Dennoch können die Bodenverhältnisse und die Kohäsivität im Gewässerverlauf infolge unterschiedlich hoher Lehm-, Grobkorn- und organischer Anteile naturgemäß variieren und damit auch der Grad der Erosionsresistenz. Zudem übt die Ufervegetation eine stabilisierende Wirkung auf die Uferbereiche aus.

Den weitgehend einheitlichen Formulierungen der zitierten Leitbildbeschreibungen folgend, kann von folgender Einordnung ausgegangen werden:

**Breitenvarianz: groß**

**Tiefenvarianz: groß**

#### c. Gewässerbreite/ Gewässertiefe

Die Regime-Gleichung nutzt den bordvollen Abfluss  $Q_{\text{bordvoll}}$  als Eingangsgröße, über den auf eine Gerinnegeometrie in einem dynamischen Gleichgewichtszustand geschlossen werden kann. Dieser Zusammenhang lässt sich darstellen als:

$$Y = a \cdot Q_{\text{bordvoll}}^c$$

mit:

- Y= mittl. Breite/ mittl. Höhe/ bordv. Breite/ bordv. Breite
- a= Faktor nach entsprechendem Regime-Ansatz
- c= Exponent nach entsprechendem Regime-Ansatz
- $Q_{\text{bordvoll}}$ = bordvoller Abfluss

Der bordvolle Abfluss ist eine von der vorhandenen durchflossenen Querschnittsfläche abhängige Größe. Die durchflossene Querschnittsfläche ist in der Wümme seit langer Zeit anthropogenen Einflüssen unterworfen und damit überdurchschnittlich groß. Ergebnisse aus der Regime-Gleichung geben somit in diesem Zusammenhang keinen Aufschluss über die Dimensionen eines naturnahen Referenzprofils. Dem Ansatz folgend, müsste der bordvolle

Abfluss  $Q_b$  um ein Maß herabgesetzt werden, welches einem naturnahen Zustand möglichst nahe kommt. Im Hinblick auf die insbesondere in Niederungsgebieten komplexen Strömungs- und Feststofftransportvorgänge, die zu der Ausbildung eines naturnahen Gerinnes führen, scheint diese Vorgehensweise jedoch mit großen Unsicherheiten behaftet.

Eine in der Tendenz verlässlichere Aussage zu einer naturnahen Profildimension ergibt sich aus Profilvermessungen und Angaben aus Entwürfen zu Meliorationsmaßnahmen an der Wümme zu Beginn des 20. Jahrhunderts (vgl. NLWK VERDEN & SCHNEIDER-HÖKE 2000). Auf Grundlage dessen wird folgender Wertebereich gewählt:

**Gewässerbreite: 10-14 m**

**Regeltiefe: 1 m**

**Tiefenvarianz: 0,5-2,5 m**

#### d. Sohlgefälle

Die Wümme verfügt im Untersuchungsabschnitt zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme über ein mittleres Sohlgefälle von 0,47 ‰ (vgl. Abbildung 8). Dabei war der Gewässerabschnitt im Zuge der Melioration im 20. Jahrhundert Laufverkürzungen unterworfen, durch die das Sohlgefälle erhöht wurde.

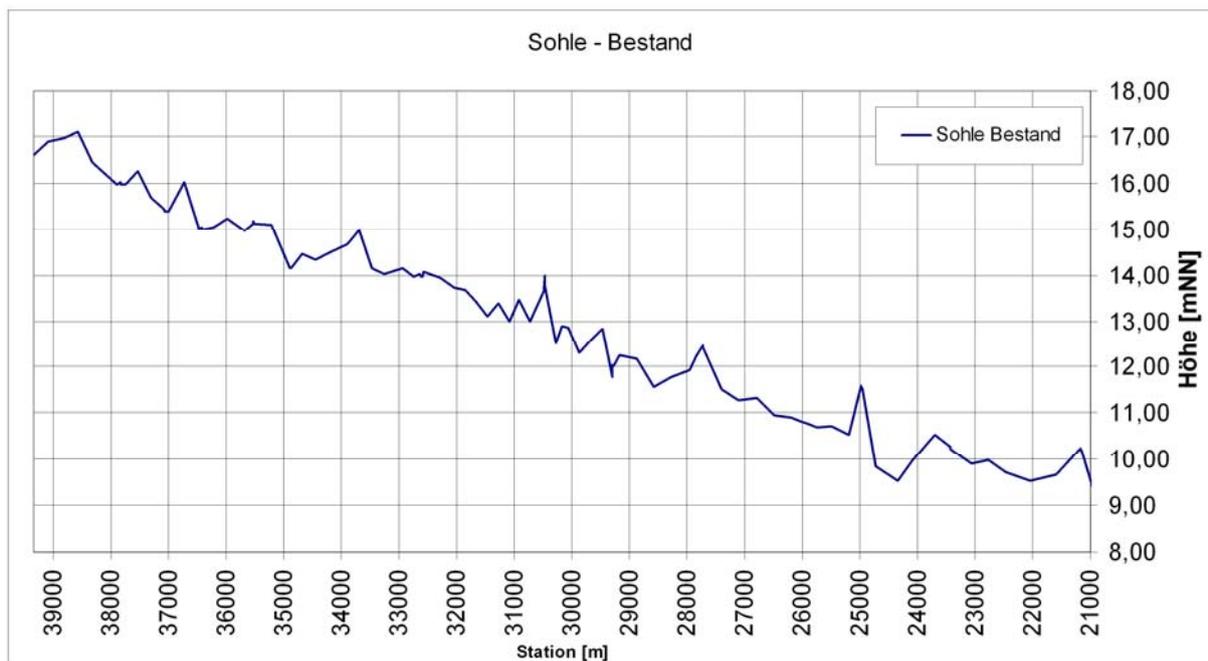


Abbildung 8: Längsprofil des Wümme-Abschnitts km 70+800 bis 52+800 (km 39+000 bis 21+000)

Im Rahmen dieser Untersuchung wird eine mögliche Veränderung des Sohlgefälles nicht über eine entsprechende Gestaltung des Referenzprofils herbeigeführt. Ebenso bleibt eine Laufveränderung an dieser Stelle unberücksichtigt.

**Sohlgefälle: unverändert**

## 3.2 Wasserspiegellagenberechnung

### 3.2.1 Beschreibung der gewählten Lastfälle und der Methode zur Ermittlung von Flächen gleicher Überflutungsdauer

Die sich mit einer Sohlenerhebung in der Wümme ergebenden hydraulischen Veränderungen äußern sich zum einen in einer Verschiebung von Überflutungsgrenzen und den daraus resultierenden Überflutungstiefen. Die Gegenüberstellung der Überflutungsflächen eines  $HQ_{100}$  in Bestand und Planung ist insbesondere vor dem Hintergrund wasser- und baurechtlicher Vorgaben (vgl. BUNDESGESETZBLATT JAHRGANG 2005, TEIL I NR. 26, AUSGEGEBEN AM 9. MAI 2005: Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes) von besonderer Bedeutung und wird hier als Lastfall herangezogen. Die Darstellung der Überflutungsgrenzen häufiger auftretender Abflussereignisse verschafft einen Eindruck darüber, wie sich das Überflutungsverhalten bei zunehmender Jährlichkeit verändert. Die untersuchten Lastfälle sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Während die Abflussspenden für den Pegel Hellwege direkt zur Verfügung standen, ergaben sich die Werte für den Pegel Rotenburg/Wümme teilweise aus der Betrachtung konkreter Abflussereignisse aus den Gewässerkundlichen Jahrbüchern. Der Wert für das mittlere Hochwasser MHQ wurde vom NLWKN, Betriebsstelle Verden, übermittelt.  $HQ_5$ - und  $HQ_{10}$ -Werte wurden der Tabelle der Tageswerte des Pegels Rotenburg/Wümme für diejenigen Abflusstage entnommen, an denen am Pegel Hellwege das maßgebliche Abflussereignis auftrat. Die Werte für das  $HQ_{20}$ ,  $HQ_{50}$  und  $HQ_{100}$  wurden auf der Basis des  $HQ_{10}$  extrapoliert.

Ereignis	Abflussspende am Pegel Hellwege [l/(s*km <sup>2</sup> )]	Abflussspende am Pegel Rotenburg [l/(s*km <sup>2</sup> )]
MHQ <sup>2</sup>	56,6	41,9
Hq <sub>5</sub>	72,0	40,0
Hq <sub>10</sub>	84,0	43,0
Hq <sub>20</sub>	95,0	49,0
Hq <sub>50</sub>	106,0	54,0
Hq <sub>100</sub>	116,0	59,0

Tabelle 3: Gewählte Lastfälle und zugehörige Abflussspenden an den Pegeln Hellwege und Rotenburg/Wümme

Neben einer möglicherweise mit Schadenspotentialen behafteten Veränderung der Überflutungsgrenzen im Planungszustand ist die Kenntnis über die Veränderung der jährlichen Überflutungsdauer von großem Interesse. Diese ist für Aussagen zur weiteren, noch mögli-

<sup>2</sup> Gemäß den Gewässerkundlichen Jahrbüchern des Weser-Ems-Gebiets (NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (NLWKN) 1998-2003 sowie Abflusswerte Hellwege von 2005, übermittelt vom NLWKN, Betriebsstelle Verden) überschreitet die Abflussspende des mittleren Hochwassers mit  $q=56,6$  l/(s\*km<sup>2</sup>) den Wert des einjährigen Hochwassers  $Hq_1=50,6$  l/(s\*km<sup>2</sup>). Es wurde der größere Wert der Berechnung zugrunde gelegt.

chen Flächenbewirtschaftung und zur Beeinträchtigung anderweitiger Nutzungen im Gebiet der Wümmeniederung ausschlaggebend.

Dafür werden Ergebniskarten produziert, die Flächen gleicher, jährlicher Überflutungsdauer beinhalten. Die Abstände der dargestellten jährlichen Überflutungsdauer in Tagen zueinander wurden so aufgeteilt, dass die Ergebnisse sich sichtbar voneinander abheben. Als Maximum wurde im Bestandszustand die Überflutungsdauer von 25 d/a, im Planungszustand 75 d/a gewählt, darüber hinaus ist keine wesentliche Flächenüberflutung zu verzeichnen. Die Überflutungsflächen werden, getrennt nach der Überflutungsdauer, in eigenen Karten mit Kennzeichnung der jeweiligen Überflutungstiefen dargestellt. Es wird nach jährlichen Überflutungsdauern von 5, 10, 25, 50, und 75 Tagen unterschieden. Die diesen Werten zugeordneten Abflüsse wurden für die Gewässerstation Wümme km 52+677/ 20+877 (Pegel Hellwege) aus der Abflussdauerlinie am Pegel Hellwege (siehe Anhang V, Seite 95) abgelesen. Mit Hilfe der Dauertabelle des temporären Pegels in Rotenburg/Wümme wurden die maßgeblichen Abflüsse an relevanten Knotenpunkten interpoliert (siehe Tabelle 4).

Überschreitungsdauer [d/a]	5	10	25	50	75
<b>Station [km]</b>	Q in m <sup>3</sup> /s				
52+980/20+877	36,1	30,9	22,5	16,4	14,0
59+580/27+810	32,1	27,5	20,0	14,5	12,0
62+280/30+510	31,8	27,0	19,8	14,3	12,0
65+200/33+430	31,5	26,9	19,6	14,1	12,0
67+250/35+480	31,0	26,5	19,3	14,0	11,8
71+120/39+335	17,9	15,3	11,1	7,6	6,2

Tabelle 4: Jährlichen Überschreitungsdauern zugeordnete Abflüsse

Für repräsentative Gewässerabschnitte wurden die Bordvollabflüsse ermittelt. Dafür wurden zunächst Gewässerabschnitte gewählt, deren Bordvollhöhe (entspricht der Höhe der jeweils niedriger gelegenen Böschungsoberkante) weitgehend gleichmäßig und parallel zum Wasserspiegelgefälle verläuft. In den Längsschnitten konnten für diese Gewässerabschnitte im weiteren Verlauf diejenigen Abflüsse ermittelt werden, die zu einer bordvollen Wasserspiegellage führen. Das Ergebnis ist in Tabelle 5 für den Bestand und in Tabelle 6 für den Planungszustand wiedergegeben:

Gewässerabschnitt		Q <sub>bordvoll</sub>
km		m <sup>3</sup> /s
20877	24092	23,80
24092	27720	28,40
27720	32041	43,50
32041	35219	42,40
35219	36991	41,40

Tabelle 5: Bordvolle Abflüsse – Bestand

Gewässerabschnitt		Q <sub>bordvoll</sub>
km		m <sup>3</sup> /s
20877	24092	23,80
24092	27400	13,07
27400	30494	11,30
30494	33462	11,00
33462	35219	20,30
35219	36991	19,90

Tabelle 6: Bordvolle Abflüsse - Planung

Es sei darauf hingewiesen, dass aufgrund der topographischen und hydrogeologischen Gegebenheiten nicht erst ein bordvoller Abfluss zur Überflutung der Vorländer führt, sondern diese bereits bei geringeren Abflüssen einsetzt. Die Ergebniskarten, in denen die Überflutungsflächen/-tiefen gleicher, jährlicher Überschreitungsdauer dargestellt sind, geben nicht nur die Überflutung der Niederung infolge Überströmens der Böschungen wieder, sondern stellen eine rein geometrische Verschneidung der ermittelten Wasserspiegellage mit dem Gelände dar. Demzufolge wird z.B. auch der Einstau niedrig gelegener Senken wiedergegeben, während sich der Wasserspiegel im Gerinne noch unterhalb der Böschungsoberkante befindet.

### 3.2.2 Darstellung der Berechnungsergebnisse

#### 3.2.2.1 Hinweis zu Fehlern in den Datengrundlagen

In der Bearbeitung konnte festgestellt werden, dass die geodätischen Höhen der Eingangsdaten z.T. fehlerhaft sind. Bei den Daten handelt es sich um die terrestrische Vermessung der Wümme-Aue 2002 und den Werten des Digitalen Geländemodells im Bereich zwischen km 55+800 und 58+600 (km 24+000 – 26+800). Die Höhen der Vorländer weichen um Werte zwischen 60-100 cm voneinander ab, wobei nicht endgültig geklärt werden konnte, welche der Daten fehlerhaft sind. Handelt es sich um das DGM, ist lediglich die Darstellung der Überflutungsflächen im Lageplan fehlerhaft. Weichen die Vermessungsdaten, die Grundlage der hydraulischen Modellierung waren, von den realen Gegebenheiten ab, gibt auch die Wasserspiegellagenberechnung in dem betroffenen Bereich nicht die wirklichen Verhältnisse wieder.

Im Rahmen dieser Untersuchung wird keine erneute Berechnung geführt, weil derzeit keine besseren Daten zur Verfügung stehen. Eine Ergebnisinterpretation auf Grundlage der ermittelten Wasserstände kann nur sehr eingeschränkt erfolgen, weil auch hier Höhenfehler nicht ausgeschlossen werden können. Unter Angabe der Unsicherheiten werden allerdings Aussagen getroffen.

### 3.2.2.2 Veränderung der Intensität von Hochwasserereignissen

Die geplante Sohlanhebung um 1,3 m bis 2,0 m führt

- zu einer maßgeblichen Wasserstandsanhhebung
- zu einer Vergrößerung der überschwemmten Flächen bei den betrachteten Lastfällen von ca. 10 % (mit Ausnahme des HQ<sub>5</sub>) (vgl. Tabelle 8),
- zu einer Gefährdung der südlichen Bebauung der Stadt Rotenburg/ Wümme bei einem HQ<sub>100</sub><sup>3</sup> (s. Anlage 3.7),
- zu einer größeren durchschnittlichen Wassertiefe (s. Anlage 3.1 bis Anlage 3.12) und
- zu einer Verringerung der Sohlschubspannung um in der Regel 25-70 % (siehe auch Kapitel 4.1, Seite 28)

Station	W <sub>MHQ, Bestand</sub> [mNN]	W <sub>MHQ, Planung</sub> [mNN]	W <sub>MHQ,Saldo</sub> [m]	W <sub>HQ100, Bestand</sub> [mNN]	W <sub>HQ100, Planung</sub> [mNN]	W <sub>HQ100,Saldo</sub> [m]
21+160	12,47	12,47	± 0,00	13,04	13,04	± 0,00
27+820	14,78	15,21	+ 0,43	15,51	15,94	+ 0,43
30+494	15,80	15,86	+ 0,06	16,21	16,33	+ 0,12
33+462	17,22	17,19 <sup>4</sup>	- 0,03	17,35	17,42	+ 0,07
35+507	18,14	18,31	+ 0,17	18,57	18,99	+ 0,42
39+335	19,82	19,83	+ 0,01	19,97	20,03	+ 0,06

Tabelle 7: Veränderung der Wasserstände nach Umsetzung der Sohlanhebung

Lastfall	A <sub>ÜF, Bestand</sub> [ha]	A <sub>ÜF, Planung</sub> [ha]	A <sub>Saldo</sub> [ha]	A <sub>Saldo</sub> [%]
MHQ	572,60	645,50	72,90	+ 12,73
HQ <sub>5</sub>	608,28	659,99	51,71	+ 8,50
HQ <sub>10</sub>	694,56	780,48	85,92	+ 12,37
HQ <sub>20</sub>	754,77	835,12	80,35	+ 10,65
HQ <sub>50</sub>	784,63	892,59	107,96	+ 13,76
HQ <sub>100</sub>	842,16	950,98	108,82	+ 12,92

Tabelle 8: Veränderung der überschwemmten Flächengrößen nach Umsetzung der Sohlanhebung

<sup>3</sup> Die Sohlanhebung unterhalb von Rotenburg führt aufgrund der niedrigeren, nicht aufgehöhten Sohlage im Stadtgebiet zur Ausbildung eines hydraulischen Gegengefälles. So wird die Leistungsfähigkeit der Wümme bis in die Ortslage stark reduziert. Dies führt zu den bereits oben beschriebenen Gefährdungen der Bausubstanz.

<sup>4</sup> rückstaubedingt, am Ende der Staukurve

### 3.2.2.3 Veränderung der Überflutungshäufigkeit

Die Sohlanhebung der Wümme führt zu einer deutlichen Erhöhung der Überflutungshäufigkeit. Sind heute nur ca. 30 ha an 25 Tagen im Jahr überflutet, so vergrößert sich die betroffene Fläche um das 10-fache. Ca. 200 ha werden knapp 2 ½ Monate (75 d/a) überflutet sein und stehen für eine Nutzung in dieser Zeit nicht zur Verfügung.

Lastfall	A <sub>DF, Bestand</sub> [ha]	A <sub>DF, Planung</sub> [ha]	A <sub>Saldo</sub> [ha]	A <sub>Saldo</sub> [%]
75 d/a	0,00	213,32	213,32	
50 d/a	0,00	258,90	258,90	
25 d/a	30,37	315,25	284,88	+ 938,03
10 d/a	225,45	406,94	181,49	+ 80,50
5 d/a	384,95	490,87	105,92	+ 27,52

Tabelle 9: Änderung der überfluteten Flächengrößen nach Umsetzung der Sohlanhebung

### 3.2.3 Hinweise zu den Unschärfen einer 1D-WSP-Berechnung und Genauigkeitsgrad

In der wasserwirtschaftlichen Planung und Erfassung der hydrologischen und hydraulischen Zusammenhänge kommen immer häufiger numerische Modelle zur Anwendung. Zu unterscheiden sind hierbei

- hydrologische Flussgebietsmodelle (NA-Modelle) zur
  - Darstellung des Abflussgebietes,
  - Erfassung des Gewässersystems und seiner Zusammenhänge und
  - Simulation von Wellenabläufen,
- physikalisch, hydrodynamisch-numerische Modelle zur
  - Erfassung und Darstellung des Gewässersystems,
  - Erfassung und Darstellung der Gerinnemorphologie,
  - Simulation des Ist-Zustandes,
  - Simulation von Veränderungen des Abflussgeschehens

sowie Stofftransportmodelle, Stoffhaushaltsmodelle, Geschiebemodelle, Schwebstoffmodelle und Gewässergütemodelle.

Die hydrodynamisch-numerischen Modelle, wie WSPWin, beschreiben stationäre oder instationäre Fließvorgänge im Gerinne.

Alle Prozesse sind in der Natur zwar zeitabhängig, jedoch sind die Änderungen oft so langsam, dass sie mit Hilfe eines zeitunabhängigen (stationären) Modells ausreichend genug beschrieben werden können.

Die räumliche oder flächenhafte Ausdehnung natürlicher Gewässer und die starke Veränderlichkeit von Strömungen und Konzentrationen in ihnen erfordert eine drei-, zwei-, mindestens aber eindimensionale Modellierung.

Ein dreidimensionales Modell erfasst die räumliche Verteilung der zu berechnenden Größen. Ein zweidimensionales Modell beschreibt die ebene Verteilung (vertikal und horizontal) und arbeitet mit Mittelwerten senkrecht dazu. Ein eindimensionales Modell (z.B. WSPWin) be-

---

inhaltet die Querschnittsmittelung, berücksichtigt jedoch aber ebenfalls die Änderungen längs einer ggf. gekrümmten Koordinate.

Die eindimensionale Betrachtungsweise ermöglicht auch bei der Untersuchung großer Flussabschnitte eine hohe Effektivität bzgl. der Datenhandhabung, Modellerstellung, Modellkalibrierung sowie Variantenstudien. Bei Ermittlung von detaillierten Kenntnissen wie z.B. der Fließgeschwindigkeiten im Vorland ist der Einsatz von zweidimensionalen Modellen erforderlich.

Die Auswirkungsprognose der Sohlenerhebung zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme wird jedoch mit der Anwendung des eindimensionalen Modells ausreichend beschrieben. Folgende Randbedingungen können ggf. zu Unschärfen der berechneten Wasserspiegellagen geführt haben:

#### Unzureichende Datengrundlage im Gewässerabschnitt

In dem betrachteten Gewässerabschnitt zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme werden ausschließlich am Pegel Hellwege kontinuierlich hydrologische Daten aufgezeichnet. In Rotenburg/Wümme lagen Wasserstandsdaten aus den Jahren 1995 bis 2001 vor, woraus nur zeitlich sehr dicht beieinander liegende Kalibrierungsereignisse ausgewählt werden konnten. Da zwischen den beiden Ortschaften keine weiteren Datenbestände vorhanden sind, können die Ergebnisse hier nicht auf Plausibilität kontrolliert werden.

#### Bewertung des Einflusses der Vorländer

1D-Modelle betrachten Wasserspiegellinie und Durchfluss nur in Hauptfließrichtung. Sie sind daher für regelmäßige Flussgeometrien ausreichend. Eindimensionale Berechnungsverfahren reduzieren das Abflussverhalten auf über den Querschnitt gemittelte hydraulische Kennwerte. Da die Überflutungen der Vorländer einen wesentlichen Einfluss auf die Wasserspiegellagen bei Hochwasser haben, können die ermittelten Wasserspiegellagen von den realen Zuständen ggf. abweichen. Die Plausibilitätskontrolle durch Vergleich mit den bereits vorliegenden Überflutungskarten (MATHEJA et al. 2007) sowie die Kalibrierungsergebnisse (vgl. Tabelle 13) lassen jedoch auf realistische Wasserstände sowohl im Bestand als auch in der Planung schließen. Hingewiesen sei an dieser Stelle auf vorhandene Höhenfehler in den Eingangsdaten (siehe Kapitel 3.2.2.1, Seite 23).

---

#### **4. Abschätzung der Auswirkungen einer Sohlenerhebung**

Die hydraulischen Veränderungen infolge einer Sohlenerhebung äußern sich in der Erhöhung der jährlichen Überflutungsdauer, in der Verschiebung von Überschwemmungsgrenzen und in der Erhöhung des mittleren Grundwasserstandes. Sie entsprechen damit wesentlich den im Gewässerentwicklungsplan Wümme (NLWK VERDEN & SCHNEIDER-HÖKE 2000) formulierten Entwicklungszielen für den Talraum (vgl. Seite 12).

Die Nutzung der Wümme und ihres Talraums durch den Menschen ist seit langem an die dort bestehenden wasserwirtschaftlichen Verhältnisse angepasst, so dass davon auszugehen ist, dass mit einer Sohlenerhebung Veränderungen in verschiedenen Bereichen wie z.B. Siedlungsgebieten, Flächenbewirtschaftung, Infrastruktureinrichtungen oder Naturschutzflächen einhergehen.

Die Abschätzung der Auswirkungen stellt einen wesentlichen Schritt für die Beurteilung der Realisierbarkeit einer Sohlenerhebung dar und bietet Möglichkeiten, im Vorwege gegebenenfalls kompensatorische Maßnahmen zu ergreifen, um möglicherweise mit Schadenspotenzialen behaftete Veränderungen in Grenzen zu halten.

In dem vorliegenden Abschnitt werden Bereiche identifiziert, die möglicherweise von hydraulischen Veränderungen betroffen sind. Dies geschieht unabhängig davon, ob mögliche Veränderungen ein gegenüber dem derzeitigen Zustand erhöhtes Schadenspotenzial mit sich bringen, ohne weitere Eingriffe hinnehmbar wären oder sich gar positiv auswirken (Beispiel „Gewässermorphologie“).

In der folgenden Tabelle sind die Einwirkungsbereiche, die hier näher betrachtet werden, zusammengefasst.

<b>Sektor</b>	<b>Einwirkungsbereiche</b>
<b>Gewässer</b>	Überflutungshäufigkeit
	hydraulische Kapazität
	Hydromorphologie
	Feststofftransport
	Hydrobiologie
	Grundwasserverhältnisse
	Höhenanschluss an Nebengewässer
<b>Natur</b>	Ufervegetation
	Waldgebiete
<b>Siedlung</b>	Zusammenhängende Siedlungsgebiete
	einzelne Gebäude
	Entwässerungsleitungen
	Kläranlagen
<b>Technische Infrastruktur</b>	Straßen
	Schienenwege
	Brücken
	Stauanlagen
	Einleitung der Kläranlage
<b>Landwirtschaft</b>	Grünland
	Drainagen
	Vorfluter
<b>Freizeit und Erholung</b>	Rad- und Spazierwege
	Erholungsflächen

Tabelle 10: Übersicht der Einwirkungsbereiche

#### 4.1 Gewässer

Die unnatürlich hohe Einschnitttiefe an der Wümme stellt ein maßgebliches Strukturdefizit mit starkem Einfluss auf die Biozönose, die Gewässermorphologie und den Feststofftransport dar. Die Verhältnisse in der Aue in hydraulisch-hydrologischer, faunistischer sowie vegetationskundlicher Sicht sind davon ebenso betroffen. Die Anhebung der Gewässersohle der Wümme auf ein naturnahes Niveau bringt weit reichende Veränderungen für alle vorbenannten Bereiche mit sich. Auf einige wesentliche Aspekte soll im Folgenden eingegangen werden. Mögliche Veränderungen werden aufgrund der Komplexität der natürlichen Vorgänge qualitativ abgeschätzt.

##### **Hydromorphologie/ Feststofftransport**

Die Wümme und ihre Talaue sind durch eine Sohl-anhebung von weitgehenden Veränderungen betroffen. Auf die hydraulischen Auswirkungen wurde bereits im Kapitel 3.2.2 (Seite 23) näher eingegangen. Es wurde festgestellt, dass sich Überschwemmungsgrenzen bei Hochwasserereignissen hoher Jährlichkeit, insbesondere in den rückgestauten Bereichen, verschieben und Vorlandflächen deutlich häufiger überflutet und eingestaut werden. Entscheidender jedoch für die Gewässermorphologie sind die regelmäßig auftretenden Abflüsse im Bereich des bordvollen Abflusses, der im Rahmen von Abschätzungen morphologischer Veränderungen an Fließgewässern als sog. bettbildender Abfluss angenommen wird. Davon

---

ausgehend, dass der Zielzustand erreicht ist (vgl. Kapitel 3.1.2) und sich eine naturnahe Gerinnegeometrie mit entsprechendem Sohlniveau ausgebildet hat, verändert sich das Feststofftransportgeschehen im Wümme-Abschnitt grundlegend. Die starke Reduktion des Gewässerquerschnitts hat die Herabsetzung der hydraulischen Kapazität von ca. 28-40 m<sup>3</sup>/s auf 11-20 m<sup>3</sup>/s zur Folge. Die geringe Einschnitttiefe hat unmittelbare Auswirkungen auf das Feststofftransportgeschehen. Die Wümme wird in den frei fließenden Strecken eigendynamisch Erosions- und Akkumulationszonen ausbilden und damit ihre Gerinnegestalt anpassen. Es wird eine wesentlich größere Menge an Sedimenten, die von oberstrom in das Bearbeitungsgebiet eingetragen werden, in dem betrachteten Wümme-Abschnitt und den Vorländern zurückgehalten. Die Menge und Intensität der im Wümme-Abschnitt beobachteten Uferabbrüche (vgl. DITTRICH et al. 2005) geht durch die Gerinnereduzierung und Sohlanhebung deutlich zurück. Uferunterspülungen führen in der Folge nur noch zu vergleichsweise geringem Sedimenteintrag. Durch Sedimentumlagerungen wird auch das Wümmetal ständigen Strukturformungen und Veränderungen unterworfen sein.

Die Feststofftransportkapazität wird im Planungszustand deutlich herabgesetzt. Das Erreichen eines bordvollen Abflusses bei bereits 11-12 m<sup>3</sup>/s führt zu einer wesentlichen Begrenzung der maximalen Fließtiefe (ca. 1,00-1,50 m bei  $Q_{\text{bordvoll}}$ ), da größere Abflüsse sich über die sehr flachen Vorländer ausbreiten. Das Transportvermögen der Wümme im derzeitigen Zustand bei bordvollem Abfluss und einer zugehörigen Fließtiefe von 2,3-3,0 m fällt dabei weitaus größer aus. Demgegenüber wird der bordvolle Abfluss im Planungszustand mit ca. 75 Tagen/ Jahr (vgl. Tabelle 4/Tabelle 6) weitaus häufiger bzw. über einen längeren Zeitraum pro Jahr erreicht als im derzeitigen Zustand (ca. 1-3 Tage/Jahr). Die Abschätzung der Sedimentbilanz kann daher nur mit Hilfe der Ermittlung der jährlichen Feststofftransportkapazität erfolgen, in die die zeitlich variablen Abflüsse Eingang finden.

Beispielhaft wurde im Bereich von Wümme-km 61+870 (km 30+070) eine Vergleichsrechnung der Feststofftransportkapazitäten im Bestands- und Planungszustand durchgeführt. Vereinfacht wurde der Wasserstand des bordvollen Abflusses als maximaler Wasserstand angenommen. Allen darüber hinausgehenden Abflüssen wurde dieser Wasserstand zugeordnet. Die Berechnung liefert das Ergebnis, dass die Reduktion der Feststofftransportkapazität am Profil km 30+070 gegenüber dem derzeitigen Zustand Größenordnungen von 70-87 % beträgt. Die untere Grenze dieses Wertebereichs liegt eine Berechnung nach Meyer-Peter/ Müller (für Geschiebetransport), die obere Grenze eine Berechnung nach Engelund/Hansen (für Geschiebe- und Schwebstofftransport), zugrunde. Zu beachten ist dabei, dass es sich bei dieser Berechnung um das theoretische Transportvermögen des Gerinnes handelt. Für eine genauere Abschätzung tatsächlich bewegter Sedimente sind weitere Untersuchungen notwendig, in denen u.a. die von oberstrom angelieferten Feststoffmengen zu berücksichtigen sind.

Sohlerosionsprozesse sind maßgeblich von den in der Gewässersohle auftretenden Schubspannungen abhängig. Diese ergeben sich in Abhängigkeit vom Energieliniengefälle und der Wasserstandshöhe zu:

$$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot h \cdot I_E$$

mit:

$\rho$  = Dichte des Wassers in t/m<sup>3</sup>

$g$  = Erdbeschleunigung in m/s<sup>2</sup>

$h$  = Fließtiefe in m

$I_E$  = Energieliniengefälle in ‰

Abbildung 9 zeigt eine synoptische Darstellung der Sohlschubspannungen im derzeitigen Zustand sowie nach Umsetzung der Sohlanhebung bei bordvollem Abfluss. Deutlich wird, dass die Maxima der Schubspannungen mit Werten zwischen 25 und 70 % durch die Sohl-anhebung deutlich gekappt werden.

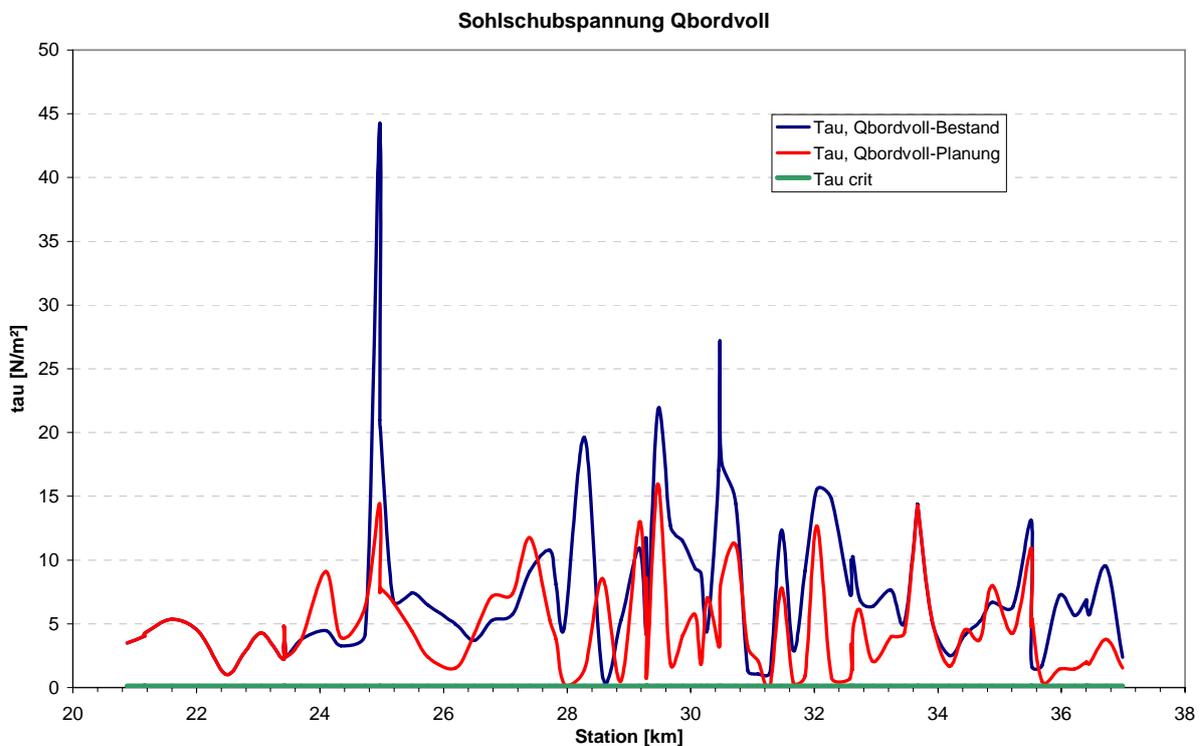


Abbildung 9: Synoptische Darstellung der Sohlschubspannungen bei  $Q_{\text{bordvoll}}$

## Hydrobiologie

Die Veränderung der Zusammensetzung von Biozönosen durch Revitalisierungsmaßnahmen ist schwierig zu prognostizieren. Beschreibbar sind allerdings die sich aus morphologischen Veränderungen ergebenden Lebensraumbedingungen, die die Grundlage für die Besiedlung des Wümmesystems bilden.

Im Planungszustand befindet sich die Wasser-Wechsel-Zone oberflächennah. Die Wümme ist durch ein stetes Überflutungsgeschehen geprägt. Die natürlicherweise auftretende gegenseitige Beeinflussung des Wasserkörpers, der Uferzonen und der Auenflächen (vgl. GUNKEL 1996) wird dadurch in erheblichem Maße gefördert. Die morphologische Ausprägung der Uferbereiche verändert sich und bietet günstigeren Lebensraum und Schutz. Die

laterale Lebensraumvernetzung zwischen dem Gerinne und den Auenbereichen wird wieder hergestellt und ermöglicht Gewässerorganismen eine ungehinderte Migration in dieser Ebene. Diese ist Voraussetzung für die Bildung von aquatischen und amphibischen Teillebensräumen, die für das Ökosystem Fließgewässer charakteristisch sind (vgl. JUNGWIRTH et al. 2003). Unter weitgehend natürlichen Verhältnissen werden sich Kolke und Schnellen ausbilden, die Strömungs- und Substratdiversität wird sich möglicherweise verbessern. Dies hat zunächst positive Auswirkungen auf die Besiedlung der Gewässersohle, während diese wesentlich von der Kornzusammensetzung des im Planungszeitpunkt im Gewässerbett vorhandenen Bodenmaterials abhängt. Die ergibt sich wiederum aus der Art der Maßnahmenumsetzung und der Wahl der Materialien (Materialeinbringung/ Sedimentation mitgeführter Feststoffe etc.).

Eine Wasserstandsanhhebung hat auch die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit in Längsrichtung zur Folge (longitudinale Durchgängigkeit). Die derzeitigen Unterbrechungen des Längskontinuums werden durch die Stauanlagen verursacht, die im Falle der Wehranlagen zu einem Überfall, im Falle der Schützenanlagen zu einem Schützausfluss führen. Beide Strömungsvorgänge machen die Migration von Gewässerorganismen in der überwiegenden Zeit des Jahres unmöglich. Erschwerend wirken sich die Betonsohlen der Bauwerke aus, die hydraulisch günstig sind, aber ein sohnahes Durchwandern aufgrund zu hoher Fließgeschwindigkeiten nicht zulassen. Das Kontinuum des Lückensystems der Gewässersohle ist vollständig unterbrochen. Eine Sohlanhebung führt unter Aufgabe des Betriebs der Stauanlagen zum Wegfall rückgestauter Bereiche. Die Gewässerabschnitte werden ohne lokales Abreißen des Wasserfilms durchströmt und ermöglichen die Migration in der fließenden Welle. Um die Durchgängigkeit in und an der Gewässersohle herzustellen, bedarf es im Bereich der Staubaauwerke und den Betonsohlen baulichen Anpassungen.

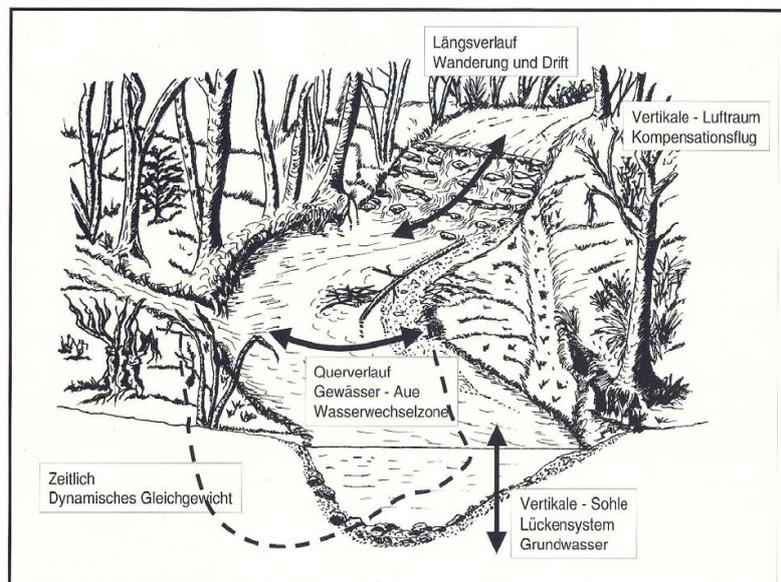


Abbildung 10: Lebensraumvernetzung am Fließgewässer in drei Ebenen (longitudinal, lateral, vertikal) (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 2005)

---

## Grundwasserverhältnisse

Die Anhebung einer Gewässersohle und damit auch die dauerhafte Anhebung des mittleren Wasserstandes haben im Bearbeitungsgebiet unweigerlich Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse. In der Wümmeniederung zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme existieren derzeit keine Grundwassermessstellen, die Aussagen zu den hydrogeologischen Gegebenheiten ermöglichen. Spezifische Kartenwerke liegen für das Gebiet nur sehr kleinmaßstäblich vor (Hydrogeologische Übersichtskarte 1: 200.000), so dass die Beurteilung der derzeitigen Verhältnisse kaum möglich erscheint.

Der Betrag der Sohl-anhebung zum Erreichen des Zielzustandes beträgt im Mittel 1,3-2,0 m. Somit erfährt auch die mittlere Wasserspiegellage eine deutliche Anhebung, durch die der Grundwasserspiegel in der Ebene der Talniederung nur einen sehr geringen, mittleren Flurabstand haben dürfte. Dieser führt in der Folge zur Bildung von Blänken und zum Einstau z.T. großflächiger Senken über weite Teile des Jahres (vgl. Tabelle 9).



Abbildung 11: Einstau von Vorlandsenken in der Wümmeniederung bei km 59+300/27+500 (Aufnahme von März 2007)

Deutlich wird dies bei Betrachtung der hydraulischen Kapazität im Bereich von Wümme-km 55+900 bis 65+260 (km 24+092 bis km 33+462) im Planungszustand gemäß Tabelle 6, die unter Zugrundelegung eines Mittelwasserabflusses (MQ) von 8,4 - 9,5 m<sup>3</sup>/s in diesem Bereich bis zu ca. 75% ausgenutzt wird. Abbildung 12 zeigt die Veränderung der Wasserspiegellage bei Mittelwasserabfluss nach einer Sohl-anhebung am Beispiel des Profils an Wümme-km 30+070.

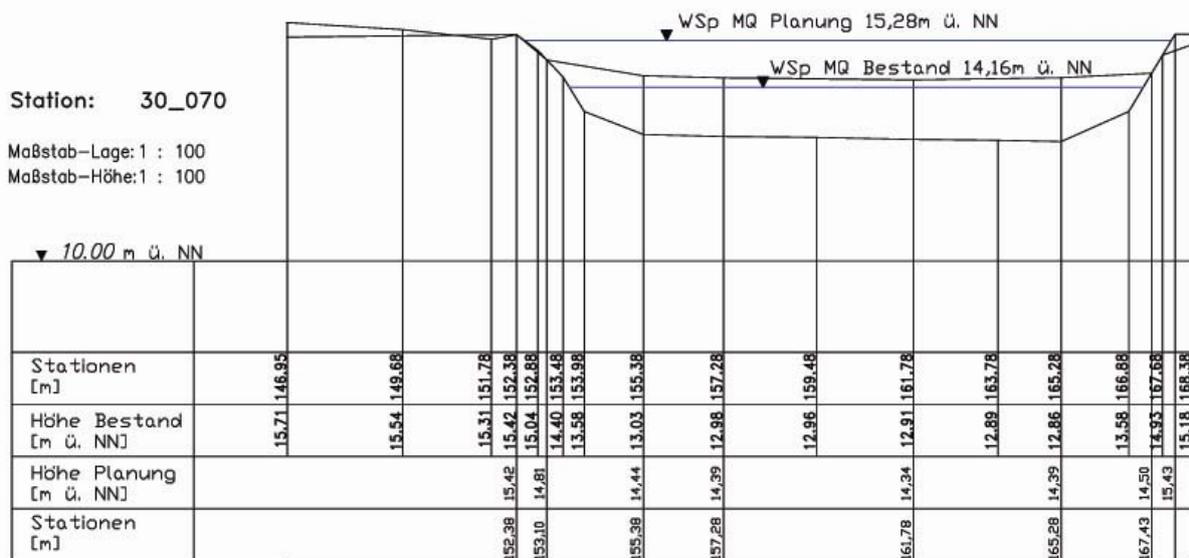


Abbildung 12: Veränderung der Wasserspiegellage bei Mittelwasserabfluss nach Umsetzung der Sohlanhebung am Beispiel des Profils Wümme-km 30+070

Hohe Abflüsse werden, insbesondere in den Wintermonaten, zu lang anhaltenden Überschwemmungen führen. Die sich damit an den Talrändern einstellenden Überschwemmungsgrenzen führen zu einer hydrogeologischen Beeinflussung, die weit über das eigentliche Gebiet der Talniederung hinausreichen kann.

In den Sommermonaten erfolgt bei Mittelwasserabfluss in der Regel ein Aufstau durch die Staubauwerke. Der Rückstau reicht aufgrund des sehr flachen Tal- und Sohlgefälles weit zurück, so dass zwischen den Staubauwerken ein vergleichsweise kurzer, unbeeinflusster Gewässerabschnitt verbleibt, der noch frei fließt. Der Einflussbereich der Grundwasseranhebung erstreckt sich durch den Rückstau im Grundwasserleiter jeweils bis in die unterhalb der Staubauwerke gelegenen Vorländer. Im frei abfließenden Abschnitt werden sich die Grundwasserstände zunächst normalisieren, bevor sie durch den Einflussbereich des darauf folgenden Rückstaus in der Wümme überlagert werden.

Hinweise zum weiteren Untersuchungsbedarf im Bereich des Grundwassers werden im Kapitel 6 vorgenommen.

### Höhenanschluss an Nebengewässer

Eine dauerhafte Anhebung des mittleren Wasserstandes bewirkt einen Rückstau in die an das Hauptgewässer angeschlossenen Nebengewässer. Dies betrifft Gewässer wie z.B. den Glumbach bei Wümme-km 67+240/35+500, den Ableitungsgraben Fliegerhorst bei Wümme-km 65+200/33+450, den Staatsviehgraben bei Wümme-km 62+270/30+500 oder den Ahauser Bach bei Wümme-km 59+570/27+780. Beeinträchtigungen oder Nutzungseinschränkungen aufgrund des Rückstaus sind nicht erkennbar, teilweise befinden sich die Mündungsbereiche in bewaldeten Gebieten (Ahauser Bach, Verbindungsgraben Reithbach-Wümme), andere sind von Grünland umgeben. Die sich in diesen Bereichen einstellenden, mittleren Wasserspiegel erreichen in der Regel das Niveau des ebenfalls angehobenen Grundwasserspiegels. Die Veränderungen hinsichtlich der Flächenentwässerung sind Folge

---

der Anhebung der mittleren Grundwasserspiegel und werden daher im Abschnitt „Grundwasserverhältnisse“ (Seite 32) behandelt.

### **Gewässerunterhaltung**

Die Gewässerunterhaltung wird im Bearbeitungsgebiet in eingeschränktem Maße betrieben. U.a. werden in regelmäßigen Abständen das Gerinne der Wümme und insbesondere die Staubauwerke von abflussbehinderndem Geschwemmsel und Totholz befreit (vgl. Abbildung 13). Die Ufer werden nicht mehr unterhalten.

Eine aufwändige und kostenträchtige Unterhaltung wird unterhalb des untersuchten Gewässerabschnitts im Wümme-Südarm betrieben, in dessen Verlauf Sedimente in einer Größenordnung von 2600 m<sup>3</sup>/a dem Gewässer jährlich entnommen werden (DITTRICH et al. 2005). Wie bereits in Kapitel 2.1 (Seite 5) dargestellt, sind das Gerinne der Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme und die dort vorherrschenden hydraulischen und morphologischen Verhältnisse maßgeblich an dem Transport dieser Sedimentmengen beteiligt. Eine deutliche Reduktion von Uferabbrüchen und das Verhindern unnatürlich hoher Tiefenerosionsprozesse nach umgesetzter Sohlanhebung reduzieren damit unmittelbar den Unterhaltungsaufwand im Wümme-Südarm. Der Umfang der Unterhaltungsarbeiten im Bearbeitungsgebiet selbst, insbesondere der Erhalt des Fließquerschnitts, ist wesentlich von den Erfordernissen der Flächennutzung in Gewässernähe abhängig. Im Gewässer belassenes Totholz führt insbesondere nach erfolgter Querschnittsreduzierung zu Umlagerungsprozessen und strukturellen Veränderungen, die das Ausuferungsgeschehen beeinflussen.



Abbildung 13: Abflussbehinderung durch abgebrochene Baumkrone im Wümme-Gerinne (Aufnahme von Sept. 2006)



Abbildung 14: Abflussbehinderung durch ins Gewässer gestürzte Weide (Aufnahme von Sept. 2006)

## **4.2 Natur**

### **Ufervegetation**

Die Nähe des Wasserkörpers zur Geländeoberfläche ist Grundlage für eine naturraumtypische Entwicklung der Ufervegetation. Die Ufer sind wesentlich mit Schwarzerlen, Weiden und Weidengebüschen bestanden (vgl. Abbildung 15), z.T. finden sich Eichen und Eschen in Gewässernähe.



Abbildung 15: Weidenbestand an den Wümme-Ufern

Grundsätzlich passt sich die Vegetationszusammensetzung an die Veränderungen im Bodenwasserhaushalt an. Nach Einschätzung der Autoren ist die Zusammensetzung der Ufervegetation nach erfolgter Sohlenerhebung keinen grundlegenden Veränderungen unterworfen. Der derzeitige Gehölzbestand wächst auf mäßig bis sehr nassen Standorten (WERRES 2004) und kann die vielfältigen Funktionen am Gewässer und im Uferbereich wieder wahrnehmen.

### **Waldgebiete**

In der Wümmeniederung zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme befinden sich vereinzelt Waldinseln und, insbesondere an den Flussufern, Altarmen, Teichen und Gräben, Gehölzgruppen. Das Gebiet ist durch Waldkulissen auf den höher gelegenen Bereichen an den Talkanten gekennzeichnet (NLWK VERDEN & SCHNEIDER-HÖKE 2000). Durch die Veränderung des Bodenwasserhaushalts ist in einzelnen, niedrig gelegenen Standorten eine Anpassung der Vegetationstypen zu erwarten. Die Biotoptypen sind für das Bearbeitungsgebiet im Gewässerentwicklungsplan Wümme (ebd.) kartiert. Mögliche Veränderungen, die sich negativ auswirken, sind nicht erkennbar.

### **Naturschutzflächen**

Die gewässernahen Flächen werden zum großen Teil als Grünland bewirtschaftet. Sie werden daher in dem Abschnitt „Landwirtschaft“ behandelt (siehe Kapitel 4.5, Seite 43).

### **4.3 Siedlungen**

Siedlungsgebiete gehören grundsätzlich zu den Bereichen, in denen im Falle von Überschwemmungen ein hohes Schadenspotenzial zu erwarten ist. Die rechtliche Behandlung einer Bebauung oder einer für eine Bebauung vorgesehene Fläche ist davon abhängig, ob sie sich im Bereich eines gesetzlich festgelegten Überschwemmungsgebietes befindet. Das „Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes“ (BUNDESGESETZBLATT JAHRGANG 2005, TEIL I NR. 26, AUSGEGEBEN AM 9. MAI 2005) macht als Artikelgesetz nähere Angaben dazu und führt u.a. zu Veränderungen wasser- und baurechtlicher Regelungen.

Im Rahmen des Hochwasseraktionsplans Wümme werden derzeit Überschwemmungsgrenzen für das Hochwasserereignis HQ<sub>100</sub> neu festgelegt. Sie lösen damit die bisherigen, gesetzlich festgelegten Überschwemmungsgebiete ab und bilden zukünftig die Grundlage für die wasserrechtliche Bewertung von Bauungs- oder Flächennutzungsplänen und Gebäudebestand.

Basierend auf den Ergebnissen der Wasserspiegellagenberechnung zeigt sich ein von den Veränderungen der Überschwemmungsgrenzen besonders betroffener Siedlungsbereich (siehe Abbildung 16 und Abbildung 17). Es handelt sich dabei um die linksseitige Bebauung im Süden Rotenburgs, von der insbesondere der Bereich der öffentlichen Schulanlagen betroffen ist. In weiteren Bereichen einzelner Siedlungsflächen erreicht die Überschwemmungsgrenze ebenfalls die Bebauung.

Der Einfluss der Sohlanhebung unterhalb Rotenburgs in Verbindung mit der Rückstauwirkung durch das Klappenwehr Unterstedt reicht bis in die Stadt Rotenburg/Wümme und macht eine Anpassung der derzeit geltenden Überschwemmungsflächen in einem sensiblen, dicht besiedelten Bereich notwendig. Das erhöhte Hochwasserrisiko führt zu einer Zunahme des Schadenspotenzials im Bereich des Gebäudebestands. Ein hundertjährliches Hochwasser erstreckt sich über größere Flächen als bisher, während die höheren Wasserstände größere Schäden hervorrufen können.

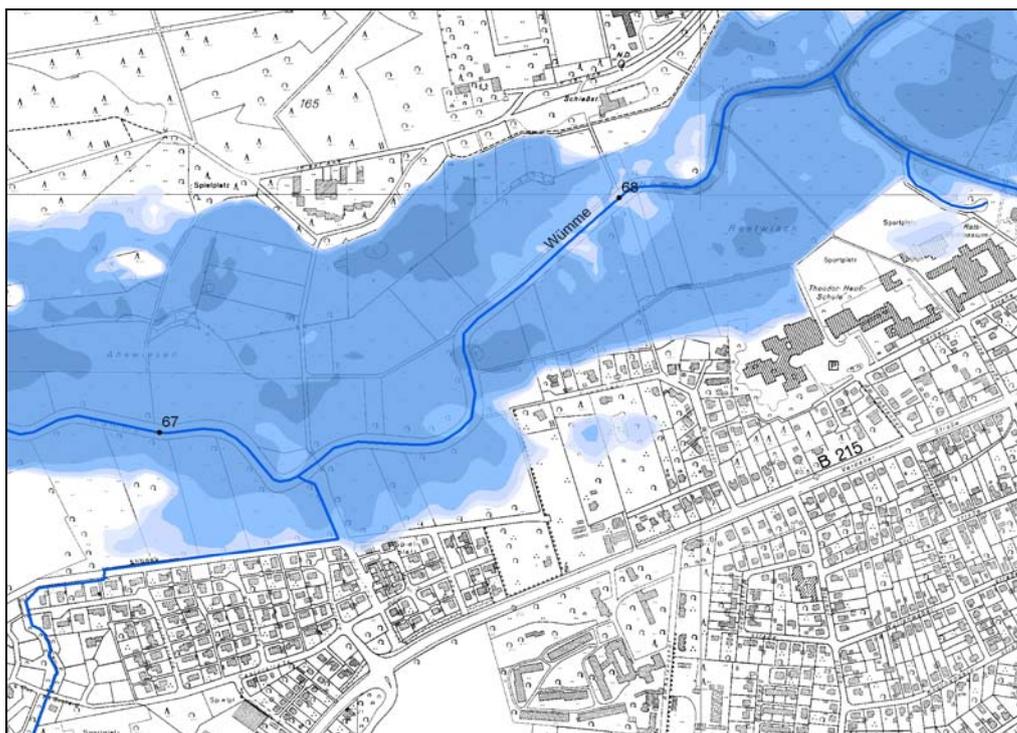


Abbildung 16: Überflutungsflächen/-tiefen HQ<sub>100</sub> Bestand im Bereich Rotenburg/ Wümme

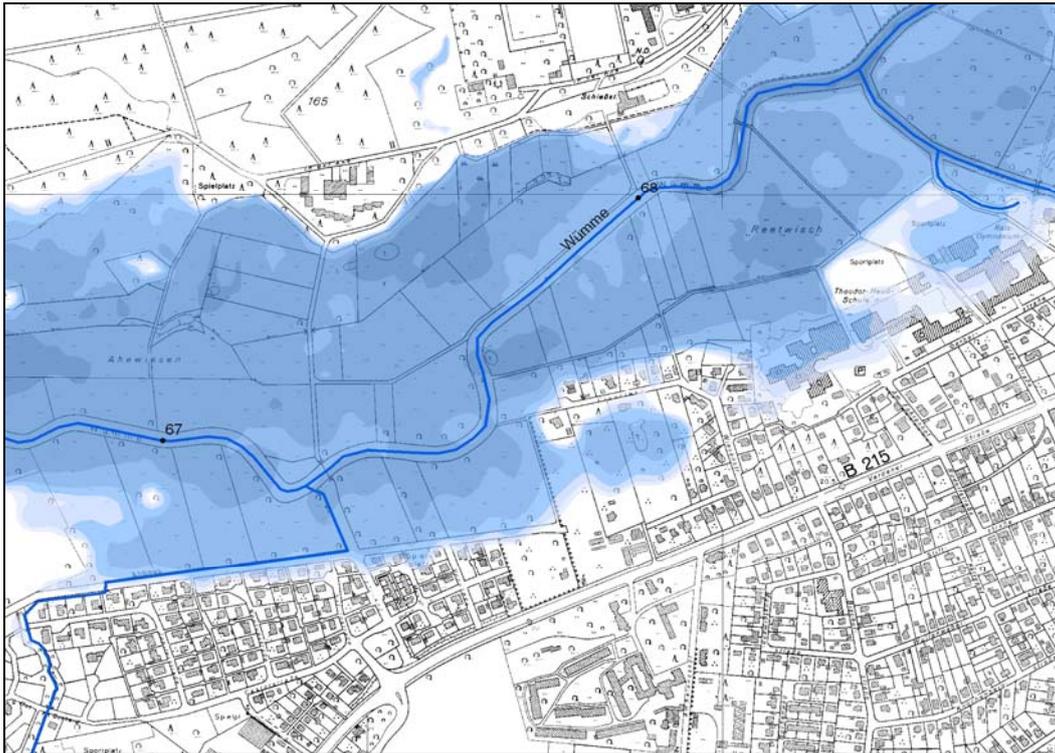


Abbildung 17: Überflutungsflächen/-tiefen HQ100 Planung im Bereich Rotenburg/Wümme

Im weiteren Verlauf der Wümme nimmt das auf Wohngebäude bezogene Schadenspotenzial ab. Im Bereich der Talkanten befinden sich vereinzelte Bebauungen, die nach erfolgter Sohlanhebung stärker von den Überschwemmungen eines HQ<sub>100</sub> betroffen sind (vgl. Abbildung 18).



Abbildung 18: Überflutung von Privatgrundstücken bei HQ<sub>100</sub>-Planung (Wümme km 57+100/25+300)

Es sei darauf hingewiesen, dass die Identifizierung von mit Schadenspotenzialen behafteten Standorten grundsätzlich auf der Grundlage aktuellen Kartenmaterials erfolgen sollte. Der Vergleich von DGK5-Daten mit Luftbildaufnahmen führte in diesem Zusammenhang, wie in Abbildung 19 dargestellt, zu unterschiedlichen Ergebnisinterpretationen. Die in der Luftbildaufnahme dargestellte, überschwemmte Bebauung (Bildmitte) ist in der DGK5 nicht vorhanden.



Abbildung 19: Vergleich des Schadenspotenzials beim HQ<sub>100</sub> (Planung) bei Betrachtung der DGK5 und Luftbildaufnahme (Wümme km 67+800/36+000)

Veränderungen der mittleren Grundwasserstände können Schäden am Baubestand hervorrufen. Neben der potentiellen Gefahr des Auftriebs von Gebäuden durch erhöhten Sohlwasserdruck (vgl. Abbildung 20) bzw. Setzungen durch Bodenausspülungen können insbesondere Vernässungsschäden auftreten, die eine baukonstruktive und meist kostenaufwändige Anpassung betroffener Unterkellerungen erfordert.

Neben den direkten Bauwerksschäden können Leitungen der Grundstücks- und Siedlungsentwässerung durch geringe Flurabstände beeinträchtigt werden und möglicherweise einstauen. Im Rahmen dieser Untersuchung sind vorhandene Entwässerungsleitungen nicht näher untersucht worden. Weitere Hinweise finden sich im Gewässerentwicklungsplan Wümme (NLWK VERDEN & SCHNEIDER-HÖKE 2000), im Rahmen dessen eine Kartierung der Einleitungen in die Wümme vorgenommen wurde.

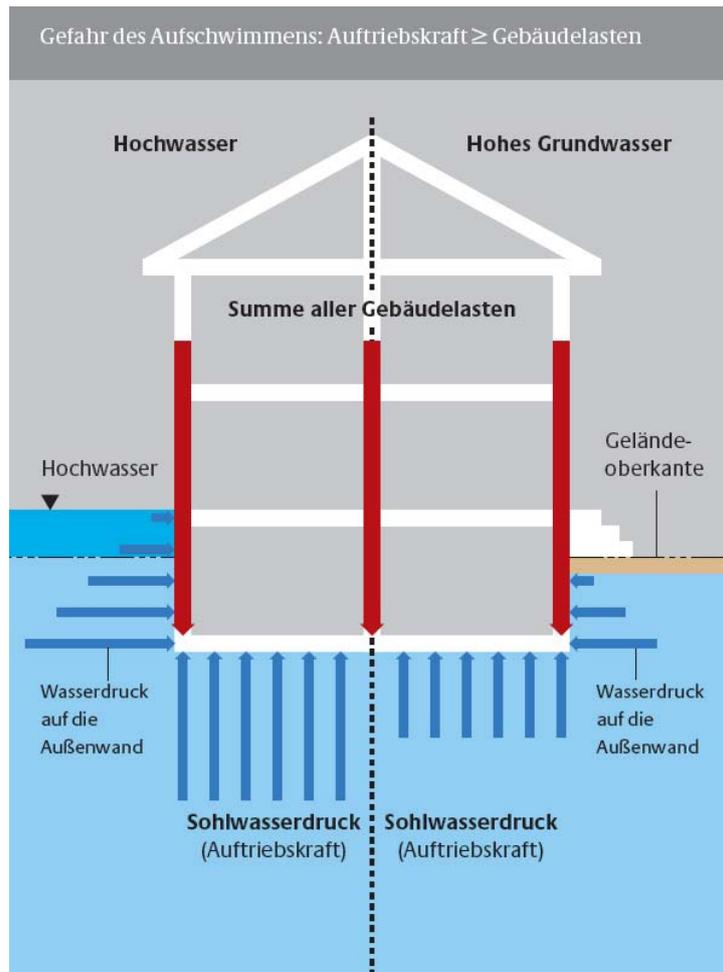


Abbildung 20: Auftrieb eines Wohngebäudes durch Hochwasser/ hohes Grundwasser

#### 4.4 Technische Infrastruktur

##### Straßen

Im Bearbeitungsgebiet befinden sich Verkehrswege, die eine Verbindung zwischen den nördlich und südlich der Wümme gelegenen Gebieten herstellen sowie weitere Anbindungen innerhalb der Niederung. Bei den Straßen handelt es sich überwiegend um landwirtschaftlich genutzte Verkehrswege, die die in der Wümmeniederung bewirtschafteten Flächen erreichbar machen. Es existieren asphaltierte und unbefestigte Wege.

Die Erhöhung der jährlichen Überflutungsdauer in den Vorländern hat Einfluss auf die Befahrbarkeit der Straßen und somit auf die Zugänglichkeit landwirtschaftlicher Flächen.

Betroffen ist davon vor allem der Abschnitt zwischen Wümme-km 59+500/27+720 (Ahauer Schleuse) und 61+100/30+200. Wie in Abbildung 21 ersichtlich, sind dort die Wümmequerungen sowie weitere parallel zum Gewässer verlaufende Fahrbahnen aufgrund des Einstaus über einen Zeitraum von ca. 75 Tagen/Jahr nicht befahrbar. Die Wümmequerung bei Wümme-km 68+185/36+405 wird als Rad- und Fußweg genutzt. Die jährliche Einstaudauer erhöht sich in diesem Bereich von 5 auf 25-50 Tagen/Jahr.

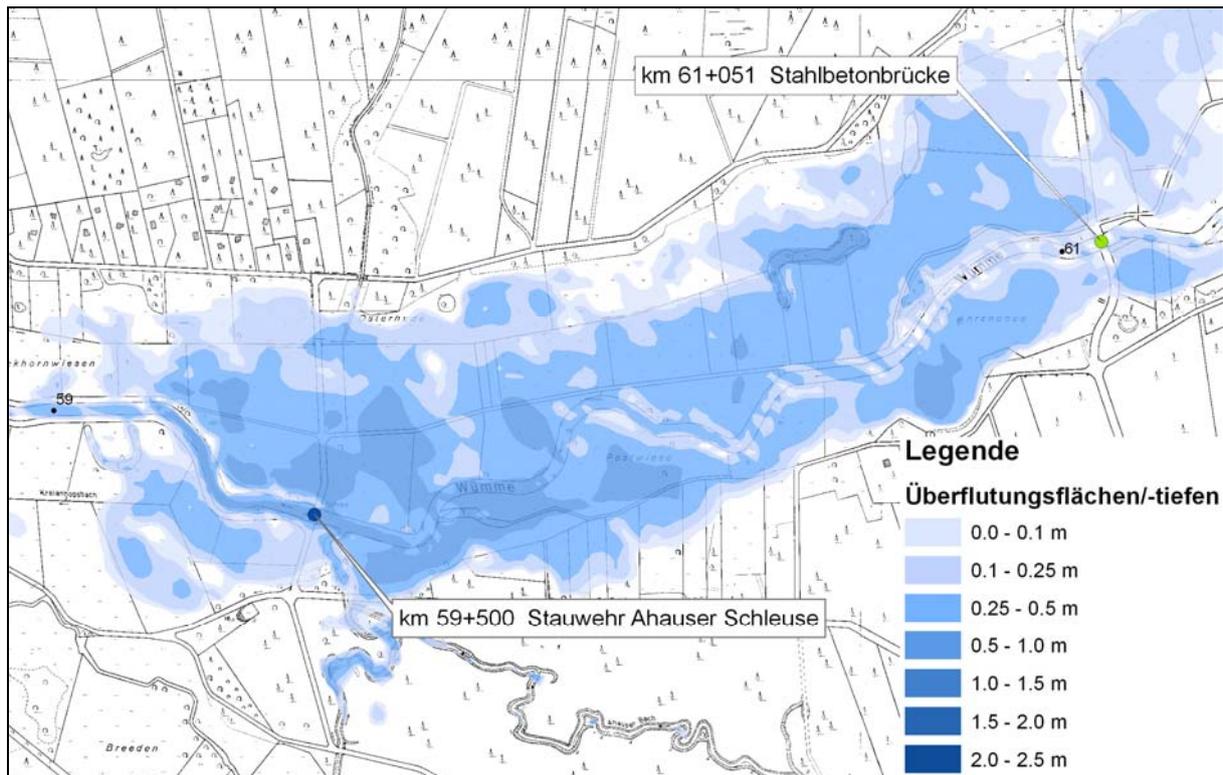


Abbildung 21: Überflutungsflächen/-tiefen gleicher, jährlicher Überschreitungsdauer ( $d_a=75$  Tage) an den Wümmequerungen bei Ahhausen

### Schienenwege

Schienenwege existieren südlich von Rotenburg/Wümme. Hier verläuft die Bahntrasse, die Rotenburg/Wümme mit Verden/Aller verbindet. Der Schienenweg quert die Wümmeeniederung in Nord-Süd-Ausrichtung bei Wümme-km 64+370/32+600 auf einem Erddamm. Dieser verfügt im Bereich des Gewässers über eine Höhe über Gelände von ungefähr 8,00 m und ist daher von den hydraulischen Veränderungen infolge einer Sohlanhebung nicht betroffen. In nördlicher Richtung verlaufend, im Bereich der Trassenzusammenführung, verläuft der Bahndamm niedriger, dennoch wird er durch Überflutungen in seiner Nutzung nicht beeinträchtigt.



Abbildung 22: Eisenbahnbrücke bei Wümme-km 64+370/  
32+600

## Brücken

Bei den im Wümme-Verlauf zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme vorhandenen Brückenbauwerken handelt es sich um die in Abbildung 21 kartierte Stahlbetonbrücke (vgl. Abbildung 23) und zwei weitere Holzbrücken (Wümme-km 67+280/35+512 und 68+185/36+405). Eine Nutzungseinschränkung an den Bauwerken ist nicht erkennbar. Weitere Hinweise zum Planungs- und Untersuchungsbedarf finden sich in Kapitel 6 (Seite 59).



Abbildung 23: Stahlbetonbrücke bei Wümme-km 61+051/29+271

---

## Stauanlagen

Eine Sohlanhebung macht keine weitere Stauung zum Zwecke der Wasserstandsregulierung erforderlich. Der mittlere Wasserspiegel übersteigt nach umgesetzter Sohlanhebung den derzeitigen mittleren Wasserspiegel. Die Anlagen verlieren damit ihre eigentliche Funktion. Der Wasserspiegellagenberechnung lag eine vollständige Öffnung der Klappenwehre bei Hellwege (Wümme-km 56+730/24+970) und Unterstedt (Wümme-km 65+500/33+680) zugrunde, während die Stauanlage bei Ahausen (Wümme-km 59+500/27+720) für die Simulation des Planungszustandes mitsamt seiner Pfeiler entfernt wurde. Neben der Wasserstandsregulierung dienen die drei Stauanlagen als Überfahrt über die Wümme. Die Bauwerke selbst werden durch die hydraulischen Veränderungen infolge einer Sohlanhebung nicht beeinträchtigt. Einschränkungen in der Befahrbarkeit ergeben sich primär durch Überflutungen des Vorlandes (siehe Abschnitt „Straßen“).



Abbildung 24: Stauanlage bei Ahausen (Wümme-km 56+730/24+970)



Abbildung 25: Klappenwehr bei Hellwege (Wümme-km 59+500/27+720)

## Einleitung der Kläranlage

Die Kläranlage Rotenburg bei Wümme-km 65+500/33+680 schlägt das gereinigte Abwasser über zwei Freigefälleleitungen in den Größen DN500 und DN300 in die Wümme ab (vgl. Abbildung 26). Es ist zu erwarten, dass die Anhebung des mittleren Wasserstandes zu einem Einstau der Leitung führt.



Abbildung 26: Einleitung aus der Kläranlage Rotenburg in die Wümme (km 65+500/33+680)

## 4.5 Landwirtschaft

### Bewirtschaftetes Grünland

Die Bewirtschaftbarkeit und der Ertrag aus landwirtschaftlichen Flächen werden durch die deutliche Erhöhung der jährlichen Überflutungsdauer in den Vorländern beeinträchtigt.

Es zeigt sich, dass insbesondere der Abschnitt zwischen Ahausen und dem Bahndamm (Wümme km 59+480/27+700 bis km 64+370/32+600) von der Erhöhung der jährlichen Überflutungsdauer betroffen ist und vorrangig dort die landwirtschaftlichen Auswirkungen besonders ausgeprägt sind. Es ist zu vermuten, dass Ackerflächen, die sich insbesondere rechtsseitig der Wümme zwischen Hassendorf und Waffensen außerhalb des Wümme-Tals befinden, ebenfalls von den Veränderungen der Grundwasserverhältnisse betroffen sind.

Von diesen Veränderungen sind insbesondere die Niederungsflächen zwischen Ahausen und Rotenburg/Wümme (Wümme km 59+480/27+700 bis km 64+370/32+600) betroffen. Auch Beeinträchtigungen durch Erhöhung der mittleren Grundwasserstände sind nicht auszuschließen. Es ist zu vermuten, dass Ackerflächen, die sich insbesondere rechtsseitig der Wümme zwischen Hassendorf und Waffensen außerhalb des Wümme-Tals befinden, ebenfalls von den Veränderungen der Grundwasserverhältnisse betroffen sind. Neben einer aufgrund der Überflutungen erschwerten Zugänglichkeit zu den Flächen verändern sich der Bodenwasserhaushalt und die Vegetationszusammensetzung. Die Überflutungen konzentrieren sich auf die Herbst- und Wintermonate, die geringen Grundwasserflurabstände und die verringerte hydraulische Kapazität der Wümme bedingen jedoch über das gesamte Jahr wiederkehrende Überflutungsereignisse und Einstauungen. Deutlich wird die Verteilung der Abflüsse bei Betrachtung der Abflussganglinie<sup>1</sup> des Wümme-Abschnitts zwischen km 59+500 und km 62+000 (km 27+720 – 30+430) (Abbildung 27). Die rote Linie kennzeichnet den Mit-

<sup>1</sup> Die Abflussganglinie des Wümme-Abschnitts zwischen km 59+500 und km 62+000 wurde ermittelt, in dem die für den Pegel Hellwege bekannten Abflüsse mit dem Faktor 0,83 versehen wurden. Einzelne Abflüsse wurden im Rahmen der Wasserspiegellagenberechnung mit der Hilfe der Einzugsgebietsgrößen und Regenspenden ermittelt. Für diese Abflüsse ergibt sich ein auf den abgelesenen Wert am Pegel Hellwege bezogener Umrechnungsfaktor, der mit 0,83 einen Mittelwert für unterschiedlich große Abflussereignisse darstellt.

telwasserabfluss in dem betrachteten Abschnitt mit  $Q = 8,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Erkennbar werden zum einen die sich im Jahreswechsel konzentrierenden hohen Abflüsse, zum anderen werden die regelmäßig auftretenden Sommerhochwässer deutlich, die ein Überschreiten des Mittelwasserabflusses mit sich bringen. Im Zusammenhang mit dieser Darstellung zeigt die Abbildung 28 die nach umgesetzter Sohlanhebung in dem vorbenannten Gewässerabschnitt auftretenden Überflutungsflächen, die sich bereits bei Mittelwasserabfluss einstellen.

Der hydraulische Anschluss des Grundwassers an die Wümme bewirkt hier den Einstau großer Niederungsflächen. Die Wümme tritt erst bei einem  $Q_b = 12 \text{ m}^3/\text{s}$  über die Ufer.

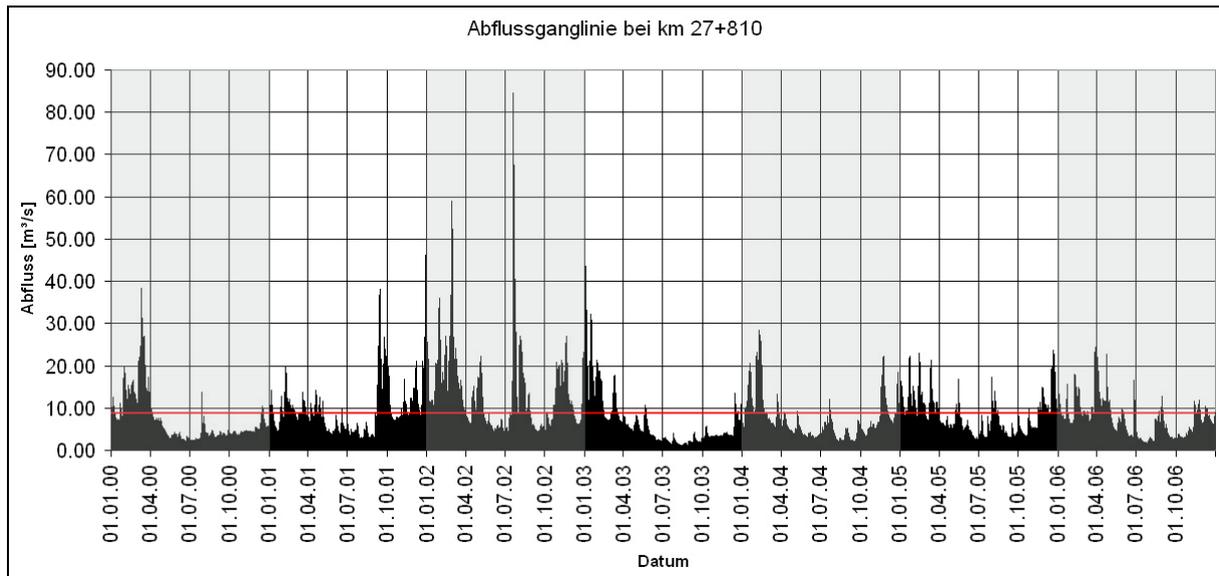


Abbildung 27: Abflussganglinie bei km 59+580/27+810 mit Kennzeichnung des Mittelwasserabflusses MQ (rote Linie)

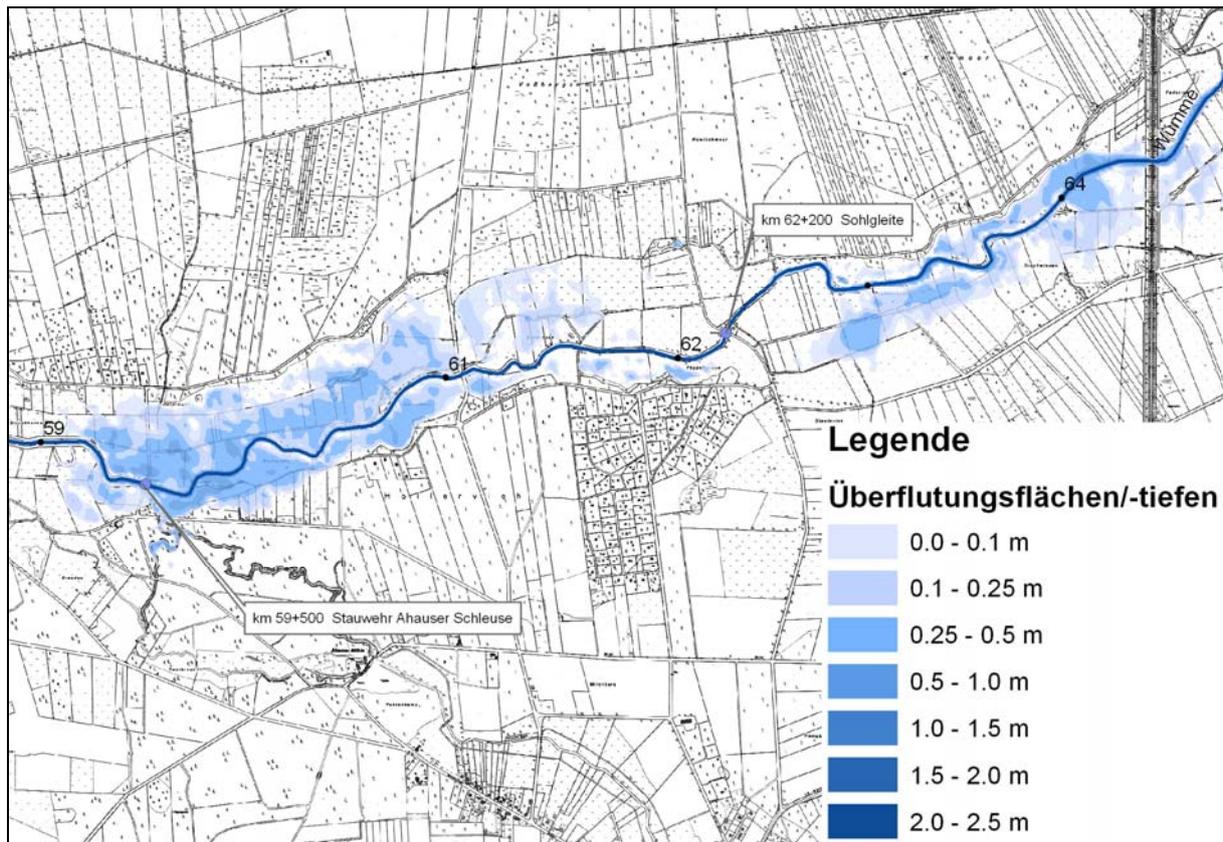


Abbildung 28: Überflutungsflächen/-tiefen bei MQ-Planung zwischen Ahausen (km 59+500/27+720) und Bahndamm (km 64+37/32+600)

In Abbildung 29 sind die im öffentlichen Eigentum befindlichen Flächen in der Wümmeniederung zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme dargestellt (grüne Flächen). Der Gewässerabschnitt von km 62+000 bis 65+500 (km 30+200 bis 33+680) (Klappenwehr Unterstedt) weist einen lückenlosen Bestand an öffentlichen Flächen auf, so dass hier im Falle der weiteren Planung einer Sohlanhebung die Handhabung der zukünftigen Flächenbewirtschaftung mit geringen Problemen behaftet sein dürfte als die Bewirtschaftung privater Flächen.

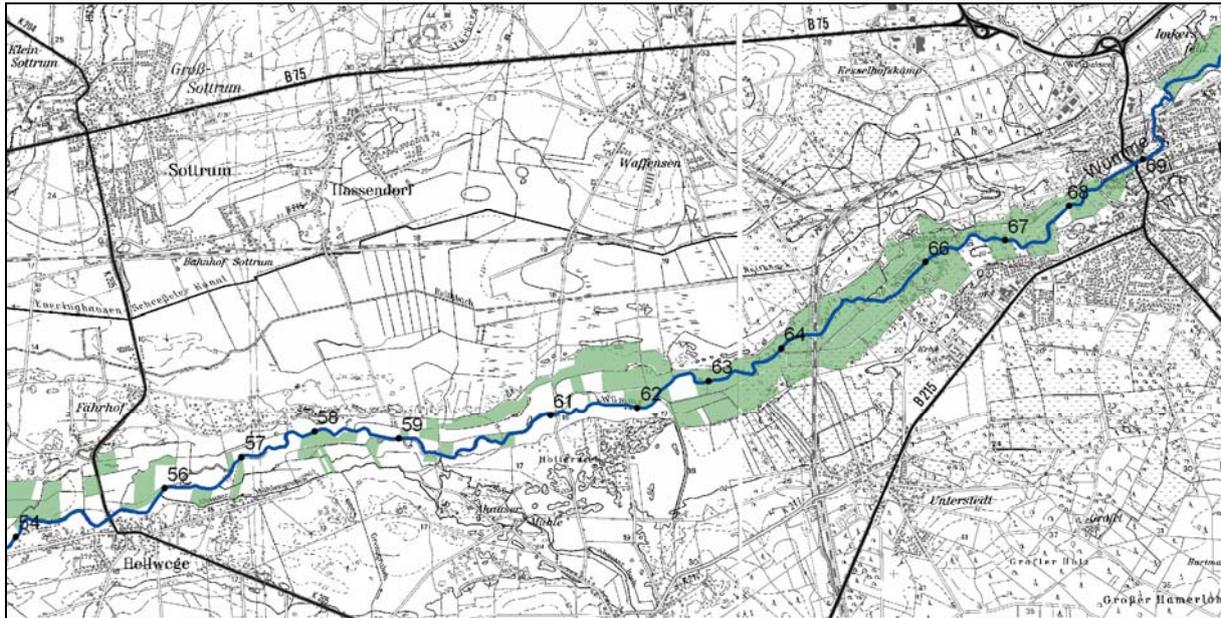


Abbildung 29: Landeseigene Flächen in der Wümmeniederung (in grün)

## Drainagen

Drainageleitungen, die der Entwässerung landwirtschaftlich genutzter Flächen dienen, können durch die Anhebung des mittleren Wasser- und Grundwasserstandes in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Zu Dräneinleitungen in die Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme existieren keine relevanten Angaben und Aufzeichnungen, sie konnten somit nicht räumlich zugeordnet werden. Im Gewässerentwicklungsplan Wümme sind Hinweise auf die Drainagen enthalten, die jedoch im Hinblick auf die Funktionseinschränkung keine näheren Aussagen zulassen.

## Vorfluter, Entwässerungsgräben

Die Vorfluter und Entwässerungsgräben als Bestandteil des Entwässerungssystems der Wümmeniederung werden als Nebengewässer der Wümme behandelt. Angaben werden hierzu im Abschnitt „Höhenanschluss an Nebengewässer“ (Seite 33) gemacht.

## 4.6 Freizeit und Erholung

Das Wümmetal zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme ist Bestandteil des FFH-Großgebiets Wümmeniederung. Es gehört darüber hinaus zu den Hauptgewässern 1. Priorität des niedersächsischen Fließgewässerschutzsystems (RASPER et al. 1991). Im regionalen wie im überregionalen Kontext gibt es daher seit langer Zeit Festlegungen und Bemühungen zum Schutz, den Erhalt und die Entwicklung der Wümmeniederung als naturnahen Lebensraum.

Als Erholungsgebiet zeichnet sich das Gebiet durch seine Ruhe und Abgeschiedenheit von Siedlung und Verkehr aus und wird durch Spazier- und Radwege zugänglich (z.B. Wümme-Radweg; [www.wuemme-radweg.de](http://www.wuemme-radweg.de)). Diese Verkehrswege können durch die Erhöhung der jährlichen Überflutungsdauer deutlich häufiger im Jahr unzugänglich sein als im bisherigen Zustand.

Das sog. „Wasserwandern auf der Wümme“ wird auf vom Touristikverband Landkreis Rotenburg (Wümme) als Freizeitaktivität angepriesen. Die Staubauwerke können gegenüber

---

den derzeitigen Verhältnissen durchfahren werden. Zu Einschränkungen kann es im Falle hoher Wasserstände und damit zu geringem Freiraum im Bauwerk kommen.

---

## 5. Maßnahmen zur Sohlanhebung

### 5.1 Mögliche Maßnahmen zur Sohlanhebung in Fließgewässern

Zur Anhebung von Fließgewässersohlen steht eine Reihe an Methoden zur Verfügung, die mit einem aktiven Sohlmaterialeintrag, mit der Nutzbarmachung des gewässereigenen Geschiebetransports oder Laufverlegungen verbunden sind.

Mit einem flächenhaften Eintrag von Geschiebematerial über gesamte Gewässerabschnitte setzt eine ökologische Wirkung unmittelbar ein. Die direkte Sohlanhebung hat sofortigen Einfluss auf die Wasserstände, darüber hinaus kann die Kornzusammensetzung des eingebrachten Materials den ökologischen Anforderungen angepasst werden und bewirkt somit eine Aufwertung des Lebensraumes in der Gewässersohle.

Neben dieser meist kostenträchtigen Maßnahmenart werden häufig lokale Maßnahmen umgesetzt, die über eine Schwellenfunktion zur Ablagerung des im Gewässer transportierten Geschiebes führen sollen. Diese Maßnahmen unterscheiden sich in Bauart und Materialwahl. Sohlstabilisierende bzw. sohlanhebende Wirkung haben z.B. Sohlgleiten, Kiesbetten, Sohlwellen, Grundswellen oder Totholz. Profilaufweitungen mit der Folge der Querschnittvergrößerung fördern durch herabgesetzte Fließgeschwindigkeiten die Sedimentationsvorgänge im Wasserkörper. Insbesondere die Wiederanbindung von Auenflächen und ein damit verbundenes Heraufsetzen von Überschwemmungshäufigkeiten verringern den hydraulischen Druck auf die Gewässersohle und fördern die Ablagerung von Sedimenten. Weitere ökologische und hydraulische Grundlagen zu den hier beschriebenen Maßnahmen finden sich in DICKHAUT, SCHWARK & FRANKE 2006.

Nachfolgend werden in der Praxis übliche Maßnahmenarten beschrieben:

#### **Materialeinbringung**

Die Anhebung der Gewässersohle erfolgt über das Einbringen von naturraumtypischem Bodenmaterial in das Gewässer. Eine Modellierung der Gewässersohle ist nicht notwendig, da das Gewässer das eingebrachte Material infolge von Erosions- und Sedimentationsprozessen weitgehend eigendynamisch verteilt. Bei der Wahl des einzubringenden Bodens ist darauf zu achten, dass es sich um ein Material mit naturraumtypischer Kornzusammensetzung handelt. Im Zuge der Kostenminimierung von Renaturierungsmaßnahmen sollte nach Möglichkeit Bodenmaterial aus dem unmittelbaren Umfeld verwendet werden. Bei der Massenbilanzierung ist stets ein Auswaschungsverlust zu berücksichtigen (KERN 1998). Die neu geschaffene Gewässersohle ist vor wieder einsetzender Sohlerosion zu schützen. Wenn die Umlagerungsprozesse im Gewässerbett nicht zu der Ausbildung einer erosionsstabilen Deckschicht führen, sind weitere begleitende Maßnahmen zum Schutz vor wiedereintretender Sohlerosion zu ergreifen.

#### **Anlegen von Geschiebedepots**

Geschiebedepots bestehen aus grobkörnigen, mineralischen Steinschüttungen, die lokal an einer strömungsexponierten Stelle im Gewässer bzw. am Gewässerrand eingebaut werden.

Bei Hochwasserabflüssen wird Material aus dem Depot erodiert und vom Gewässer selbstständig auf der Gewässersohle verteilt. Das sortierte Material trägt zur Stabilisierung und Anhebung der Gewässersohle bei. Üblicherweise werden Geschiebedepots in Gewässerab-

schnitten angelegt, in denen ein Geschiebedefizit vorherrscht und daher die erodierte Sohle nicht durch gewässereigenes Material wieder aufgefüllt werden kann. In Erosionsstrecken mit ausreichendem, jedoch feinkörnigem Geschiebenachschub von oberstrom unterstützten Geschiebedepots die Deckschichtbildung.

### Grundswellen

Grundswellen sind auf der Gewässersohle aufliegende Querriegel, die sich über den gesamten Fließquerschnitt erstrecken. Sie verringern oberwasserseitig den hydraulischen Druck auf die Gewässersohle und fördern durch Schwellenwirkung und Herabsetzung von Fließgeschwindigkeiten die Sedimentation des im Gewässer transportierten Materials. Grundswellen werden häufig als Steinschüttung hergestellt und zum Teil mit Pfählen gesichert. Daneben gibt es Grundswellen, in denen als Material lagegesichertes Totholz, Holzschwelen oder Holzpfahlreihen Verwendung finden. Während die Schwellenhöhe über Gewässersohle zum Beibehalt der ökologischen Durchgängigkeit auf ca. 20 cm begrenzt werden sollte (LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT RHEINLAND-PFALZ 2003), besteht die Möglichkeit einer phasenverschobenen Einbringung von Grundswellen, um das Maß der Sohl-anhebung zu erhöhen (vgl. Abbildung 30).

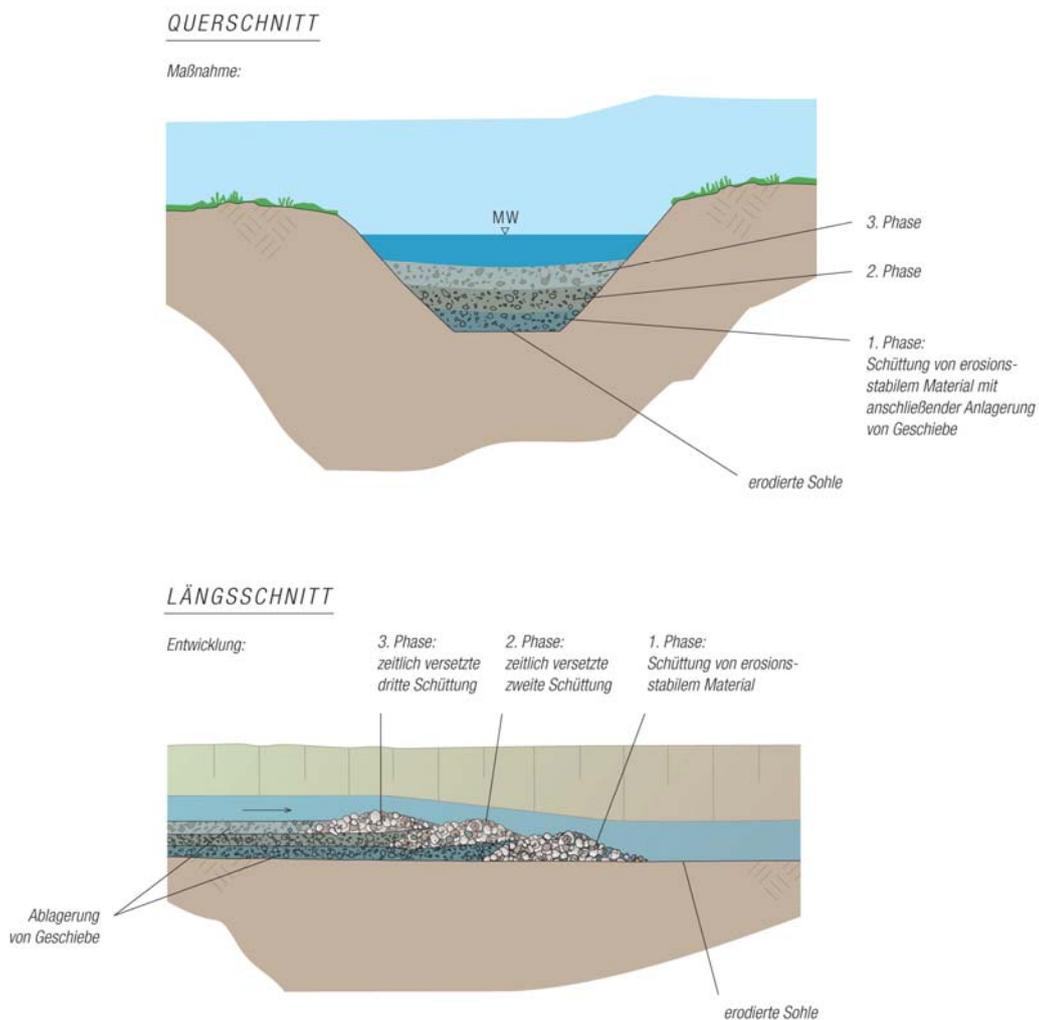


Abbildung 30: Mehrmaliges Einbringen von Grundswellen (LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT RHEINLAND-PFALZ 2003)

## Sohlschwellen

Sohlschwellen unterscheiden sich von den Grundschwellen dadurch, dass sie bündig mit der Gewässersohle abschließen und nicht über die Gewässersohle hinausragen. Damit dienen sie im Wesentlichen der Stabilisierung der Gewässersohllage. Sie werden häufig in tiefererosionsgefährdeten Gewässern eingesetzt, um eine weitere Eintiefung zu unterbinden und sind den Grundschwellen in ihrer Konstruktion weitgehend gleich.

## Sohlgleiten

Sohlgleiten haben den eigentlichen Zweck, einen Gefällesprung in der Gewässersohle auf die Weise zu überbrücken, dass die ökologische Durchgängigkeit für aquatische Organismen, Fische wie Makrozoobenthos, wiederhergestellt wird. Man unterscheidet die geschüttete (lockere) Bauweise, die Riegelbauweise und die Blocksteinbauweise, die jedoch für die Fließcharakteristika norddeutscher Tieflandgewässer nicht von Belang ist.

In der Praxis ist es üblich, ggf. die Gleitenkrone auf ein Höhenniveau einzustellen, auf dem ein oberwasserseitiges Stauziel eingehalten werden kann. Die Sohlgleite dient somit neben der Herstellung der Durchgängigkeit auch der Regelung von Wasserständen und kann als Stützschwelle (oder Stützwehr) (DVWK 1996) die Funktion von technischen (festen) Staubauwerken übernehmen, ohne das Fließgewässerkontinuum zu beeinträchtigen. Sie hat darüber hinaus durch ihre Steinschüttung eine erosionsverhindernde Wirkung und kann nach dem zuvor beschriebenen Schwellenprinzip eine oberwasserseitige Sedimentation und damit die Sohlanhöhung fördern. In der Planung von als Stützschwellen ausgebildeten Sohlgleiten ist ein mögliches Geschiebedefizit im Unterwasser zu berücksichtigen, durch das das Feststofftransportgleichgewicht beeinträchtigt werden kann. Es entsteht auf diese Weise die Gefahr der Ausbildung von unterhalb gelegenen Erosionsstrecken.

Abbildung 31 zeigt in einer schematischen Darstellung den Ersatz eines technischen Querbauwerkes durch eine Sohlgleite.

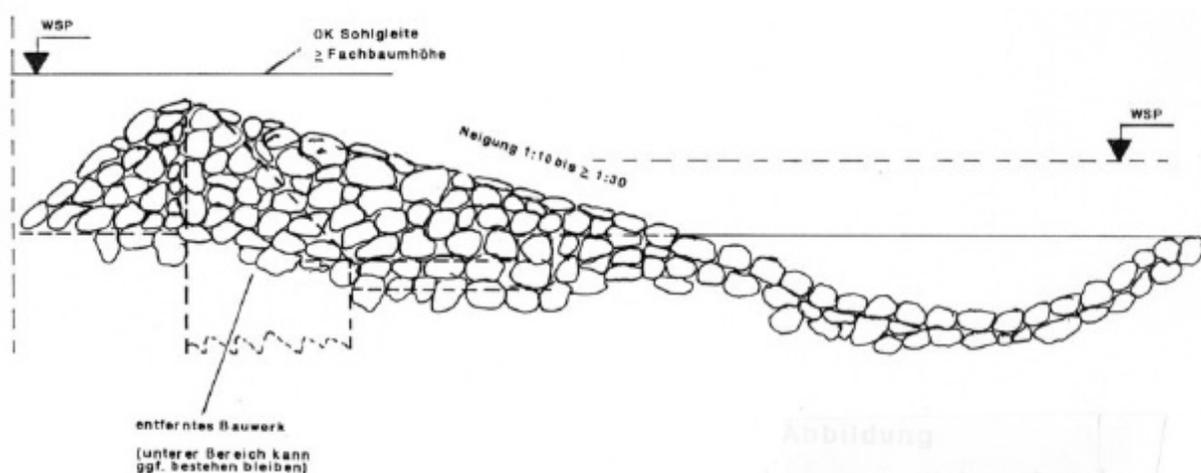


Abbildung 31: Beispiel einer umgestalteten Wehranlage unter vollständiger Entfernung des bestehenden Querbauwerkes (Skizze ohne Maßstab) (SCHRÖDER 2000)

---

## Kiesbetten

Kiesbetten sind Stein- oder Geröllschüttungen, die auf die Gewässersohle aufgebracht werden. Häufig dienen sie im Rahmen von Renaturierungsprojekten als strukturbildendes Merkmal und der ökologischen Aufwertung strukturverarmter Gewässersohlen. Der Porenraum von Kiesbetten stellt für viele Fisch- und Makrozoobenthosarten einen wichtigen Lebensraum dar (Altmüller & Dettmer 1996, JUNGWIRTH et al. 2003). Er dient zahlreichen Fischarten als Laichhabitat, während einige Fischarten die im Bereich kiesiger Sohlen auftretenden geringeren Fließgeschwindigkeiten zum temporären Aufenthalt nutzen (BRUNKEN 2006). Neben den ökologischen Funktionen haben Kiesbetten bei entsprechender Schichtauflage insbesondere in sanddominierten Gewässerabschnitten eine sohlstabilisierende Wirkung und können das Fortschreiten von Erosionsprozessen in der Gewässersohle reduzieren bzw. verhindern.

Materialumlagerungen und –verteilungen im Gewässerbett werden im Wesentlichen durch Schleppspannungen in der Gewässersohle hervorgerufen. Um die Funktion künstlich eingebrachter Kiesbetten zu erhalten, kann daher eine Stabilisierung notwendig werden. Diese erfolgt i.a. durch den Einsatz von Pfahlreihen oder Steinschüttungen mit entsprechender Widerstandskraft. Die Konstruktion erfolgt damit häufig analog zu dem Prinzip der Grund- und Sohlswellen. In Abhängigkeit der Zielvorgaben sind die Grenzen dieser Konstruktionstypen zueinander fließend.



Abbildung 32: Buschkiste mit Laichbett (Michael Ahne)

## Totholz

Totholz ist in vielen Fließgewässern ein natürliches Strukturmerkmal. Das Vorhandensein von Totholzelementen im Fließquerschnitt kann erheblichen Einfluss auf die lokalen hydraulischen Verhältnisse haben. Die Auswirkungen auf die Strömungssituation sowie auf Sedimentations- und Erosionsvorgänge sind je nach Lage, Größe, Ausrichtung, Art (Stämme, Astwerk, Buschwerk etc.) und Stabilisierung der Totholzelemente unterschiedlich ausgeprägt. Strömungskonzentrationen und –auslenkungen können zu Auskolkungen, Ausspülungen oder auch zu Erosionsangriffen auf die Ufer führen. Je nach Lage im Gewässer fördert

Totholz in strömungsberuhigten Bereichen jedoch auch die Entstehung von Bänken und die oberwasserseitige Sedimentablagerung. Ähnlich den vorgenannten Maßnahmentypen kann Totholz eine sohlstabilisierende Wirkung ausüben und das Gewässerbett vor weiterer Eintiefung schützen. Grundsätzlich ist die morphologische Entwicklung und Veränderung in Gewässerabschnitten mit entsprechendem Totholzinventar als hochdynamisch einzustufen. Sie ist abhängig von Faktoren wie dem Abflussregime, dem Gefälle, den Geschiebemengen und der Erosionsbeständigkeit der Ufer und der Gewässersohle und wird durch natürliche Umlagerungen sowie Akkumulationen von Geschwemmsel und weiterem organischen Material beeinflusst. Über eine Lagestabilisierung von Totholzelementen im Gewässer ist im individuellen Fall zu entscheiden.

Totholz spielt als Lebensraum für die Biozöosen im Fließgewässer eine entscheidende Rolle (vgl. KAIL & HERING 2003) und weist durch eine Vielzahl an Wechselwirkungen ein hohes ökologisches Potenzial auf.

### Profilaufweitung

Gewässerprofilaufweitungen haben eine Vergrößerung der durchflossenen Querschnittfläche zur Folge. Damit geht eine Verringerung der Fließgeschwindigkeiten einher, die die Ablagerung von mitgeführten Sedimenten zur Folge hat. Bei richtiger Dimensionierung der Gewässeraufweitung stellt sich ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Ablagerung und Weitertransport in der aufgeweiteten Strecken ein (PATT et al. 1998). Eine Gewässeraufweitung erfordert ausreichend verfügbaren Platz im Uferbereich, der nicht nur durch den Bau, sondern u.U. auch durch die weitere morphologische Entwicklung infolge Sediment- und Strömungsverlagerungen in Anspruch genommen werden kann. Eine stabile Konstruktion kann eine (möglichst ingenieurbioologische) Sicherung der Ufer erforderlich machen.

Die Auflandung in der Aufweitungsstrecke führt i.d.R. zu einer Gefälleerhöhung im unterwasserseitigen Anschluss an den eingegengten Gewässerabschnitt und zur Ausbildung eines Kolkes (PATT et al. 1998), dessen Sohlniveau sich in der Folge unterhalb der erodierten Sohlage befindet (Abbildung 33).

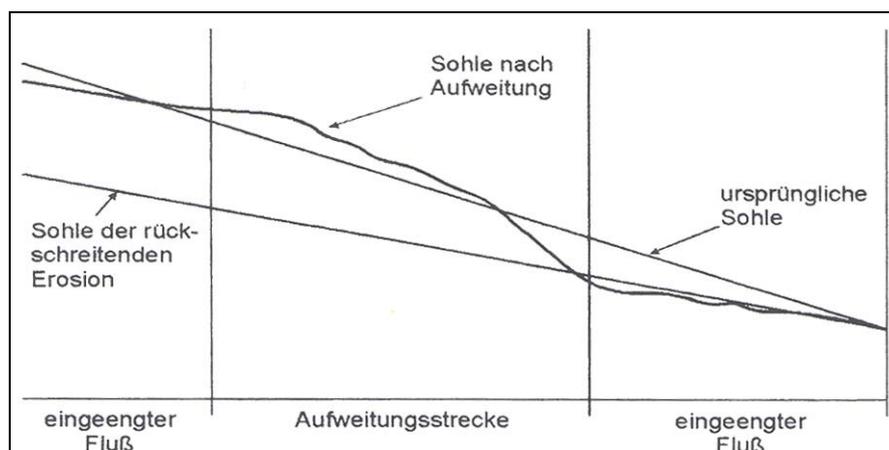


Abbildung 33: Auswirkungen einer Gewässeraufweitung auf die Gewässersohle (PATT et al. 1998)

---

## Anschluss von Altarmen/ Flutmulden

Altarme sind natürlicher Bestandteil der morphologischen Entwicklung mäandrierender Fließgewässer. Sie entstehen durch Gerinneverlagerungen und Sedimentumlagerungsprozesse. Der Strömungsangriff auf die Ufer und die damit verbundene laterale Verlagerung des Gewässers kann schließlich zur vollständigen Abtrennung von Fluss-Schleifen führen.

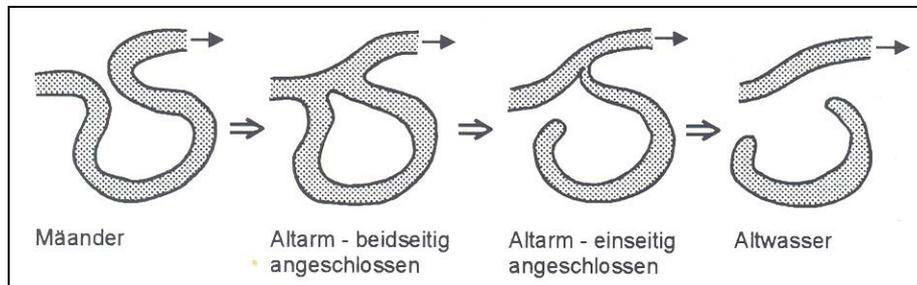


Abbildung 34: Entwicklung von Altgewässern (PATT et al. 1998, nach DVWK 1991)

Dies kann zu einer lokalen Erhöhung des Fließgefälles führen, worauf das Gewässer mit einer Anpassung an die morphologischen Verhältnisse reagiert.

Im Zuge von Gewässerausbaumaßnahmen sind vielerorts Altarme vom Hauptgewässer abgeschnitten worden, um die hydraulische Leistungsfähigkeit zu erhöhen und landwirtschaftliche Flächen effizienter nutzen zu können.

Mit der Wiederanbindung von Altarmen können verschiedene Ziele verfolgt werden. Die künstliche Gerinneverlagerung in den Altarm bei gleichzeitigem Verschluss des ausgebauten Gerinneabschnitts führt in den meisten Fällen zu einer Verringerung des Sohlgefälles durch Laufverlängerung und damit zu einer Reduzierung des hydraulischen Drucks auf die Gewässersohle. Vielfach dient in dieser Variante das abgetrennte Ausbaugerinne als Flutmulde bzw. Entlastungserinne. Es verfügt meist über eine Überlaufschwelle, die erst im Hochwasserfall anspringt und einen Anteil des Abflusses in das ehemalige Hauptgerinne abschlägt (Abbildung 35).

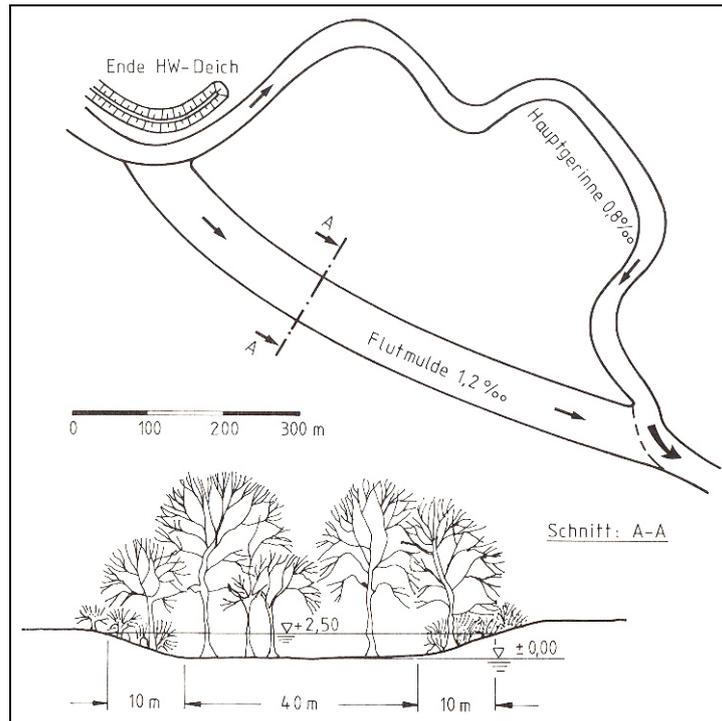


Abbildung 35: Beispiel einer Flutmuldenlösung (LANGE & LECHER 1993)

Werden Hauptgerinne und Altarm gleichzeitig und permanent durchflossen, wird der Fließquerschnitt i.d.R. maßgeblich erhöht und es kommt, ähnlich der vorherbeschriebenen Gewässeraufweitung, zu Auflandungserscheinungen. Um einer vollständigen Auflandung des Altarms entgegenzuwirken, können konstruktive Anpassungen erforderlich sein.

Eine weitere häufig angewandte Maßnahmenvariante stellt der unterwasserseitige Wiederanschluss eines Altarms an ein Fließgewässer dar. Der Altarm nimmt somit nicht direkt am Abflussgeschehen teil, sondern erfährt lediglich schwankende Wasserstände. Er stellt infolge eigendynamischer Entwicklung und Sukzession wertvollen Lebensraum, Rückzugs- und Überwinterungsgebiet für amphibische und aquatische Gewässerorganismen dar (vgl. SCHNEIDER & KORTE 2005), hat jedoch keinen Einfluss auf die hydraulischen und sedimentologischen Verhältnisse im Gewässer.

### Zurücklegung, Öffnung bzw. Entfernen von Verwallungen

Verwallungen an Fließgewässern sind vielfach künstlich angelegt worden, um die hydraulische Kapazität des Gerinnes zu erhöhen und die Überflutungshäufigkeit herabzusetzen. Daneben ist die Ausbildung von Uferdämmen (häufig auch als „Uferrehnen“ bezeichnet) ein natürlicher Prozess, der sich infolge von Strömungsturbulenzen im Bereich der Böschungsoberkante bei Überflutungsereignissen einstellen kann. Wie in Abbildung 36 dargestellt, erreicht die Fließgeschwindigkeit (links im Bild als Diagramm über die Fließtiefe) auf der Höhe des Wasserstandes bei bordvollem Abfluss zunächst ein Maximum und bricht anschließend aufgrund von Turbulenzen an der Kontaktfläche zur Vorlandströmung sowie durch meist deutlich höhere Rauigkeiten im Vorland ein. Hier kommt es zur Sedimentation mitgeführter Feststoffe.

Die Zurücklegung der Verwallung in den Vorlandbereich bzw. die Einebnung von Verwallungen lässt das Gewässer bei Hochwasserereignissen geringerer Jährlichkeit als vorher über die Ufer treten. Eine unmittelbare Folge ist die weitgehende Begrenzung der Fließtiefe durch die Verteilung eines Teils des Hochwasserabflusses auf die Vorländer. Die Feststofftransportkapazität nimmt damit ab. Weiterhin werden Feststoffe in die Aue gespült, sedimentieren dort und stehen nicht mehr dem Geschiebehaushalt des Gewässers zur Verfügung.

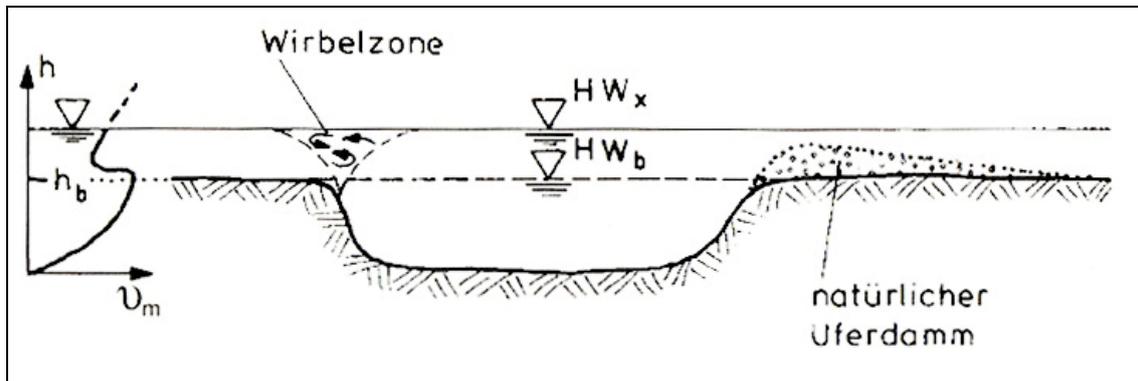


Abbildung 36: Entstehung eines natürlichen Uferdamms im Querprofil (rechts) und Ausbildung einer Wirbelzone (links) bei einer Ausuferung (Schröder & Römisch 2000)

## 5.2 Hinweise zur räumlichen Verortung ausgewählter Maßnahmen

Die räumliche Verortung einzelner, für eine Sohlanhebung notwendiger Maßnahmen ist integraler Bestandteil eines Gewässerentwicklungskonzepts, welches für ein Projekt dieses Umfangs in entsprechendem Detaillierungsgrad zu erarbeiten ist. Das Konzept berücksichtigt Faktoren der Bereiche Hydraulik, Hydrologie, Sedimentologie, Gewässerökologie sowie die vielfältigen Gewässernutzungen.

Inwieweit z.B. eine bestehende Wehranlage belassen werden kann, um- oder rückgebaut oder ersetzt werden sollte, ist eine Einzelfallentscheidung und sollte unter Berücksichtigung relevanter Kriterien im Rahmen einer Variantenuntersuchung geklärt werden.

Wesentliche Kriterien könnten in diesem Zusammenhang sein:

- (negativer) Einfluss des Bauwerks auf die gewünschte Sohlanhebung
- Einfluss des Bauwerks auf die mittleren Fließgeschwindigkeiten
- (schädlicher) Rückstau durch das Bauwerk
- Unterbrechung des Längskontinuums im Sohl- und Uferbereich
- Lagefixierung des Gerinnes
- Nutzung des Bauwerks als Überfahrt über das Gewässer
- Umgang mit der dazugehörigen Ausbaustrecke
- Kostenaspekte
- weitere ökologische Auswirkungen

Konkreten Vorschlägen für Maßnahmenstandorte bzw. zu einer räumlichen Abgrenzung der Maßnahmenumsetzung sollten grundsätzliche Überlegungen zur Standorteignung vorangestellt werden. Im Folgenden wird daher auf einige Aspekte hingewiesen, die den Entscheidungsprozess beeinflussen:

---

## **Prioritäre Gewässerabschnitte für die Maßnahmenumsetzung**

Die Maßnahmenumsetzung erfolgt üblicherweise zeitlich versetzt in Teilabschnitten. Hierbei ist zu beachten, dass die Gewässersohle am unterwasserseitigen Ende eines renaturierten Abschnitts rampen- bzw. gleitenartig auszubilden ist, um den angehobenen Abschnitt vor rückschreitender Erosion zu schützen und die ökologische Durchgängigkeit zu erhalten.

Darüber hinaus ist von einem Rückstau in noch nicht betroffene Gewässerabschnitte auszugehen, dessen Auswirkungen in die Planung einbezogen werden müssen.

## **Anteil der im Gewässer transportierten, nutzbaren Geschiebemengen**

Die Wümme verfügt über ein hohes Feststoffaufkommen, welches maßgeblich durch die im Untersuchungsabschnitt auftretenden Erosionsprozesse bestimmt wird. Jedoch erfolgen auch aus dem an die Wümme oberhalb Rotenburgs angeschlossenen Einzugsgebiet Feststoffeinträge in das Bearbeitungsgebiet, die für eine Sohlanhebung genutzt werden können. Dittrich et al. (2005) haben sich im Rahmen einer sedimentologischen Untersuchung an der Wümme bereits mit der Fragestellung auseinandergesetzt, wie sich die Feststoffmengen in der Wümme zusammensetzen. Demnach liegen erste Erkenntnisse vor (vgl. Kapitel 2.1.2), die für weitere Berechnungen bzw. Abschätzungen genutzt werden können. Im Zusammenhang mit den Feststofftransport- und Sedimentationsberechnungen treten Fragen auf, von denen einige wesentliche im Kapitel 6 (Seite 59) benannt werden.

## **Ortsnahes Bodenmaterial**

Die Wümme verfügt in weiten Teilen des Untersuchungsgebiets über Verwallungen mit Höhen zwischen 30 und 40 cm, die im Zuge der Ausbaumaßnahmen an der Wümme angelegt wurden oder durch natürliche Uferrehnenbildung entstanden (vgl. Abschnitt „Zurücklegung, Öffnung bzw. Entfernen von Verwallungen“, Seite 54). Das Entfernen der Verwallungen wirkt sich positiv auf das Überflutungsgeschehen aus. Das mineralische Bodenmaterial der Verwallungen kann ortsnah für die Einbringung in die Gewässersohle genutzt werden.

## **Mögliche Zustandsverbesserung für die Qualitätskomponenten gemäß EU-WRRL**

Die Sohleintiefung an der Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme stellt ein strukturelles Defizit dar, das die Lebensraumentwicklung in der Wümmeniederung maßgeblich hemmt. Mit der Anhebung der Gewässersohle auf ein naturnahes Niveau sind Veränderungen zu erwarten, die sich über alle im Anhang V der EU-WRRL benannten Qualitätskomponenten in unterschiedlichem Ausmaß erstrecken (biologisch, hydromorphologisch, chemisch-physikalisch).

Im Hinblick darauf sollten die Möglichkeiten der Zustandsverbesserung für Qualitätskomponenten in die Überlegungen einbezogen werden. In Frage kommen dabei z.B.:

- (Wieder-)Herstellung der Durchgängigkeit/ Einbeziehung der Wanderbarrieren (Stauanlagen) in die Maßnahmenplanung
- Wiederanbindung an die Aue/ Revitalisierung geeigneter Auenflächen
- Wiederanschluss von Altarmen zur Verbesserung des Wasserhaushalts und der Gewässerstruktur

---

## Hydromorphologische und hydraulische Randbedingungen

Neben den vorbenannten Kriterien sind vor allen Dingen die hydromorphologischen und hydraulischen Gegebenheiten für eine effiziente Maßnahmenumsetzung entscheidend. Unter Beachtung der Gewässergeometrie (mit den Parametern Einschnitttiefe, Gewässerbreite, Sohlgefälle), der jeweiligen Strömungssituation (Fließgeschwindigkeiten, Turbulenzen), den Bewuchs- sowie den Boden- und Sohlsubstratverhältnissen können Maßnahmen gewählt werden, mit denen die Sedimentationsprozesse optimiert werden können.

Beispiele können hierfür sein:

### Nutzung/ Integration der Staubauwerke in das Maßnahmenkonzept

Wie aus dem Längsschnitt ersichtlich, haben die Stauanlagen mit der überhöhten Lage der Bauwerkssohlen im Gerinne im derzeitigen Zustand eine Schwellenfunktion. Die derzeitigen Abflussverhältnisse und die Steuerung der Stauanlagen verhindern jedoch eine dauerhafte Sedimentation und Anhebung der Gewässersohle. Die Anlagen bzw. die Bauwerkssohlen können grundsätzlich Bestandteil eines Maßnahmenkonzepts sein. Die derzeit noch vorhandenen Staubauwerke sind in Tabelle 2 (Seite 10) aufgelistet.

### Altarme

Im Zuge der Ausbaumaßnahmen an der Wümme im 20. Jahrhundert sind diverse Durchstiche hergestellt worden, mit denen Mäanderschleifen vom Hauptgewässer abgetrennt wurden (vgl. Abbildung 3, Seite 6 und Abbildung 37)



Abbildung 37: Projektierte Durchstiche an der Wümme bei km 65+800/34+000 (Ausschnitt aus: Entwurf zur Wümmeregulierung von 1919, Lageplan 1:5000)

Gegenüber dem ursprünglichen Verlauf der Wümme, der sich aus der Kurhannoverschen Landesaufnahme von 1770 ergibt, wurde die Wümme im Bearbeitungsgebiet damit maßgeb-

lich verkürzt.

Der Wiederanschluss von Altarmen an ein Fließgewässer eignet sich in der Regel, den Gewässerverlauf zu verlängern und mit Hilfe einer Gefällereduzierung Fließgeschwindigkeiten und den hydraulischen Druck auf die Gewässersohle zu verringern. Im Bearbeitungsgebiet befinden sich Altarme, die sich grundsätzlich für eine Wiederanbindung eignen.

Im Rahmen dieser Untersuchung sind vier Altarme stichprobenhaft vermessen worden. Die Dicke der in den Profilen befindlichen Schlammauflage wurde abgeschätzt und die oberen Lagen auf ihre mineralische Zusammensetzung untersucht. Die Lage der untersuchten Altarme ist in den Lageplänen gekennzeichnet (vgl. Abbildung 38, Anlage 2 und 5).

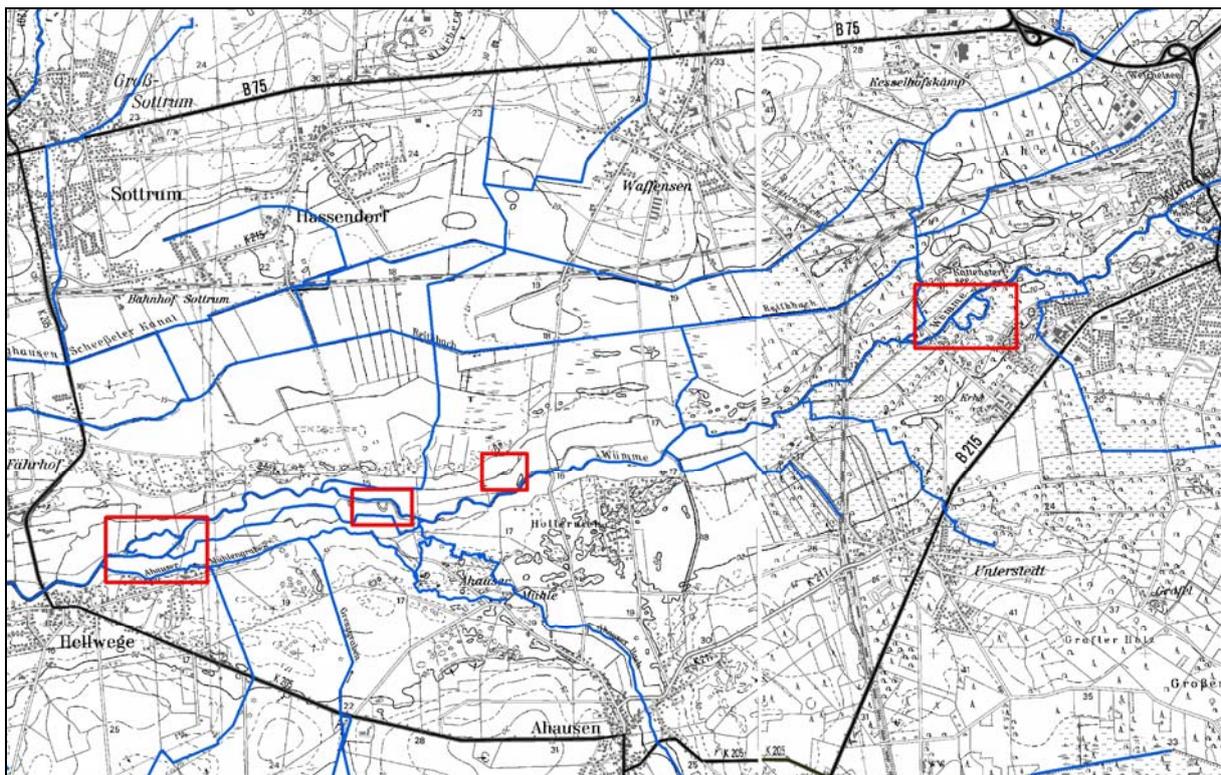


Abbildung 38: Lageplan der Altarme (rote Umrahmung)

Während der Altarm bei Wümme-km 56+500/24+700 zu keiner Laufverlängerung führt, sind die anderen untersuchten Altarme für eine lokale Gefällereduzierung geeignet. Der Altarm bei Wümme-km 65+800/34+000 verlängert den Gewässerlauf von 315 auf 860 m, der Altarm bei Wümme-km 59+100/27+300 von 80 auf 235 m.

Die Gerinne der Altarme sind in der Regel 2,50-3,00 m ins Gelände eingeschnitten (bis zum mineralischen Untergrund). Die Altarme verfügen über eine Schlammauflage mit einer Schichtdicke zwischen 50 und 100 cm. Die Zusammensetzung des Materials ist in Anhang IV dargestellt. Im Fall einer weiteren Planung des Wiederanschlusses dieser Altarme ist zu prüfen, ob ein durch den Aushub des Schlammmaterials entstehender bautechnischer Aufwand zu vertreten ist oder alternative Möglichkeiten für einen Wiederanschluss bestehen. Naturschutzfachliche Randbedingungen sind in diese Planung einzubeziehen.

---

## 6. Hinweise für weiteren Untersuchungs- bzw. Planungsbedarf

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der Sohlanhebung der Wümme, durch die Veränderungen im Gebietswasserhaushalt, in der Abflussdynamik und dem Feststofftransportgeschehen hervorgerufen werden. Andere Maßnahmen, die ebenfalls einen Beitrag zur Annäherung an die natürlichen Verhältnisse in der Wümmeniederung leisten, bleiben an dieser Stelle weitgehend unberücksichtigt. Zu diesen Maßnahmen gehören u.a. ein entsprechendes Regenwassermanagement im Einzugsgebiet für einen vermehrten lokalen Rückhalt des Niederschlagswassers, die Anpassung des Gebietswasserhaushalts durch Wiederanbindung bzw. Trennung von Nebengewässern, Altarmen und Stillgewässer oder die Behandlung von Sedimenteintragsquellen aus der Fläche (vgl. DICKHAUT et al. 2007). Diese und andere Maßnahmen sind wichtige Bestandteile eines integralen Gewässerentwicklungskonzepts für die Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme und sollten in der wasserwirtschaftlichen Fachplanung Berücksichtigung finden. NLWKN VERDEN & SCHNEIDER-HÖKE (2000) weisen in dem Gewässerentwicklungsplan ebenfalls auf diese Notwendigkeit hin.

In diesem Kapitel werden Hinweise gegeben, welche Aspekte in der weiteren Planung berücksichtigt und näher untersucht werden sollten.

### Technische/infrastrukturelle Aspekte

- Überprüfung von Problempunkten der Siedlungsentwässerung:  
In welchen Bereichen führt eine Sohlanhebung zu Beeinträchtigungen der Entwässerungseinrichtungen?
- Brückenanpassung:  
Die Anhebung des mittleren Wasserstandes führt zu einem veränderten hydraulischen Angriff auf Brückenbauwerke. Daher ist die Frage zu klären, inwieweit eine bauliche Anpassung der Bauwerke notwendig ist, um die Standsicherheit zu gewährleisten und Ausspülungen/Auskolkungen zu vermeiden.
- Stauanlagen:  
Die Stauanlagen verlieren nach Erreichen des Zielzustandes ihre Funktion. Sie haben eine querschnittsreduzierende und lauffixierende Wirkung. Neben der Stauhaltung dienen sie der Überquerung der Wümme. Die Staubauwerke können entsprechend den hydraulischen Anforderungen baulich angepasst, durch Brücken ersetzt oder entfernt werden.
- Versorgungsleitungen:  
In der Wümmeniederung verlaufen Versorgungsleitungen wie z.B. Gas- oder Wasserleitungen. Es ist zu untersuchen, inwieweit diese Leitungen von der Maßnahme betroffen sind
- Befahrbarkeit von Straßen und Wegen/ Zugänglichkeit von gewässernahen Flächen:  
Der Einstau bzw. die Überflutung von Vorlandflächen schränkt die Befahrbarkeit von Straßen und Wegen zeitlich ein, ebenso werden gewässernahe Flächen zeitweise unzugänglich. Vor diesem Hintergrund ist zu klären, inwieweit auf die Querung der Wümme in Teilbereichen, insbesondere über die Wintermonate, verzichtet werden und die Flächenbewirtschaftung eingeschränkt werden kann

### Hydrogeologische Aspekte

Wie bereits im Abschnitt „Grundwasserverhältnisse“ (Seite 32) des Kapitels 4.1 beschrieben, existieren bisher keine Daten zu den derzeitigen Grundwasserverhältnissen in der

---

Wümmeniederung zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme. Aussagen zu den hydrogeologischen Gegebenheiten sowie die Prognose der zu erwartenden Veränderungen infolge einer Sohlanhebung sind für die Realisierbarkeit einer solchen Maßnahme hinsichtlich sensibler Bereiche wie Siedlungen oder auch landwirtschaftliche Flächen entscheidend.

Es ist abzuwägen, welcher Detaillierungsgrad für eine nähere Untersuchung notwendig ist und welche Teilabschnitte möglicherweise besonders sensibel reagieren. Auf Grundlage dieser Überlegungen sollten erste Parameter im Feld (Grundwassermessstellen) erkundet werden und eine schematische Modellierung der Grundwasserverhältnisse in zwei bis drei Transekten durchgeführt werden, um Einschätzungen zur Aquiferstruktur zu erhalten.

Neben den vorbenannten Einwirkungsbereichen sind vor allem der Einfluss auf die Grundwassergüte selbst und mögliche Schadstoffquellen zu untersuchen, die möglicherweise erst bei einer Grundwasseranhebung aktiviert werden.

### **Hydraulische Aspekte**

Die räumliche Abgrenzung eines Sohlanhebungsprojektes mit der Nähe zu sensiblen Bereichen kann u.U. genauere Aussagen zu den zu erwartenden Wasserspiegellagen notwendig machen. Hierfür kann das Wasserspiegellagenmodell angepasst werden, wenn Geländedaten in höherer Auflösung zur Verfügung stehen. Zusätzliche Pegelmessungen in den untersuchten Teilabschnitten können das Ergebnis verbessern.

### **Sedimentologische Aspekte**

Neben Aussagen zu den Veränderungen des Abflussgeschehens im Zielzustand ist die Kenntnis der sedimentologischen Vorgänge bereits im Planungszustand von entscheidender Bedeutung. Die Abschätzung der eigendynamischen Entwicklung der Gewässermorphologie und damit auch der Sohlanhebung durch Sedimentationsvorgänge ermöglicht Aussagen darüber, ob das Ziel in einem entsprechendem Zeitraum überhaupt erreicht werden kann, wenngleich derartige Prognosen mit vielen Unsicherheiten verbunden sind. In diesem Zusammenhang treten Aspekte auf, die im Rahmen weiterer sedimentologischer Untersuchungen geklärt werden können. Einige werden nachfolgend benannt:

- Abschätzung der jährlichen Geschiebemengen, die für die Sedimentation im Untersuchungsabschnitt zur Verfügung stehen
- Einfluss des Schwebstoffanteils an der morphologischen Entwicklung, um Aussagen zu wahrscheinlichen Sedimentationsgrößen im umgestalteten Gewässerabschnitt treffen zu können
- Abschätzung weiterer morphologischer Entwicklungen nach Zielerreichung (Auflandungserscheinungen, Laufveränderungen, Sohl- und Ufererosion etc.)
- Unter welchen Bedingungen ist zu erwarten, dass sich der umgestaltete Wümme-Abschnitt einem dynamischen Gleichgewicht nähert (Feststofftransportgleichgewicht)?
- Welche Auswirkungen hat ein Feststoffüberschuss?
- Welche Auswirkungen sind bei einem Geschiebedefizit in unterhalb gelegenen Gewässerabschnitten zu erwarten?
- Konzeptentwicklung für aus sedimentologischer Sicht effiziente Maßnahmenkombination und –reihenfolgen (z.B. geeignete Abstände von Grundschwelen untereinander, Gewässeraufweitung bei gleichzeitiger Anhebung, Beispiel: Stützswellen und dazwischen in

---

den Mittels- oder Drittelpunkten Sohlstabilisierung mit Hilfe von sohlnahen Schwellen, offenem Deckwerk oder Kiespackungen etc.)

- Berücksichtigung möglicher Sedimentation am oberwasserseitigen Ende der Sohlanhebung (Schwellenwirkung und Beeinflussung der oberwasserseitigen Abflussverhältnisse!)

### **Landwirtschaftliche Aspekte**

Die Flächenbewirtschaftung wird maßgeblich durch die Grundwasserflurabstände und die Flächenüberflutung beeinflusst. Trotz der jahreszeitlichen Konzentration von Überflutungen in den Wintermonaten werden auch in der übrigen Zeit des Jahres Flächenüberflutungen regelmäßig auftreten. Soll eine Sohlanhebung in landwirtschaftlich sensiblen Bereichen umgesetzt werden, ist über kompensatorische Maßnahmen wie z.B. die Begrenzung des Betrags der Sohlanhebung, Zurückverlegung von Verwallungen oder ein Flächenmanagement nachzudenken.

### **Naturschutzfachliche Aspekte**

Im Hinblick auf naturschutzfachliche Belange können kompensatorische Maßnahmen ergriffen werden, um den Eingriff in den Naturhaushalt zu steuern. Wie z.B. im „Gewässerrandstreifenprojekt Fischerhuder Wümmeniederung“ umgesetzt, können Flächen als Wiesenvogellebensraum erhalten bleiben, indem Verwallungen nicht abgetragen, sondern nur zurückverlegt werden (vgl. ARKENAU & STRÜßMANN 2001).

### **Hydrobiologische Aspekte**

Ein Sohlanhebungsprojekt bietet viele Möglichkeiten, Zustandsverbesserungen am Gewässer herbeizuführen. Es sollte grundsätzlich darauf geachtet werden, dass nicht monotone und strukturarme Auflandungsbereiche entstehen, sondern nach Möglichkeit Strömungs- und Strukturvielfalt erzeugt wird, um nicht nur einen sedimentologischen und hydraulisch-hydrologischen Effekt zu erzielen, sondern auch der Forderung nach einer Lebensraumverbesserung für die aquatische Fauna nachzukommen. Dies kann z.B. erreicht werden durch:

- Förderung/ Bereitstellung geeigneter (Sohl-)strukturen zur Verbesserung des ökologischen Zustands
- Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit
- Förderung der eigendynamischen Entwicklung an Gewässersohle und Ufer
- Totholzeinsatz

### **Chemisch-physikalische Aspekte**

Die Veränderung des Bodenwasserhaushalts hat, insbesondere auf Niedermoorstandorten, weit reichende Auswirkungen auf die biologischen Umsetzungs- und Transportprozesse im Boden. Daher sollte die Nähr- und Schadstoffsituation im Boden beurteilt werden, um Aussagen über die Möglichkeiten der Selbstreinigungskraft und die Gewässergüte sowie Schadstoffeinträge ins Grundwasser und Oberflächengewässer zu erhalten.

### **Vegetationskundliche Aspekte**

Der Einstau bzw. die Überflutung von Vorlandflächen über längere Zeiträume führt zu Veränderungen der Vegetationszusammensetzung. Die Auswirkungen auf den Gehölz- und Pflanzenbestand sind von Experten zu beurteilen.

---

## **Hinweise zur wissenschaftlichen Begleitung**

Die Maßnahmenüberlegungen zur Sohlenerhebung haben nach der Kenntnis der Autoren modellhaften Charakter. Sie sollten auch für eine entsprechende wissenschaftliche Begleitung genutzt werden. Ein Monitoring, das sich über die natur- und ingenieurwissenschaftlichen Bereiche erstreckt, bietet Möglichkeiten, die Anpassungsfähigkeit des Gewässersystems und den Naturhaushalts zu verfolgen und zu dokumentieren, um neue Erkenntnisse für zukünftige Projekte zu erlangen. Darüber hinaus können im Hinblick auf hydraulische und sedimentologische Untersuchungen die Auswirkungen der Maßnahmen und die weitere Entwicklung besser abgeschätzt werden.

In Anlehnung an den Anhang V der EU-WRRL kommen für eine wissenschaftliche Begleitung folgende Komponenten in Frage:

- Fischfauna
- Benthische wirbellose Fauna
- Wasserpflanzen
- Ufervegetation
- Wasserhaushalt
- Gewässermorphologie
- Gewässergüte (Grund- und Oberflächenwasser)
- Sedimenttransport

---

## 7. Ausblick

Die Realisierbarkeit eines Sohlanhebungsprojekts ist von den im Projektgebiet herrschenden Randbedingungen abhängig. Diese ergeben sich wesentlich durch die Nutzung des Gewässers und der gewässernahen Flächen.

Die Abschätzung der Wirkungen eines Sohlanhebungsprojekts an der Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme hat gezeigt, dass die Umsetzung der Maßnahme über den gesamten Gewässerabschnitt mit Schwierigkeiten verbunden wäre. Die Verschiebung von Überflutungsgrenzen sowie die deutliche Erhöhung der jährlichen Überflutungsdauer in Teilabschnitten beeinflusst die gewässernahe Flächennutzung erheblich. Siedlungsbereiche im südlichen Rotenburg/Wümme sowie landwirtschaftliche Flächen bei Ahausen sind besonders von den hydraulischen Veränderungen betroffen.

Beeinträchtigt von dem Sohlanhebungsprojekt wäre im Wesentlichen die Grünlandbewirtschaftung, die sich wie ein Band durch die Niederungsflächen zieht. Bei der Realisierung des hier dargestellten Sohlanhebungsprojektes müsste ein vollständig neues Flächenmanagement entwickelt werden, das tiefreichende Veränderungen mit sich bringen würde. In diesem Rahmen müssen Fragen nach zukünftigen Bewirtschaftungsmöglichkeiten besonders auch – grenzen und die Frage der Entschädigung beantwortet werden. Eine Realisierbarkeit im kompletten hier untersuchten Bereich erscheint deshalb zweifelhaft.

In der Simulation der Sohlanhebung über den gesamten Gewässerabschnitt wird aber auch deutlich, dass sich die Auswirkungen gebietsweise unterschiedlich darstellen. Es kann gezeigt werden, dass Teilabschnitte vorhanden sind, die sich grundsätzlich für eine Maßnahmenumsetzung gut eignen. Der Untersuchungsraum bietet Potential für eine Sohlanhebung, was sich in der geringen Bebauung im Wümmetal, dem weit reichenden öffentlichen Flächenbestand und nicht zuletzt an den topographischen Verhältnissen zeigt. Dabei sollte nicht übersehen werden, dass die untersuchte Maßnahme – zumindest in räumlich angepasster Version - einen wesentlichen Beitrag zum Erreichen der Bewirtschaftungs- und Umweltziele gem. EU-WRRL in der Wümmeniederung leisten könnte. Ein Sohlanhebungsprojekt kann wesentlich zur Verbesserung des ökologischen Zustands der Wümme beitragen, weil Veränderungen in den biologischen, hydromorphologischen und chemiko-physikalischen Parametern zu erwarten sind. Nicht zuletzt hat es unmittelbaren Einfluss auf die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit, einer Komponente, der insbesondere in der norddeutschen Tiefebene im Rahmen der Umsetzung der EU-WRRL große Beachtung geschenkt wird und die häufig mit hohen Kosten verbunden ist.

Die EU-WRRL fordert die Auswahl von kosteneffizienten Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen. Ein Sohlanhebungsprojekt in der Wümmeniederung kann dabei in dem Abwägungsprozess zur Maßnahmenwirkung eine Rolle spielen.

Im Zielzustand werden infolge der veränderten Abfluss- und Überflutungsverhältnisse die Vorlandflächen deutlich effizienter für den Rückhalt bzw. für die Abflussverzögerung in der Niederung genutzt. Neue hydraulische Gegebenheiten müssten Eingang in die Hochwasserschutzplanungen im Einzugsgebiet finden (vgl. MATHEJA et al. 2007). Sie kommen den Forderungen des Gesetzes zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes nach. Darüber hinaus kann mit Blick auf die derzeitige öffentliche Diskussion über die weltweite Klimaveränderung der mögliche Beitrag der Wiedervernässung von Niedermoorstandorten zum Klimaschutz benannt werden. Moore fungieren im natürlichen Zustand als Stoffsenken

---

und speichern CO<sub>2</sub>, während die derzeitige Entwässerung dieser Standorte zu einem erheblichen Stoffaustrag in die Atmosphäre und in Gewässer führen kann.

Ein Revitalisierungsprojekt dieser Größe muss von Beginn an von einer gezielten Öffentlichkeitsarbeit und Maßnahmen zur Akzeptanzförderung begleitet werden. Auch dies ist in die Maßnahmen- und Kostenplanung einzubeziehen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Studie deutlich zeigt, dass eine Umsetzung des Sohlanhebungsprojektes auf der gesamten Strecke zwischen Hellwege und Rothenburg eher unrealistisch ist. Gleichmaßen soll betont werden, dass in der zukünftigen Planung und Umsetzung von Detailprojekten – wie sie in Kap. 5.2 skizziert werden – ein großes Potential für die leitbildkonforme Entwicklung der Wümme gesehen wird.

---

## 8. Zusammenfassung

Der wesentliche Ausbau der Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme erfolgte in den Jahren 1927-1936, in denen das Gerinne mit einem Regelprofil versehen, Uferbefestigungen gebaut und Verwallungen angelegt wurden. Flussmäander wurden in diesem Zuge verfüllt und der Gewässerlauf begradigt. Gleichzeitig ergab sich in dieser Zeit in der damals bereits staugeregelten Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme die Notwendigkeit des Baus zusätzlicher sowie der Instandsetzung der bestehenden Stauanlagen.

Die Wümme verfügt zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme infolge der Ausbaumaßnahmen mittlerweile über eine unnatürlich hohe Einschnitttiefe zwischen 2,3 und 3,0 m, die jeweils zwischen den Staubawerken am stärksten ausgeprägt ist. Die Sohlerosion setzte durch das eingeebte, an den Ufern befestigte Gewässerprofil und ein überhöhtes Sohlgefälle ein, das den hydraulischen Druck auf die Gewässersohle erhöhte. Die Gerinneerosion führt zur Ablagerung großer Sedimentmengen im Verlauf des Wümme-Südarms, die regelmäßig dem Gewässer entnommen werden.

Es wurden daher seitens des Wasser- und Bodenverbands Teufelsmoor Überlegungen zur Anhebung der Gewässersohle in der Wümme auf ihr ursprüngliches Niveau und zur Wiederherstellung eines naturnahen Gewässerprofils angestellt. Diese Maßnahmen hätten eine Stabilisierung des Gerinnes und damit eine Reduzierung der Feststofffrachten zur Folge. Gleichzeitig leisten sie einen wesentlichen Beitrag zur Annäherung an einen naturgemäßen Wasserhaushalt in der Wümmeniederung, da eine Sohl- und damit auch eine Wasserstandsanhhebung Veränderungen in der Abfluss- und Überschwemmungscharakteristik nach sich ziehen. Von den zu erwartenden hydraulischen Veränderungen wären jedoch auch verschiedene Bereiche der Gewässernutzung, der Bebauung, der Infrastruktur und nicht zuletzt der Flächennutzung betroffen.

Die HafenCity Universität Hamburg ist daher vom Wasser- und Bodenverband Teufelsmoor beauftragt worden, im Rahmen der Umsetzung des „Modellprojekts Wümme“ die Auswirkungen einer potentiellen Sohlanhebung in der Wümme zwischen Hellwege und Rotenburg/Wümme auf das Gewässer und das unmittelbare Umfeld auf Grundlage der veränderten Abflussdynamik abzuschätzen.

Der Untersuchungsinhalt setzt sich im Kern aus der Berechnung hydraulischer Veränderungen mit Hilfe einer eindimensionalen, hydrodynamischen Modellierung sowie der Abschätzung der sich daraus ergebenden Auswirkungen auf das Gewässer und sein Umfeld zusammen. Es werden Bereiche identifiziert, die möglicherweise von den hydraulischen Veränderungen betroffen sind. Anschließend erfolgt bereichsbezogen die Beschreibung möglicher Konsequenzen einer Sohlanhebung, Risiken und kritische Bereiche werden herausgestellt und abgeschätzt. Für den weiteren Untersuchungsbedarf werden Hinweise gegeben, Empfehlungen ausgesprochen und offene Fragen thematisiert.

Der Untersuchungsabschnitt der Wümme befindet sich zwischen den Ortschaften Hellwege und Rotenburg/Wümme (Wümme-km 55+300 bis 68+800). In diesem erstreckt sich der simulierte Sohlanhebungsbereich von Wümme-km 55+500 bis 68+015.

Die Geometrie eines naturnahen Gewässerprofils wurde für die Modellierung auf der Grundlage historischer Quellen, Angaben aus Leitbildbeschreibungen und Regimeberechnungen ermittelt. Bei einer Regeltiefe von 1,0 m wurde eine Gewässerbreite zwischen 10,0 und 14,0 m zugrunde gelegt. Damit ist davon auszugehen, dass die Wümme in naturnahem Zustand über ein Breiten-/Tiefenverhältnis von 8:1-13:1 verfügt.

---

Die geplante Anhebung der Gewässersohle um 1,3 m bis 2,0 m führt

- zu einer maßgeblichen Wasserstandsanhhebung
- zu einer Vergrößerung der überschwemmten Flächen bei den betrachteten Lastfällen von ca. 10 %
- zu einer Gefährdung der südlichen Bebauung der Stadt Rotenburg/ Wümme bei einem  $HQ_{100}$
- zu einer größeren durchschnittlichen Wassertiefe und
- zu einer Verringerung der Sohlschubspannung um in der Regel 25-70 %

Neben der Beschreibung hydraulischer Auswirkungen einer Sohl-anhebung wurden insbesondere die Konsequenzen für Siedlungen, technische Infrastruktur, Landwirtschaft, aber auch für das Gewässer selbst und das natürliche Umfeld abgeschätzt. Es wird deutlich, dass vor allem die südliche Bebauung der Stadt Rotenburg/Wümme durch die hydraulischen Veränderungen gefährdet ist. Landwirtschaftlich genutzte Flächen in der Wümmeniederung werden insbesondere im Bereich zwischen Ahausen und der Bahnlinie durch die Vernäsung beeinträchtigt und werden über einen Zeitraum von ca. 2 ½ Monaten pro Jahr eingestaut bzw. überströmt. Die Wasserstandanhebung hat eine Verringerung der mittleren Grundwasserflurabstände zur Folge und führt zum Einstau niedrig gelegener Flächen über weite Teile des Jahres.

Die im Rahmen dieser Studie abgeschätzten hydraulischen Auswirkungen einer Sohl-anhebung lassen einen Bedarf an weitergehenden Untersuchungen und Planungsüberlegungen entstehen. Zu klären sind aus infrastruktureller Sicht u.a. der weitere Umgang mit den Stauanlagen, die ihre primäre Funktion verlieren, sowie die Notwendigkeit einer dauerhaften Befahrbarkeit der in der Wümmeniederung vorhandenen Verkehrswege, die durch Überflutungen häufig nicht zugänglich sein werden. Die zukünftige Bewirtschaftung der gewässernahen Flächen ist ein ausschlaggebender Faktor in der Planung einer Sohl-anhebungsmaßnahme. U.a. für diese Zwecke sind nähere Kenntnisse über die Grundwasserverhältnisse von großer Bedeutung. Eine effiziente Maßnahmenumsetzung erfordert ebenso weitere Untersuchungen zum Feststofftransportgeschehen in der Wümme, um die mitgeführten Sedimente optimal für eine Sohl-anhebung nutzen und die Baumaßnahmen den lokalen Gegebenheiten anpassen zu können. Nicht zuletzt sind die Vorgaben der EU-WRRL in die Projektplanung einzubeziehen und die Maßnahmenauswahl, insbesondere die gewässerstrukturverändernden Maßnahmen wie z.B. Totholzeinsatz, Förderung einer eigendynamischen Entwicklung oder Verbesserung des Sohlssubstrats, an den Anforderungen zur Verbesserung des ökologischen Zustands auszurichten.

Die Umsetzung eines Sohl-anhebungsprojekts an der Wümme ist aufgrund des Nutzungsdrucks mit Schwierigkeiten verbunden. Teilabschnitte im Untersuchungsgebiet eignen sich grundsätzlich für die Umsetzung, wichtig wird ein angepasstes Management der landwirtschaftlichen Flächen sein, die im gesamten Untersuchungsgebiet von den hydraulischen Veränderungen betroffen sein würden.

Ein Projekt dieser Größenordnung hat modellhaften Charakter und bietet gerade aus wissenschaftlicher Sicht Möglichkeiten, z.T. eigendynamische Entwicklungen im Gewässer zu dokumentieren und zu analysieren. Aufgrund der zu erwartenden umfangreichen Veränderungen in biologischer, hydromorphologischer, sedimentologischer und chemisch-physikalischer Sicht können hierfür verschiedene Forschungsfelder herangezogen werden. Vor diesem Hintergrund kann ein Sohl-anhebungsprojekt einen wichtigen Beitrag leisten, der For-

---

derung der EU-WRRL nach der Auswahl von kosteneffizienten Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen nachzukommen. Es sollte von Beginn an von einer gezielten Öffentlichkeitsarbeit und Maßnahmen zur Akzeptanzförderung begleitet werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Studie deutlich zeigt, dass eine Umsetzung des Sohlanhebungsprojektes auf der gesamten Strecke zwischen Hellwege und Rothenburg eher unrealistisch ist. Gleichermassen soll betont werden, dass in der zukünftigen Planung und Umsetzung von Detailprojekten – wie sie in Kap. 5.2 skizziert werden – ein grosses Potential für die leitbildkonforme Entwicklung der Wümme gesehen wird.

---

## Literaturverzeichnis

- ALTMÜLLER, R. 2002: Feinsedimente in Fließgewässern - unterschätzte Schadstoffe aus menschlicher Nutzung; erschienen in: NNA-Berichte 2/2002, S. 93-96
- ALTMÜLLER, R.; DETTMER, R. 1996: Unnatürliche Sandfracht in Geestbächen - Ursachen, Probleme und Ansätze für Lösungsmöglichkeiten - am Beispiel der Lutter; erschienen in: Informationen des Naturschutzes Niedersachsen, 16. Jhrg., 16 5/96 S.222-237; Hannover
- ARKENAU, T.; STRÜßMANN, H. 2001: Gewässerrandstreifenprojekt Fischerhuder Wümmeniederung, Niedersachsen; erschienen in: Natur und Landschaft – Zeitschrift für Naturschutz und Landschaftspflege, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.); Kohlhammer Verlag, Stuttgart
- ARNOLD, O.; BLAU, H.; GROTZ, W.; SCHLAUB, M.; SCHNEIDER, M.; SCHÖPFER, C. 2006: Die Sanierung der Unteren Iller – Grundwasseranhebung und Renaturierung unter schwierigen Randbedingungen; erschienen in: Wasserwirtschaft, 11/2006, S. 10-15; Wiesbaden; Vieweg Verlag
- ATV - DVWK (Hrsg.) 2000: Morphodynamische Prozesse in Fließgewässern; Hennef
- BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE GMBH 2004: WSPWin 8.0 – Programmsystem zur Spiegellinienberechnung (Anwenderbeschreibung); Koblenz
- BLENCH, T. 1969: Mobile bed fluviology – a regime theory treatment of canals and rivers, The University of Alberta Press; 1969
- BRUNKEN, H. 2006: mündliche Mitteilung am 21.03.2006
- BUDDENSIEK, V.; RATZBOR, G.; WÄCHTLER, K. 1993: Auswirkungen von Sandeintrag auf das Interstitial kleiner Fließgewässer im Bereich der Lüneburger Heide; erschienen in: Natur und Landschaft, Band 68, 2/1993, S. 47-51
- BUND DER INGENIEURE FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABFALLWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (BWK) e.V. 2000: Hydraulische Berechnung von naturnahen Fließgewässern – Grundlagen für stationäre, eindimensionale Wasserspiegellagenberechnungen, BWK-Berichte; Pfullingen
- BUNDESGESETZBLATT JAHRGANG 2005, TEIL I NR. 26, AUSGEGEBEN AM 9. MAI 2005: Gesetz zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes
- DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU 1991: Ökologische Aspekte zu Altgewässern; Merkblatt 219
- DICKHAUT, W.; FRANKE, K.; SCHWARK, A. 2006: Fließgewässerrenaturierung heute – Forschung zu Effizienz und Umsetzungspraxis; Hochschule für angewandte Wissenschaften (HAW) Hamburg, Fachbereich Bauingenieurwesen; Hamburg
- DICKHAUT, W.; SCHWARK, A.; BUHMANN, P. 2007: Sedimenteintrag in Fließgewässer – Quellen und Maßnahmen am Beispiel von kleinen Fließgewässern im Einzugsgebiet der Hamme; im Auftrag des Wasser- und Bodenverbandes Teufelsmoor; HafenCity Universität Hamburg – Department Bauingenieurwesen; Hamburg
- DIERSCHKE, H. 1965: Die naturräumliche Gliederung der Verdener Geest – Landschaftsökologische Untersuchungen im nordwestdeutschen Altmoränengebiet; Dissertation aus dem Geographischen Institut der Universität Göttingen; Göttingen
- DITTRICH, A.; KOLL, K.; SCHULTE-RENTROP, A. 2005: Sedimentologische Untersuchungen an der Wümmе; Leichtweiss-Institut für Wasserbau – Universität Braunschweig; Braunschweig
- DVWK - DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU E.V. 1996: Fischaufstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle; DVWK-Merkblatt 232/1996; Bonn
- GERHARD, M.; KAIL, J. 2003: Totholz in Fließgewässern - eine Begriffsbestimmung; erschienen in: Wasser und Boden (Fachmagazin), Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (BWK) (Hrsg.), 55. Jhrg., Heft 1+2/ 2003, S. 49-55; Berlin; Blackwell Verlag
- GERHARD, M.; REICH, M. 2001: Totholz in Fließgewässern; Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung; Mainz
- GESETZ ZUR ORDNUNG DES WASSERHAUSHALTS (WHG) 2002: Stand: Neugefasst durch Bek. v. 19. 8.2002 I 3245; Fundstelle: BGBl I 1957, 1110, 1386

- 
- GUNKEL, G. 1996: Renaturierung kleiner Fließgewässer; Jena/ Stuttgart; Gustav Fischer Verlag
- HARNISCHMACHER, S. 2002: Fluvialmorphologische Untersuchungen an kleinen, naturnahen Fließgewässern; Bochumer Geographische Arbeiten 70, Geographisches Institut der Ruhr – Universität Bochum; 2002
- INGENIEUR-DIENST-NORD 1992: Unterhaltungsrahmenplan Wümme; im Auftrag des Staatlichen Amtes für Wasser und Abfall (StAWA) Verden; Oytén
- JUNGWIRTH, M.; HAIDVOGL, G.; MOOG, O.; MUHAR, S.; SCHMUTZ, S. 2003: Angewandte Fischökologie an Fließgewässern; Wien; Facultas Universitätsverlag
- JÜRGING, P.; PATT, H. (Hrsg.) 2005: Fließgewässer- und Auenentwicklung - Grundlagen und Erfahrungen; Berlin, Heidelberg; Springer Verlag
- KAIL, J.; HERING, D. 2003: Renaturierung von Fließgewässern mit Totholz; erschienen in: Wasser Energie Luft; 95. Jahrgang, Heft 11/12, Baden, 2003, S. 355-357
- KERN, K. 1994: Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung, Karlsruhe
- KERN, K. 1995: Bettbildung und Morphodynamik von Fließgewässern; erschienen in: Fließgewässerrenaturierung in der Praxis, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hrsg.), S. 131-138; Hildesheim
- KERN, K. 1998: Sohlenerosion und Auenauflandung, Empfehlung zur Gewässerunterhaltung; DVWK Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung (GfG) mbH; Mainz
- LACEY, G.: Stable channels in alluvium; Minutes of Proc. of the Inst. for Civil Eng., Vol. 229, No. 4736
- LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.) 2003c: Wirksame und kostengünstige Maßnahmen zur Gewässerentwicklung; Mainz
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.) 2005: Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern – Leitfaden Teil 1 – Grundlagen; Karlsruhe
- LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) 2001: Leitbilder für die mittelgroßen bis großen Fließgewässer; LUA Merkblätter Nr. 34; Essen
- LANU - LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2001: Leitbilder für die Fließgewässer in Schleswig-Holstein (Gewässerlandschaften und Bachtypen); Flintbek
- MATHEJA, A.; POHL, C.; SCHWETER, L.; SPEKKER, H. 2007: Hydrodynamische numerische Simulation von Hochwasserereignissen und Schutzmaßnahmen für ein Tidegebiet; Franzius - Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen der Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Universität Hannover; Hannover
- NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (NLWKN) NORDEN (Hrsg.) 1998-2003: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch - Weser- und Emsgebiet; Jhg. 1998-2003; Norden
- NLWKN VERDEN; SCHNEIDER-HÖKE, D. 2000: Gewässerentwicklungsplan Wümme zwischen BAB A1 und Rotenburg/W mit Ahauser/Everser Bach als ausgewählte Nebengewässer; PGN Planungsgemeinschaft Nord GmbH; Rotenburg (Wümme), 2000
- PATT, H. 2001: Hochwasser- Handbuch; Berlin; Springer Verlag
- PATT, H.; JÜRGING, P.; KRAUS, W. 1998: Naturnaher Wasserbau – Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern; Springer; 1998
- PAULUS, T. 1999: Ufergehölze und Gehölzpflege; Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung; Mainz
- POTTGIESSER, T.; SOMMERHÄUSER, M. 2004: Fließgewässertypen Deutschlands; Steckbriefe der Bach-, Fluss- und Stromtypen und Begleittext
- RASPER, M. 2001: Morphologische Fließgewässertypen in Niedersachsen; herausgegeben vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ); Hildesheim
- RASPER, M.; SELLHEIM, P.; STEINHARDT, B. 1991: Das Niedersächsische Fließgewässerschutzsystem. - Grundlagen für ein Schutzprogramm - Einzugsgebiete von Weser und Hunte; Naturschutz und Landschaftspflege Niedersachsen, Heft 25/3; Hannover

- 
- RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES VOM 23. OKTOBER 2000  
(WASSERRAHMENRICHTLINIE): Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327/1; Brüssel
- SCHAARSCHMIDT, TH.; ARZBACH, H.H.; BOCK, R.; BORKMANN, I.; BRÄMICK, U.; BRUNKE, M.; LEMCKE, R.;  
KÄMMEREIT, M.; MEYER, L.; TAPPENBECK, L.: (2005): Die Fischfauna der kleinen Fließgewässer  
Nord- und Nordostdeutschlands – Leitbildentwicklung und typgerechte Anpassung des Bewer-  
tungsschemas nach EU-Wasserrahmenrichtlinie; LAWA-Projekt im Rahmen des Länderfinanz-  
programms Wasser und Boden – Abschlußbericht, im Auftrag des Umweltministeriums Mecklen-  
burg-Vorpommern; Rostock
- SCHERLE, J. 1999: Entwicklung naturnaher Gewässerstrukturen - Grundlagen, Leitbilder, Planung; Mit-  
teilungen des Instituts für Wasserwirtschaft der Universität Karlsruhe, Heft 199; Karlsruhe.
- SCHNEIDER, J.; KORTE E. 2005: Strukturelle Verbesserungen von Fließgewässern für Fische; Gemein-  
nützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung; Mainz
- SCHRÖDER, W.; RÖMISCH, K. 2001: Gewässerregelung Binnenverkehrswasserbau; Wernder Verlag
- SCHUHMACHER H.; SOMMERHÄUSER, M. 2003: Handbuch der Fließgewässer Norddeutschlands; Lands-  
berg; Ecomed Verlag
- SPECHT, F.J. 2002: Einfluß von Gerinnebreite und Uferbewuchs auf die hydraulisch-  
sedimentologischen Verhältnisse naturnaher Fließgewässer (Dissertation); Braunschweig
- UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) 2004: Grundlagen für die Auswahl der kosteneffizientesten Maßnahmen-  
kombinationen zur Aufnahme in das Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Wasserrahmen-  
richtlinie; Berlin
- WERRES, S. 2004: Erlensterben durch Phytosphthora an Fließgewässern; Gemeinnützige Fortbildungs-  
gesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung (Hrsg.); Mainz
- ZANKE, U.C.E. 2002: Hydromechanik der Gerinne und Küstengewässer; Berlin; Parey Buchverlag
- SCHRÖDER, J. 2000: Sohlgleiten im Einzugsgebiet der Leine; Leineverband Göttingen, Körper-  
schaft des öffentlichen Rechts (Hrsg.); Göttingen
- ZEPP, H. 2004: Geomorphologie; Paderborn; Ferdinand Schöningh Verlag

---

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung des Projektgebiets (rotes Rechteck) im Bearbeitungsgebiet 24 .....	4
Abbildung 2: Historischer Gewässerverlauf aus dem 18. Jahrhundert mit Beschriftung der Schleusen südlich von Rotenburg/Wümme (Kurahannoversche Landesaufnahme 1770) .....	5
Abbildung 3: Projektierte Durchstiche an der Wümme bei km 59+300/27+500 (Ausschnitt aus: Entwurf zur Wümmeregulierung von 1919, Lageplan 1:5000).....	6
Abbildung 4: Uferabbrüche am rechten Ufer (Wümme km 67+280/35+512) (Aufnahme von September 2006) .....	7
Abbildung 5: Flächennutzung im Einzugsgebiet der Wümme oberhalb Hellwege (CORINE Landcover, Umweltbundesamt 1998) .....	8
Abbildung 6: Charakteristisches Bachbettprofil eines sandgeprägten Fließgewässers der Sandergebiete (LANU 2001) .....	17
Abbildung 7: Typische Querprofile der Gewässerbetten in Abhängigkeit vom Material.....	18
Abbildung 8: Längsprofil des Wümme-Abschnitts km 70+800 bis 52+800 (km 39+000 bis 21+000).....	20
Abbildung 9: Synoptische Darstellung der Sohlschubspannungen bei $Q_{\text{bordvoll}}$ .....	30
Abbildung 10: Lebensraumvernetzung am Fließgewässer in drei Ebenen (longitudinal, lateral, vertikal)( LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 2005).....	31
Abbildung 11: Einstau von Vorlandsenken in der Wümmeniederung bei km 59+300/27+500 (Aufnahme von März 2007) .....	32
Abbildung 12: Veränderung der Wasserspiegellage bei Mittelwasserabfluss nach Umsetzung der Sohlanhebung am Beispiel des Profils Wümme-km 30+070 .....	33
Abbildung 13: Abflussbehinderung durch abgebrochene Baumkrone im Wümme-Gerinne (Aufnahme von Sept. 2006) .....	34
Abbildung 14: Abflussbehinderung durch ins Gewässer gestürzte Weide (Aufnahme von Sept. 2006) .....	34
Abbildung 15: Weidenbestand an den Wümme-Ufern .....	35
Abbildung 16: Überflutungsflächen/-tiefen HQ100 Bestand im Bereich Rotenburg/Wümme .....	36
Abbildung 17: Überflutungsflächen/-tiefen HQ100 Planung im Bereich Rotenburg/Wümme.	37
Abbildung 18: Überflutung von Privatgrundstücken bei HQ <sub>100</sub> -Planung (Wümme km 57+100/25+300) .....	37
Abbildung 19: Vergleich des Schadenspotenzials beim HQ <sub>100</sub> (Planung) bei Betrachtung der DGK5 und Luftbildaufnahme (Wümme km 67+800/36+000).....	38
Abbildung 20: Auftrieb eines Wohngebäudes durch Hochwasser/ hohes Grundwasser .....	39
Abbildung 21: Überflutungsflächen/-tiefen gleicher, jährlicher Überschreitungsdauer ( $d_a=75$ Tage) an den Wümmequerungen bei Ahausen .....	40
Abbildung 22: Eisenbahnbrücke bei Wümme-km 64+370/ 32+600 .....	41
Abbildung 23: Stahlbetonbrücke bei Wümme-km 61+051/29+271 .....	41
Abbildung 24: Stauanlage bei Ahausen (Wümme-km 56+730/24+970) .....	42
Abbildung 25: Klappenwehr bei Hellwege (Wümme-km 59+500/27+720).....	42
Abbildung 26: Einleitung aus der Kläranlage Rotenburg in die Wümme (km 65+500/33+680) .....	43
Abbildung 27: Abflussganglinie bei km 59+580/27+810 mit Kennzeichnung des Mittelwasserabflusses MQ (rote Linie).....	44
Abbildung 28: Überflutungsflächen/-tiefen bei MQ-Planung zwischen Ahausen (km 59+500/27+720) und Bahndamm (km 64+37/32+600).....	45
Abbildung 29: Landeseigene Flächen in der Wümmeniederung (in grün) .....	46
Abbildung 30: Mehrmaliges Einbringen von Grundschnellen (LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT RHEINLAND-PFALZ 2003) .....	49

---

Abbildung 31: Beispiel einer umgestalteten Wehranlage unter vollständiger Entfernung des bestehenden Querbauwerkes (Skizze ohne Maßstab) (SCHRÖDER 2000).....	50
Abbildung 32: Buschkiste mit Laichbett (Michael Ahne) .....	51
Abbildung 33: Auswirkungen einer Gewässeraufweitung auf die Gewässersohle (PATT et al. 1998).....	52
Abbildung 34: Entwicklung von Altgewässern (PATT et al. 1998, nach DVWK 1991) .....	53
Abbildung 35: Beispiel einer Flutmuldenlösung (LANGE & LECHER 1993).....	54
Abbildung 36: Entstehung eines natürlichen Uferdamms im Querprofil (rechts) und Ausbildung einer Wirbelzone (links) bei einer Ausuferung (Schröder & Römisch 2000).....	55
Abbildung 37: Projektierte Durchstiche an der Wümme bei km 65+800/34+000 (Ausschnitt aus: Entwurf zur Wümmeregulierung von 1919, Lageplan 1:5000).....	57
Abbildung 38: Lageplan der Altarme (rote Umrahmung).....	58
Abbildung 39: Schleuse V bei Hellwege.....	75
Abbildung 40: Wümme Blick flussabwärts .....	75
Abbildung 41: Klappenwehr Hellwege.....	76
Abbildung 42: Wümme - Blick flussabwärts .....	76
Abbildung 43: Wümme - Blick flussabwärts .....	76
Abbildung 44: Schleuse III bei Ahausen.....	77
Abbildung 45: Wümme - Blick flussabwärts .....	77
Abbildung 46: Wümme - Blick flussabwärts .....	77
Abbildung 47: Wümme - Blick flussabwärts .....	78
Abbildung 48: Wümme - Blick flußaufwärts.....	78
Abbildung 49: Wümme - Blick flussabwärts .....	78
Abbildung 50: Stahlbetonbrücke .....	79
Abbildung 51: Wümme - Blick flussabwärts .....	79
Abbildung 52: Sohlgleite - Blick flussabwärts.....	79
Abbildung 53: Eisbahnbrücke - Blick flussabwärts (km 64+370/32+600) .....	80
Abbildung 54: Wümme - Blick flussabwärts .....	80
Abbildung 55: Wümme - Blick flussabwärts .....	80
Abbildung 56: Klappenwehr Unterstedt - Blick flussaufwärts (km 65+500/33+680).....	81
Abbildung 57: Wümme - Blick flussabwärts .....	81
Abbildung 58: Holzbrücke - Blick flussabwärts.....	81
Abbildung 59: Wümme - Blick flussabwärts .....	82
Abbildung 60: Holzbrücke - Blick flussabwärts.....	82
Abbildung 61: Ermittelte Teileinzugsgebiete mit Kennzeichnung der Einzugsgebietsgröße an den Gewässerknotenpunkten .....	87
Abbildung 62: Lageplan mit Darstellung des Gewässerabschnitts mit angehobener Gewässersohle .....	90
Abbildung 63: Längsschnitt mit Darstellung des Gewässerabschnitts mit angehobener Gewässersohle .....	91

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Jährlich in der Wümme bis Wehr 5 (Wümme-km 16.232) transportierte Sedimentvolumen (DITTRICH et al. 2005).....	8
Tabelle 2: Stauanlagen im Bearbeitungsgebiet.....	10
Tabelle 3: Gewählte Lastfälle und zugehörige Abflussspenden an den Pegeln Hellwege und Rotenburg/Wümme.....	21
Tabelle 4: Jährlichen Überschreitungsdauern zugeordnete Abflüsse .....	22
Tabelle 5: Bordvolle Abflüsse – Bestand.....	22
Tabelle 6: Bordvolle Abflüsse - Planung .....	23
Tabelle 7: Veränderung der Wasserstände nach Umsetzung der Sohlanhebung .....	24
Tabelle 8: Veränderung der überschwemmten Flächengrößen nach Umsetzung der Sohlanhebung.....	24
Tabelle 9: Änderung der überfluteten Flächengrößen nach Umsetzung der Sohlanhebung .	25
Tabelle 10: Übersicht der Einwirkungsbereiche .....	28
Tabelle 11: Teileinzugsgebietsgrößen an maßgeblichen Gewässerknotenpunkten .....	88
Tabelle 12: Bauwerksgeometrien.....	89
Tabelle 13: Vergleich gemessene und kalibrierte Wasserstände .....	92

---

## Anlagenverzeichnis

### **Anlage 1: Übersichtskarte Bearbeitungsgebiet (Maßstab 1: 50.000)**

### **Anlage 2: Lagepläne (Maßstab 1:5.000)**

- Anlage 2.1: Blatt 1
- Anlage 2.2: Blatt 2
- Anlage 2.3: Blatt 3
- Anlage 2.4: Blatt 4

### **Anlage 3: Lagepläne - Überflutungsflächen/-tiefen Hochwasserereignisse (Maßstab 1:25.000)**

- Anlage 3.1: HQ<sub>100</sub> – Bestand
- Anlage 3.2: HQ<sub>50</sub> – Bestand
- Anlage 3.3: HQ<sub>20</sub> – Bestand
- Anlage 3.4: HQ<sub>10</sub> – Bestand
- Anlage 3.5: HQ<sub>5</sub> – Bestand
- Anlage 3.6: MHQ – Bestand
- Anlage 3.7: HQ<sub>100</sub> – Planung
- Anlage 3.8: HQ<sub>50</sub> – Planung
- Anlage 3.9: HQ<sub>20</sub> – Planung
- Anlage 3.10: HQ<sub>10</sub> – Planung
- Anlage 3.11: HQ<sub>5</sub> – Planung
- Anlage 3.12: MHQ – Planung

### **Anlage 4: Lagepläne - Überflutungsflächen/-tiefen gleicher, jährlicher Überschreitungsdauer (Maßstab 1:25.000)**

- Anlage 4.1:  $d_a = 25$  Tage – Bestand
- Anlage 4.2:  $d_a = 10$  Tage – Bestand
- Anlage 4.3:  $d_a = 5$  Tage – Bestand
- Anlage 4.4:  $d_a = 75$  Tage – Planung
- Anlage 4.5:  $d_a = 50$  Tage – Planung
- Anlage 4.6:  $d_a = 25$  Tage – Planung
- Anlage 4.7:  $d_a = 10$  Tage – Planung
- Anlage 4.8:  $d_a = 5$  Tage – Planung

### **Anlage 5: Lagepläne – Vermessung der Altarme (Maßstab 1:2000)**

- Anlage 5.1: Vermessung der Altarme (bei Wümme-km 65+800/34+000)
- Anlage 5.2: Vermessung der Altarme (bei Wümme-km 60+700/28+900)
- Anlage 5.3: Vermessung der Altarme (bei Wümme-km 59+100/27+300)
- Anlage 5.4: Vermessung der Altarme (bei Wümme-km 56+500/24+700)

### **Anlage 6: Profile**

- Anlage 6.1: Querprofile der Altarme (Maßstab 1:100)
- Anlage 6.2: Querprofil Wümme km 30+070 Bestand/Planung (Maßstab 1:100)

---

## Anhang

### Anhang I - Fotodokumentation



Abbildung 39: Schleuse V bei Hellwege  
(km 52+970/21+162)



Abbildung 40: Wümme Blick flussabwärts  
(km 55+250/23+500)



Abbildung 41: Klappenwehr Hellwege  
(km 56+730/24+970)



Abbildung 42: Wümme - Blick flussabwärts  
(km 56+730/24+970)



Abbildung 43: Wümme - Blick flussabwärts  
(km 58+550/26+750)



Abbildung 44: Schleuse III bei Ahausen  
(km 59+500/27+720)



Abbildung 45: Wümme - Blick flussabwärts  
(km 59+500/27+720)



Abbildung 46: Wümme - Blick flussabwärts  
(km 59+800/27+000)



Abbildung 47: Wümme - Blick flussabwärts  
(km 60+300/27+500)



Abbildung 48: Wümme - Blick flussaufwärts  
(km 60+300/28+500)



Abbildung 49: Wümme - Blick flussabwärts  
(km 60+800/29+000)



Abbildung 50: Stahlbetonbrücke  
(km 61+051/29+271)



Abbildung 51: Wümme - Blick flussabwärts  
(km 61+051/29+271)



Abbildung 52: Sohlgleite - Blick flussabwärts  
(km 62+230/30+430)



Abbildung 53: Eisnebahnbrücke - Blick flussabwärts  
(km 64+370/32+600)



Abbildung 54: Wümme - Blick flussabwärts  
(km 64+370/32+600)



Abbildung 55: Wümme - Blick flussabwärts  
(km 64+800/33+000)



Abbildung 56: Klappenwehr Unterstedt - Blick flussaufwärts (km 65+500/33+680)



Abbildung 57: Wümme - Blick flussabwärts (km 65+500/33+680)



Abbildung 58: Holzbrücke - Blick flussabwärts (km 67+280/35+512)



Abbildung 59: Wümme - Blick flussabwärts  
(km 67+280/35+512)



Abbildung 60: Holzbrücke - Blick flussabwärts  
(km 68+185/36+405)

---

## Anhang II - Unterlagenverzeichnis

Nachfolgend werden die verfügbaren Unterlagen aufgelistet, die im Zusammenhang mit der Wümme stehen:

### Lagepläne

- Kurhannoversche Landesaufnahme von 1770 (Blatt 33)
- Preußische Landesaufnahme von 1897\*\*
- Entwurf zur Wümmeregulierung 1919
- Entwurf zur Regulierung der Wümme und die Melioration der Wümmeniederung 1960\*
- Genereller Entwurf für die Regulierung der Wümme 1966\*
- Lagepläne der Wümme zwischen km 22+000 und km 40+000; Betriebsstelle Verden, im Rahmen der Vermessung Wümme-Aue, 2002
- Deutsche Grundkarte (DGK) im Maßstab 1:5000 der Kartenblätter 2820, 2821, 2920 und 2921; LGN - Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen
- Lageplan mit Darstellung der Überflutungsflächen der Lastfälle HQ<sub>5-Sommer</sub> und HQ<sub>100</sub>; Hochwasserschutzplan Wümme, Franizus-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen – Universität Hannover; unveröffentlicht
- Digitale Orthophotos der Kartenblätter 2820, 2821, 2920 und 2921; LGN - Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen

### Längsschnitte

- Entwurf zur Regulierung der Wümme und die Melioration der Wümmeniederung 1960\*
- Genereller Entwurf für die Regulierung der Wümme 1966\*
- Unterhaltungsrahmenplan Wümme (INGENIEUR-DIENST-NORD 1992)

### Querprofile

- Entwurf zum Ausbau der Wümme 1902 (nur textliche Erläuterungen aus SCHNEIDER-HÖKE 2000 verfügbar)
- Querprofile der der Wümme zwischen km 22+000 und km 40+000 in sehr unregelmäßigen Abständen im Maßstab 1:100, Entwurf zur Regulierung der Wümme und die Melioration der Wümmeniederung; 1960 (nur textliche Erläuterungen aus DITTRICH et al. 2005 und SCHNEIDER-HÖKE 2000 verfügbar)
- Querprofile der Wümme zwischen km 22+000 und km 40+000 mit Abstand 200 – 300 m; NLWKN, Betriebsstelle Verden, im Rahmen der Vermessung Wümme-Aue, 2002

### Hydraulische Daten

- Gewässerkundliche Tages-, Haupt- und Extremwerte Q (Abfluss) und W (Wasserstand) in Hellwege; Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Weser- und Emsgebiet; Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Norden
- W-Q-Beziehung Hellwege; analog übermittelt vom NLWKN, Betriebsstelle Verden, Herr Neubauer (nachträglich digitalisiert)

---

\*\* war im Rahmen dieser Untersuchung nicht zugänglich

- 
- Hq10-, Hq20-, Hq50- und Hq100-Werte vom NLWKN, Betriebsstelle Verden, Herr Neubauer
  - Gewässerkundliche Tages-, Haupt- und Extremwerte Q in Rotenburg/Wümme (1991-1999)
  - Wasserstände W in Rotenburg/Wümme als Tagesmittelwerte (1995-2001)

### **Weitere geometrische Daten**

- Digitales Höhenmodell in tabellarischer Form (12,5 x 12,5 m Raster)
- Geometrische Werte und NN-Höhen der Bauwerke (unvollständig); Unterhaltungsrahmenplan Wümme1992; Daten übermittelt vom NLWKN, Betriebsstelle Verden, Herr Stührenberg (vervollständigt durch eigenes Außmaß vor Ort)

### **Unterlagen zur Fließgewässertypologie**

- BRIEM, E. 2002: Formen und Strukturen der Fließgewässer (ATV-DVWK Arbeitsbericht); Hennef
- BUND DER INGENIEURE FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABFALLWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (BWK) e.V. 2000: Hydraulische Berechnung von naturnahen Fließgewässern – Grundlagen für stationäre, eindimensionale Wasserspiegellagenberechnungen, BWK-Berichte; Pfullingen
- DITTRICH et al. 2005 – Sedimentologische Untersuchungen an der Wümme; Leichtweiss-Institut für Wasserbau – Universität Braunschweig; Braunschweig
- KERN, K. 1994: Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung, Karlsruhe
- LANU - LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 2001: Leitbilder für die Fließgewässer in Schleswig-Holstein (Gewässerlandschaften und Bachtypen); Flintbek
- POTTGIESSER, T.; SOMMERHÄUSER, M. 2004: Fließgewässertypen Deutschlands; Steckbriefe der Bach-, Fluss- und Stromtypen und Begleittext
- RASPER, M. 2001: Morphologische Fließgewässertypen in Niedersachsen; herausgegeben vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ); Hildesheim
- SCHNEIDER-HÖKE, D. 2000: Gewässerentwicklungsplan Wümme zwischen BAB A1 und Rotenburg/W mit Ahauser/Everser Bach als ausgewählte Nebengewässer; PGN Planungsgemeinschaft Nord GmbH; Rotenburg (Wümme), 2000

---

## Anhang III - Grundlagen zur Wasserspiegellagenberechnung

### Datengrundlagen

Die hydrodynamische Modellierung von Wasserspiegellagen erfordert die Erfassung von Eingangsparametern, die das Abflussgeschehen beeinflussen. Dabei wird zwischen den Daten, die die Gerinne- und Geländegeometrie beschreiben und denjenigen, die das hydraulische Geschehen kennzeichnen, unterschieden.

Die im Wesentlichen vom NLWKN Verden zur Verfügung gestellten Unterlagen werden nachfolgend benannt und erläutert:

- **Querprofile der Wümme zwischen km 22+000 und km 40+000 mit Abstand 200 – 300 m sowie Lagepläne im Maßstab 1:5000; NLWKN, Betriebsstelle Verden, im Rahmen der Vermessung Wümme-Aue, 2002**

Die Datengrundlage zur Beschreibung der Gerinnegeometrie bilden Querprofile der Wümme. Sie sind das Ergebnis einer vom NLWKN Verden im Jahr 2002 durchgeführten terrestrischen Vermessung. Die Gewässerquerprofile erstrecken sich überwiegend über die gesamte Breite der Wümme-Aue und enden, wo vorhanden, in den höher gelegenen Talrändern. Sie verfügen in der Regel über einen Abstand von 200 m bis 300 m. Konstruktionsoberkanten (KOK) der Bauwerke konnten aus den Profilen abgegriffen und mit den Angaben aus dem Unterhaltungsrahmenplan Wümme von 1992 abgeglichen werden. Querprofile unmittelbar vor und hinter Bauwerken sind nur vereinzelt vorhanden.

Zur Erarbeitung des Planungszustandes sind die Höhen der vorliegenden Gewässerquerprofile auf Grundlage des erarbeiteten Referenzprofils mit dem Zeichenprogramm AutoCAD 2004 angepasst worden.

Den Einzelpunkten der Gewässerprofile sind Rechts- und Hochwerte (Gauss-Krüger-Koordinaten) zugeordnet worden. Die Koordinaten konnten anschließend mit dem Vermessungsprogramm CARD/1 ausgelesen und als Textdatei zusammengefasst werden. Auf diesem Weg wurden die Koordinaten direkt in WSPWin importiert und standen dort als Gewässerquerprofile mit GK-Koordinaten zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung.

- **Deutsche Grundkarte (DGK) im Maßstab 1:5000 der Kartenblätter 2820, 2821, 2920 und 2921; LGN - Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen**

Die Deutsche Grundkarte im Maßstab 1:5000 dient als Hintergrundkarte für die Ergebnisdarstellung der Überflutungsflächen. Karten dieses Auflösungsgrads erlauben sichere Aussagen über die Betroffenheit einzelner Gebäude oder infrastruktureller Einrichtungen.

Höhenlinien sind der DGK5 in einer separaten Ebene zugeordnet. Sie ermöglichen die Überprüfung von Überflutungsgrenzen und vermitteln einen Eindruck über die Gefälleverhältnisse. Die Überprüfung wird durch nachfolgend erläuterte Luftbildaufnahmen ergänzt.

- **Digitale Orthophotos der Kartenblätter 2820, 2821, 2920 und 2921; LGN – Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen**

Luftbildaufnahmen liegen für das Bearbeitungsgebiet in der Form digitaler Orthophotos (DOP) vor. Digitale Orthophotos sind hochauflösende, verzerrungsfreie Abbildungen der Erdoberfläche. Sie geben Aufschluss über die realen topographischen Verhältnisse und werden zur Kontrolle der Lage von Bewuchs, Bauwerken und Infrastruktur herangezogen.

- 
- **Lageplan mit Darstellung der Überflutungsflächen der Lastfälle HQ<sub>5-Sommer</sub> und HQ<sub>100</sub>; Hochwasserschutzplan Wümme, NLWKN Verden und der Senator für Bau, Umwelt und Verkehr Bremen; erstellt durch das Franizus-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen – Universität Hannover; unveröffentlicht**

Im Rahmen des Hochwasserschutzplans Wümme bestand die Aufgabe des Franizus-Instituts u.a. in der Erstellung eines eindimensionalen, hydrodynamischen Modells und eines Niederschlags-Abfluss-Modells für die Wümme sowie in der Kopplung der beiden Modelle zur Beschreibung des komplexen Abflussverhaltens im Einzugsgebiet.

Zum Zeitpunkt dieser Untersuchung lagen Lagepläne mit der Darstellung der Überflutungsflächen/-tiefen für die Abflusserereignisse HQ<sub>5-Sommer</sub> und HQ<sub>100</sub> vor. Die Ergebniskarten wurden zur Plausibilitätskontrolle genutzt.

### **Wasserstands- und Abflussdaten**

- Unterhalb von Hellwege befindet sich ein vom NLWKN, Betriebsstelle Verden, betriebener Dauerpegel, der in 15-Minuten-Abständen Wasserstände aufzeichnet (Wümme km 52+677/ 20+877). Für den Pegel existiert eine W-Q-Beziehung (vgl. Anhang IV, S.93), die die Zuordnung von Wasserständen zum Abfluss ermöglicht. Die gewässerkundlichen Tages-, Haupt- und Extremwerte Q (Abfluss) und W (Wasserstand) am Pegel Hellwege (NLWKN NORDEN 1998-2003) beschreiben das Abflussgeschehen am unteren Modellrand.
- Das Abflussgeschehen am oberen Modellrand kann durch einen Pegel in Rotenburg/Wümme (Wümme km 52+677/ 20+877) beschrieben werden, der über einen Zeitraum von neun Jahren (1991 bis 1999) betrieben wurde. Zu diesem Pegel standen die Aufzeichnung der Abflüsse als Tages-, Haupt- und Extremwerte sowie die Wasserstände aus den Jahren 1995 bis 2001 als Tagesmittelwerte zur Verfügung.

Das NLWKN, Betriebsstelle Verden (Herr Neubauer) stellte zudem Abflussspenden zur Verfügung (Hq<sub>10</sub>-, Hq<sub>20</sub>-, Hq<sub>50</sub>- und Hq<sub>100</sub>).

Die hydrographische Karte Niedersachsens (LGN - Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen) lässt eine Unterteilung des Bearbeitungsgebiets in lediglich vier Teileinzugsgebiete zu. Daher wurde das Bearbeitungsgebiet an maßgeblichen Gewässerknotenpunkten mit Hilfe des Höhenlinienplans (auf Grundlage der DGK5) sinnvoll unterteilt. Auf diese Weise konnten Teilabflüsse im Verlauf des Gewässers ermittelt und berücksichtigt werden. Die für die Ermittlung der Abflüsse [m<sup>3</sup>/s] notwendigen Angaben zu Abflussspenden [l/(s·ha)] ergaben sich an den Knotenpunkten aus dem Verhältnis der vorhandenen Werte in Hellwege und Rotenburg/Wümme und der jeweiligen Teileinzugsgebiete. Abbildung 61 zeigt das Ergebnis der Flächendifferenzierung.

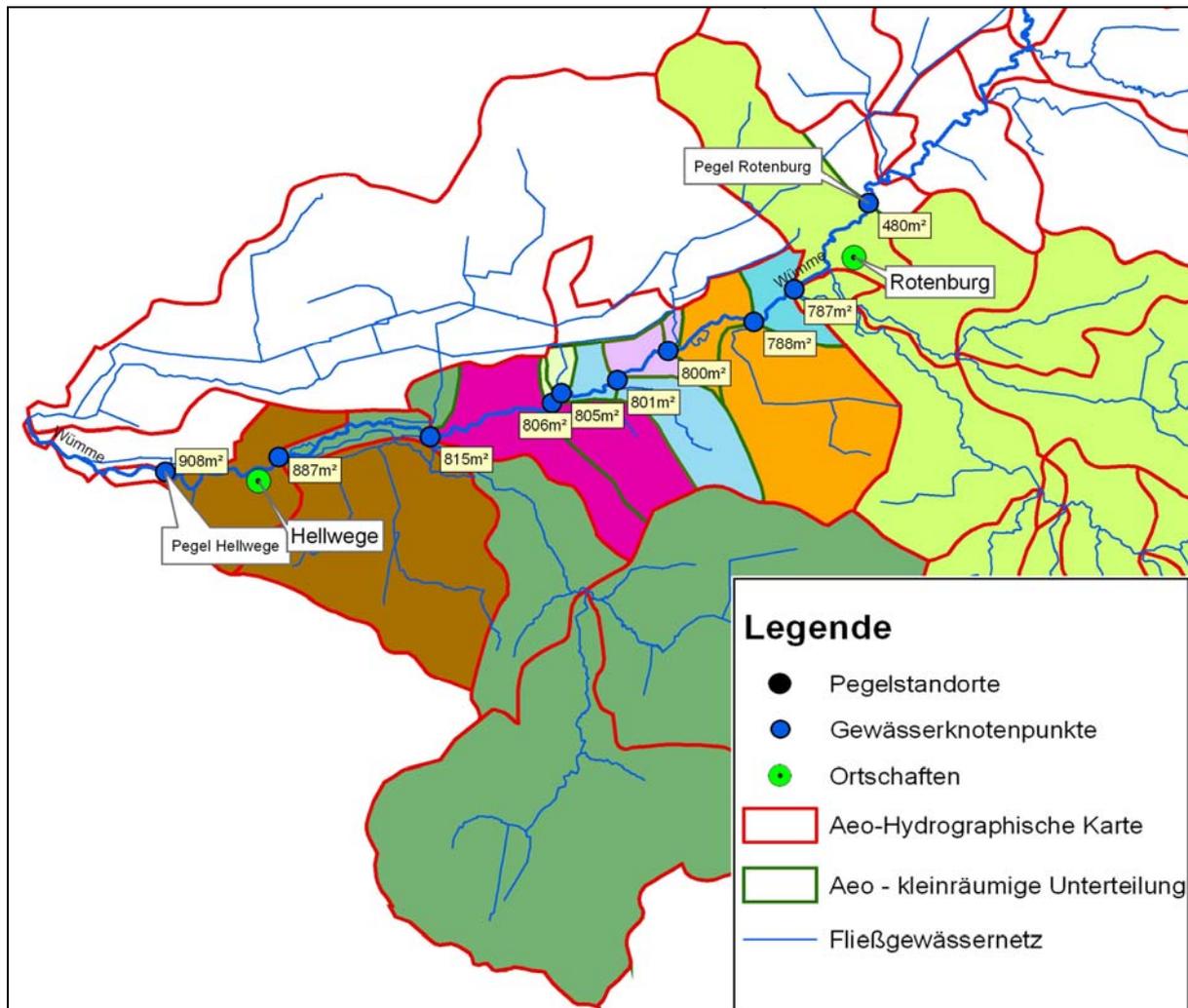


Abbildung 61: Ermittelte Teileinzugsgebiete mit Kennzeichnung der Einzugsgebietsgröße an den Gewässerknotenpunkten

Die farbig hinterlegten Flächen kennzeichnen die an den jeweiligen Gewässerknotenpunkten berücksichtigten Teilflächen. Die nördlich des Bearbeitungsgebietes gelegenen Teilflächen, die nicht farbig hinterlegt sind, sind Bestandteil des künstlich angelegten Be- und Entwässerungssystems der Wümme-Niederung. Die Entwässerung dieser Flächen erfolgt im Wesentlichen unterhalb des Bearbeitungsgebietes. Vor-Ort-Kartierungen der Entwässerungsrichtungen durch das NLWKN, Betriebsstelle Verden, bestätigen diese Annahme (NLWKN Verden, Herr Neubauer).

Die Ergebnisse der Ermittlung von Teileinzugsgebietsgrößen sind in Tabelle 11 dargestellt.

Standort	Station neu	Station alt	A <sub>EO</sub>
	km	km	km <sup>2</sup>
Pegel Hellwege	52+980	20+877	908
	55+900	24+130	887
Ahauser Mühlenbach	59+580	27+810	815
	62+280	30+510	806
	62+550	30+780	805
	63+930	32+160	801
	65+200	33+430	800
	67+250	35+480	788
Mündung Rodau/Wiedau	68+440	36+670	787
Pegel Rotenburg	71+220	39+450	480

Tabelle 11: Teileinzugsgebietsgrößen an maßgeblichen Gewässerknotenpunkten

### Digitales Höhenmodell in tabellarischer Form (12,5 x 12,5 m Raster)

Daten des Digitalen Höhenmodells wurden in tabellarischer Form als \*.dgm-Dateien (ca. 120 Dateien) in einer Gitterweite von 12,5 x 12,5 m zur Verfügung gestellt. Es handelt sich dabei um das DGM5 des LGN (Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen). Diese Daten wurden mit Hilfe der Arcview-Extension „ASCII-Reader“ zu einem Punkt-Shape-File verarbeitet und anschließend in Arcview 3.3 zu einem Rastermodell konvertiert.

### Geometrische Werte und NN-Höhen der Bauwerke

Bauwerke in Fließgewässern beeinflussen maßgeblich die Strömungssituation. Sie stellen Engstellen im Gewässerprofil dar und bewirken - z.B. durch Pfeilerstau - weitere örtliche Energieverluste. Daneben hat auch das An- oder Überströmen eines Bauwerks rückstauende Wirkung. Wasserstandsregulierende Bauwerke, wie die im Bearbeitungsgebiet vorliegenden, begründen sogar eine neue hydraulische Randbedingung (vgl. BWK 2000).

Geometrische Daten zu den im Bearbeitungsgebiet vorhandenen Bauwerken wurden vom NLWKN, Betriebsstelle Verden (Herr Stührenberg), übermittelt. Die aus dem Unterhaltungsrahmenplan Wümme 1992 stammenden Daten umfassen nicht alle erforderlichen Abmessungen, so dass der Bestand durch ein eigenes Aufmaß vor Ort vervollständigt wurde und die vorhandenen Daten überprüft werden konnten.

Die berücksichtigten Geometrien der Bauwerke sind in Tabelle 12 aufgelistet. Sie werden dem Wasserspiegellagenmodell manuell hinzugefügt.

Bezeichnung	Station (neu)	Station (alt)	Rechtswert	Hochwert	Sohlhöhe	KOK <sup>6</sup>	KUK <sup>7</sup>	Feldanzahl	Feldbreite	Pfeilerbreite
	[km]	[km]	[m]	[m]	[mNN]	[mNN]	[mNN]	[Stck]	[m]	[m]
Schleuse V (Stauschütz)	52+970	21+162	3513952	5882616	10,19	13,74	13,16	3	4,95	1,50
Stahlbetonbrücke	55+250	23+500	3515599	5882612	-	15,61	13,86	1	34,00	-
Schleuse IV (Klappenwehr)	56+730	24+970	3516863	5883055	11,53	14,65 <sup>8</sup>	13,95 <sup>3</sup>	3	4,70	0,82
Schleuse III (Stauschütz)	59+500	27+720	519121	5883293	12,40	16,22	15,57	3	4,50	1,20
Stahlbetonbrücke	61+051	29+271	3520382	5883736	-	16,31	15,71	-	20,50	2x0,30
Sohlgleite	62+200	30+430	3521438	5883906	14,60	-	-	-	-	-
Eisenbahnbrücke (Stahlbrücke)	64+370	32+600	3526767	5886968	-	23,89	21,21	1	30,00	-
Schleuse I (Klappenwehr)	65+500	33+680	3523991	5885012	14,94	18,83	18,22	2	5,85	0,55
Holzbrücke	67+280	35+512	3525421	5885570	-	19,15	18,70	-	22,00	3x0,18
Holzbrücke	68+185	36+405	3526026	5886110	-	19,95	19,38	-	27,00	2x0,18
Stahlbetonbrücke	68+880	37+069	3526551	5886451	-	-	20,05	3	2x12,37/ 1x12,86	1,13/1,0

Tabelle 12: Bauwerksgeometrien

## Randbedingungen und Eingangsparameter

### Rauheitsparameter

Die Oberflächenrauheiten im Fließgewässer und in den Vorländern verursachen kontinuierliche Fließwiderstände. Im Rahmen dieser Untersuchung kam die äquivalente Sandrauheit nach Darcy-Weisbach ( $k_s$ -Werte) zur Anwendung. Die im Zuge der Kalibrierung des Wasserspiegellagenmodells anzupassenden Rauheitsparameter wurden für den Gewässerschlauch mit  $k_s = 0,1$  m angesetzt. Die für das linke und rechte Vorland jeweils separat definierbaren Rauheiten wurden mit  $k_s = 1,0$  m gewählt. Die sich durch den Bewuchs in den Vorländern ergebenden Verluste wurden durch die Einstellung dieses Rauheitsparameters berücksichtigt.

<sup>6</sup> KOK = Konstruktionsoberkante

<sup>7</sup> KUK = Konstruktionsunterkante

<sup>8</sup> Werte sind der Vermessung Wümme-Aue entnommen. Angaben aus Unterhaltungsrahmenplan 1992 sind wegen Neubaus der Wehranlage in 1997 veraltet

## Betrieb der Stauanlagen

Die Steuerung der Stauanlagen im Bearbeitungsgebiet erfolgt manuell (vgl. Kapitel 2.2; Seite 9). In der Regel werden während Hochwassereignissen die Querschnitte der Stauanlagen so weit wie möglich geöffnet. Am Schützenwehr in Ahausen (Ahauser Schleuse; km 59+520/ 27+720) erfolgt bei Extremereignissen ein Schützausfluss, da die Stautafeln auch bei maximaler Zughöhe weiterhin ins Wasser eintauchen. Die Stauklappen der Schleusen I und IV werden vollständig abgesenkt. Für die Betrachtung von Hochwassereignissen wird die vollständige Öffnung der Querschnitte zugrunde gelegt.

Der Planungszustand berücksichtigt die vollständige Entnahme des Bauwerks Ahauser Schleuse (Stauschütz an km 59+500/27+720) aus dem Gewässerschlauch. Alle übrigen Bauwerke bleiben erhalten, während die Stauregelung in diesem Zustand für alle Abflussergebnisse entfällt.

## Veränderter Gewässerabschnitt

Die Sohlanhebung wird für den Bereich zwischen Wümme-km 68+015 (km 36+215) und Wümme-km 55+500 (23+700) simuliert. In der Modellierung werden die Sohlhöhen zwischen einem Bestandsprofil und einem veränderten Querprofil an den jeweiligen Rändern des angehobenen Bereichs gradlinig interpoliert. Damit entstehen an beiden Rändern Sohlrampen mit einem Gefälle von ca. 0,5-0,8 %.

Der angehobene Bereich ist in Abbildung 62 und Abbildung 63 dargestellt.

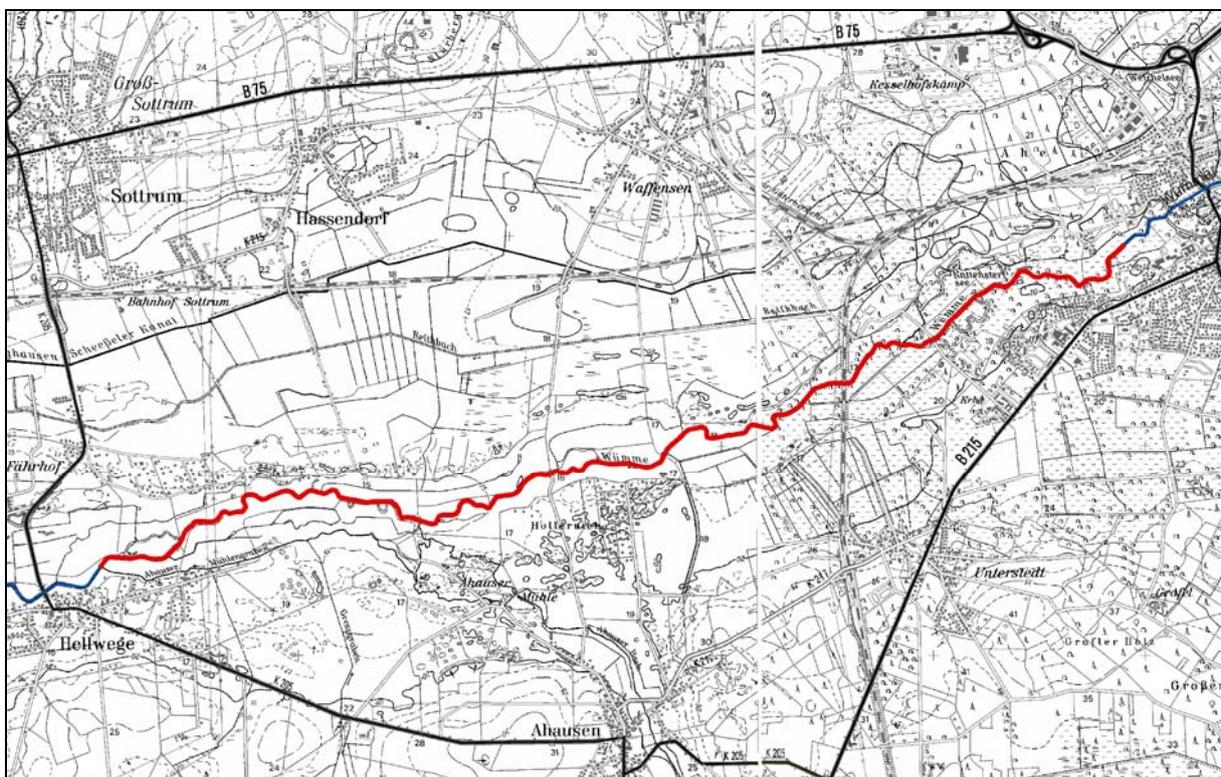


Abbildung 62: Lageplan mit Darstellung des Gewässerabschnitts mit angehobener Gewässersohle

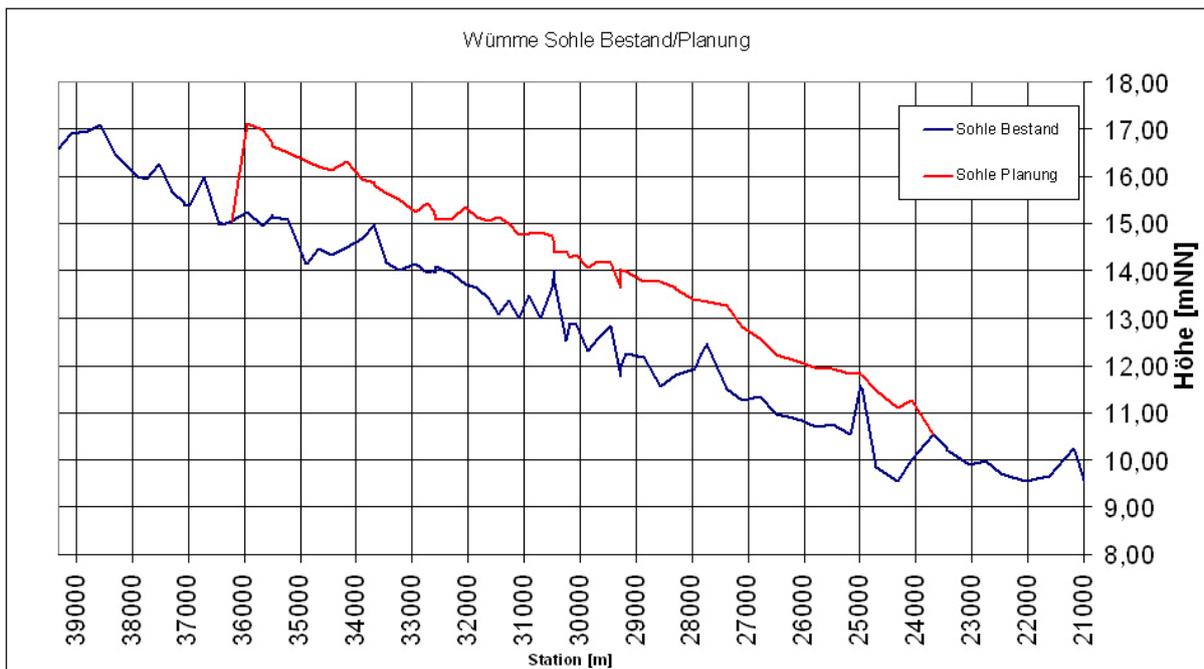


Abbildung 63: Längsschnitt mit Darstellung des Gewässerabschnitts mit angehobener Gewässersohle

### Verfahrensbeschreibung/ Theoretische Grundlagen

Mit den zuvor beschriebenen geometrischen Daten (Gewässerprofile, Bauwerke) wurde ein 1-dimensionales stationär-ungleichförmiges Wasserspiegellagenmodell in dem Programmsystem WSPWin zur Berechnung der Wasserspiegellagen aufgebaut. Das grundlegende Verfahren zur Berechnung des Wasserspiegels besteht in einer von Profil zu Profil fortschreitenden Berechnung diskreter Wasserspiegelhöhen, wobei der Energiehöhenvergleich nach BERNOULLI zwischen einem Querschnitt mit bereits bekannter und einem mit noch unbekannter Wasserspiegelhöhe als Berechnungsgrundlage dient. Strömungsverluste werden durch die bekannten Ansätze von PRANDTL-COLEBROOK (Wandreibungsverluste) und die örtlichen Verluste für jede Station (z.B. bei Bauwerken) festgelegt. Die Art der Verluste (z.B. Brückenstau nach REHBOCK) ist durch Angabe von Steuerungsparametern und die zugehörigen Beiwerte festzulegen. Der BERNOULLI'sche Energiehöhenvergleich zwischen zwei Profilen liefert eine iterativ zu lösende Gleichung zur Bestimmung des oberstromigen Wasserstandes. Der unterstromige Wasserstand wird dabei als bekannt vorausgesetzt [BJÖRNSSEN BERATENDE INGENIEURE 2004].

Das Programm WSPWin-Mapper dient der Visualisierung der Wasserspiegellagen, die zuvor mit dem Programm WSPWin berechnet worden sind. WSPWin-Mapper ermöglicht die Ein- und Ausgabe hydraulischer Daten im Lageplan und beinhaltet ein Zusatzmodul zur Darstellung von Überflutungsgebieten über ein digitales Geländemodell (DGM). Um sicherzustellen, dass alle überschwemmten Bereiche erfasst werden, wurden z.B. nicht ausreichend ins Vorland reichende Querprofile im Mapper über das DGM verlängert.

Zur Kalibrierung des Modells und somit zur realistischen Darstellung des Abflussverhaltens ist es zwingend erforderlich, dass Informationen über Wasserstände und Abflüsse im betrachteten Gewässerabschnitt zur Verfügung stehen. Der am Ende des untersuchten Gewässerabschnitts liegende Dauerpegel Hellwege verfügt über einen sehr umfangreichen Da-

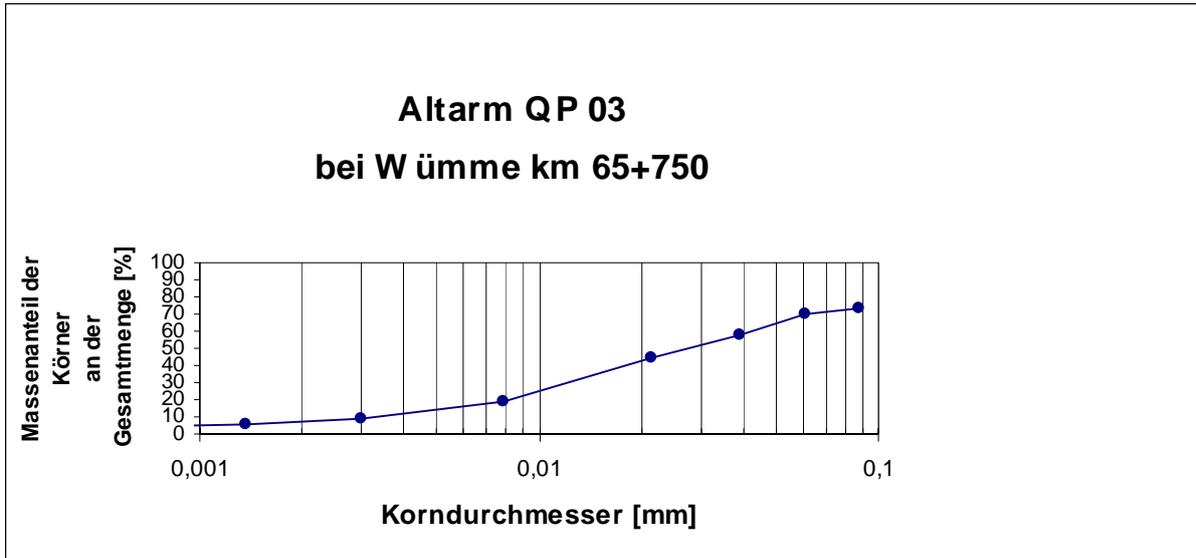
tenbestand. Da das Wasserspiegellagenmodell die Berechnung gegen die Fließrichtung ausführt, wurden die dort bekannten Wasserstände als Startbedingung gesetzt. Der Pegel Rotenburg/Wümme verfügt über Wasserstandsdaten von 1995 bis 2001. Zur Kalibrierung des Modells wurden drei Ereignisse unterschiedlicher Charakteristik betrachtet, die in Tabelle 13 dargestellt sind. Hier ist ebenfalls ein Vergleich zwischen kalibrierten und gemessenen Wasserständen am Pegel Rotenburg/Wümme enthalten. Nach Anpassung der Rauigkeiten im Gewässerschlauch und im Vorland sowie der örtlichen Verluste an den Bauwerken ist die Kalibrierung als ausreichend zu bezeichnen.

Ereignis		Hellwege	Rotenburg	Abweichung
<b>01.11.1998</b>	Q [m <sup>3</sup> /s]	76,00	20,60	
	W <sub>gem</sub> [mNN]	12,38	19,89	
	W <sub>kal</sub> [mNN]		19,92	+ 0,03 m
<b>22.02.1999</b>	Q [m <sup>3</sup> /s]	69,80	22,90	
	W <sub>gem</sub> [mNN]	12,34	20,04	
	W <sub>kal</sub> [mNN]		19,97	- 0,07 m
<b>15.12.1999</b>	Q [m <sup>3</sup> /s]	23,80	11,00	
	W <sub>gem</sub> [mNN]	11,83	19,22	
	W <sub>kal</sub> [mNN]		19,18	- 0,04 m

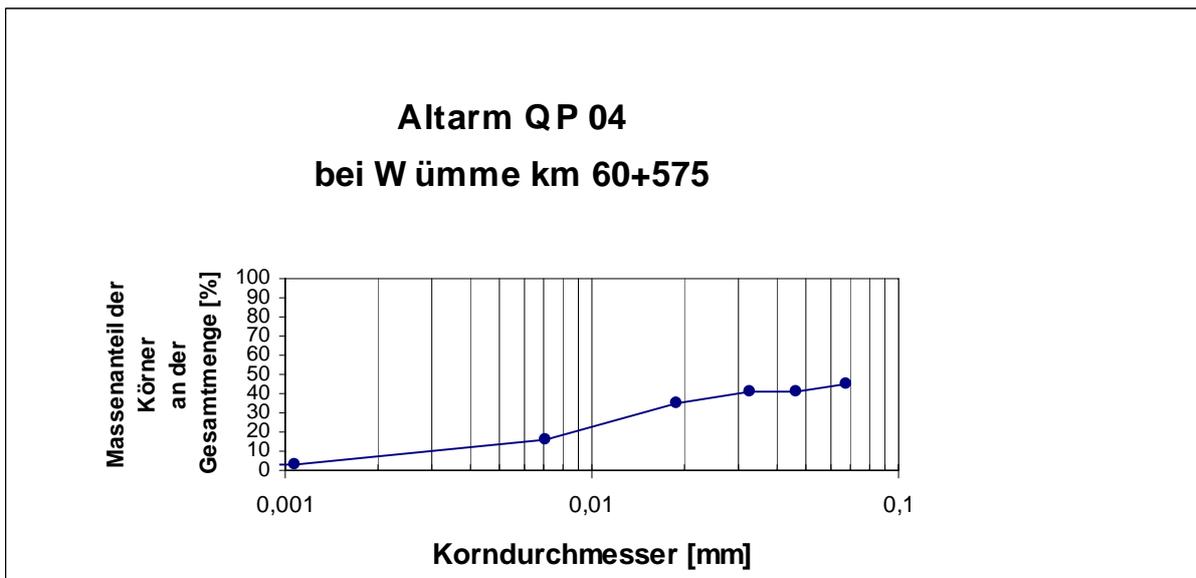
Tabelle 13: Vergleich gemessene und kalibrierte Wasserstände

Nach der Kalibrierung des Modells werden die Wasserspiegellagen für die ausgewählten Hochwasserereignisse (vgl. Kapitel 3.2.1) berechnet. Die berechneten Wasserspiegellagen können nun im WSPWin-Mapper mit dem DGM verschnitten und im Lageplan als Überflutungsfläche einschl. Wassertiefen für jeden einzelnen Lastfall dargestellt werden. Zur Darstellung der Flächen gleicher Überflutungsdauer sind Abflussereignisse aus den vorhandenen Dauerlinien zu konstruieren und modelltechnisch wie vorher abzubilden (s. Kapitel 3.2.1).

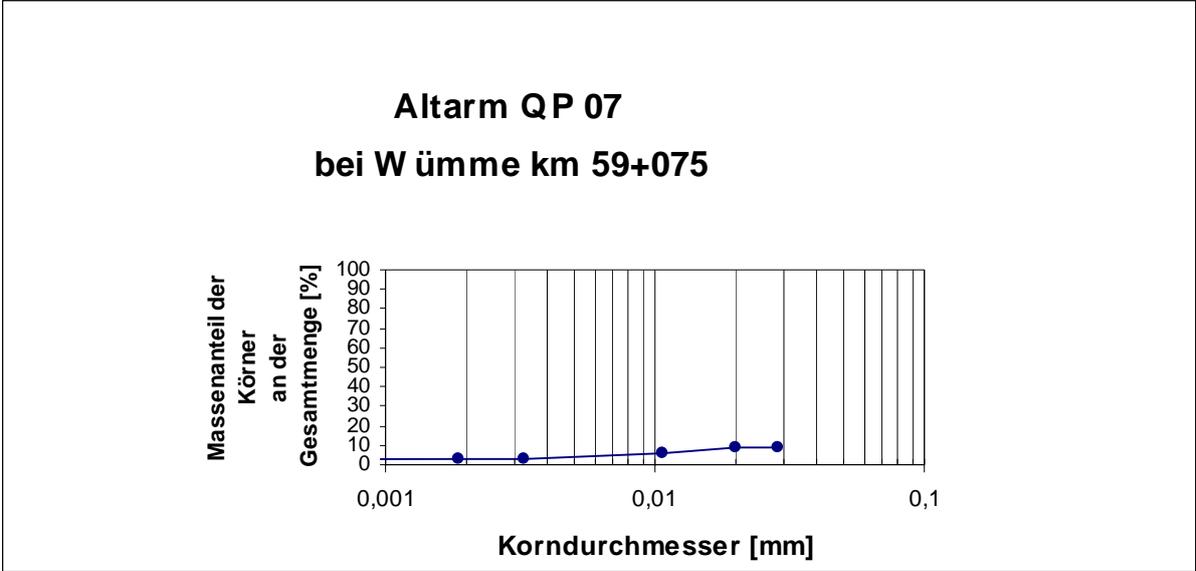
**Anhang IV - Sieblinien der Gewässersohlproben**



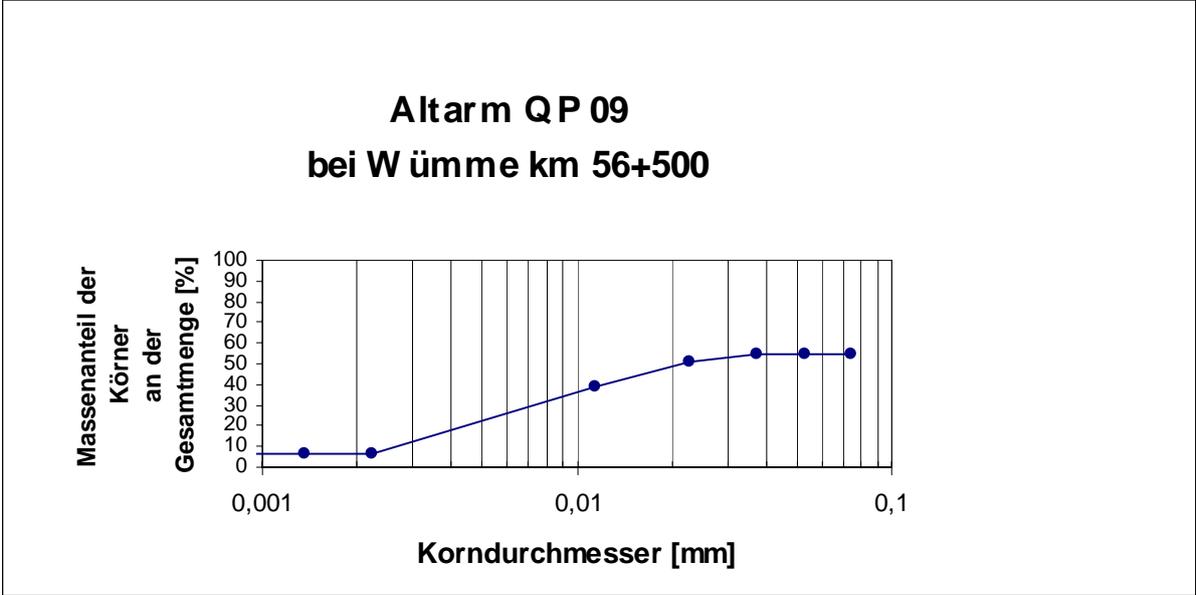
Organischer Anteil der Sedimentprobe an Wümme-km 65+750: 31 %



Organischer Anteil der Sedimentprobe an Wümme-km 60+575: 29 %

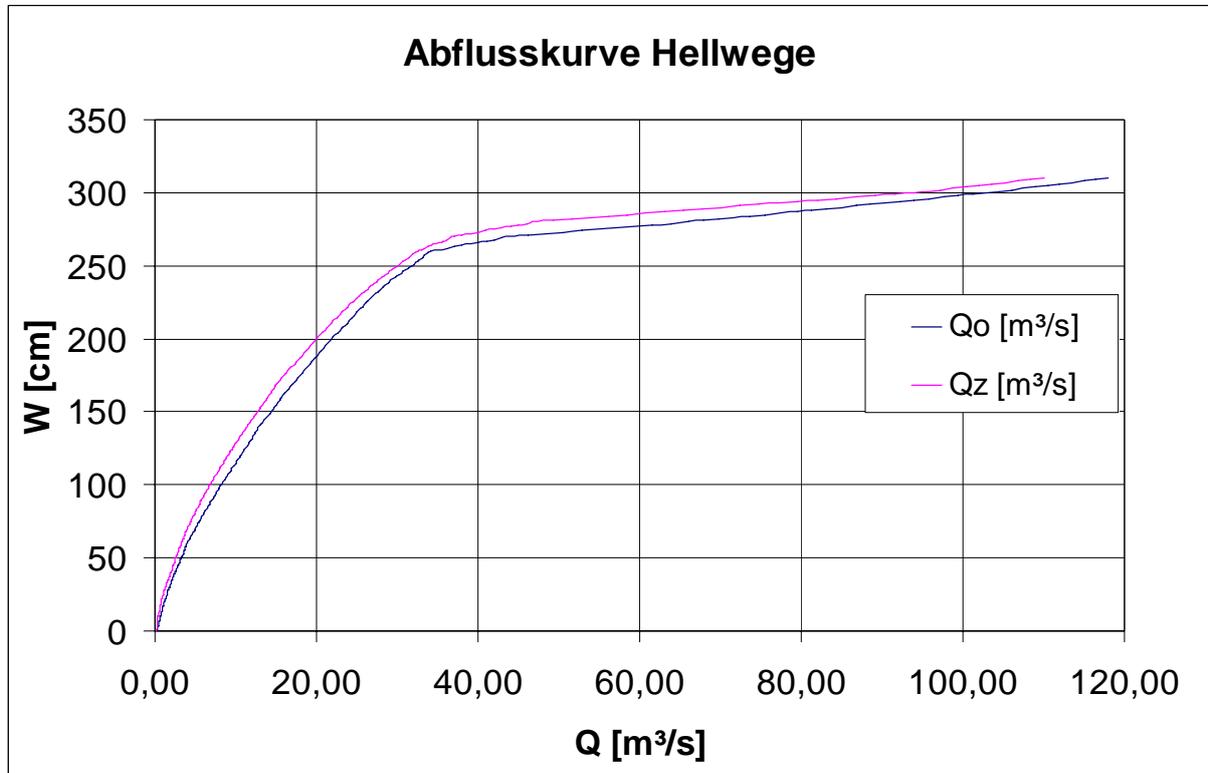


Organischer Anteil der Sedimentprobe an Wümme-km 59+075: 8 %

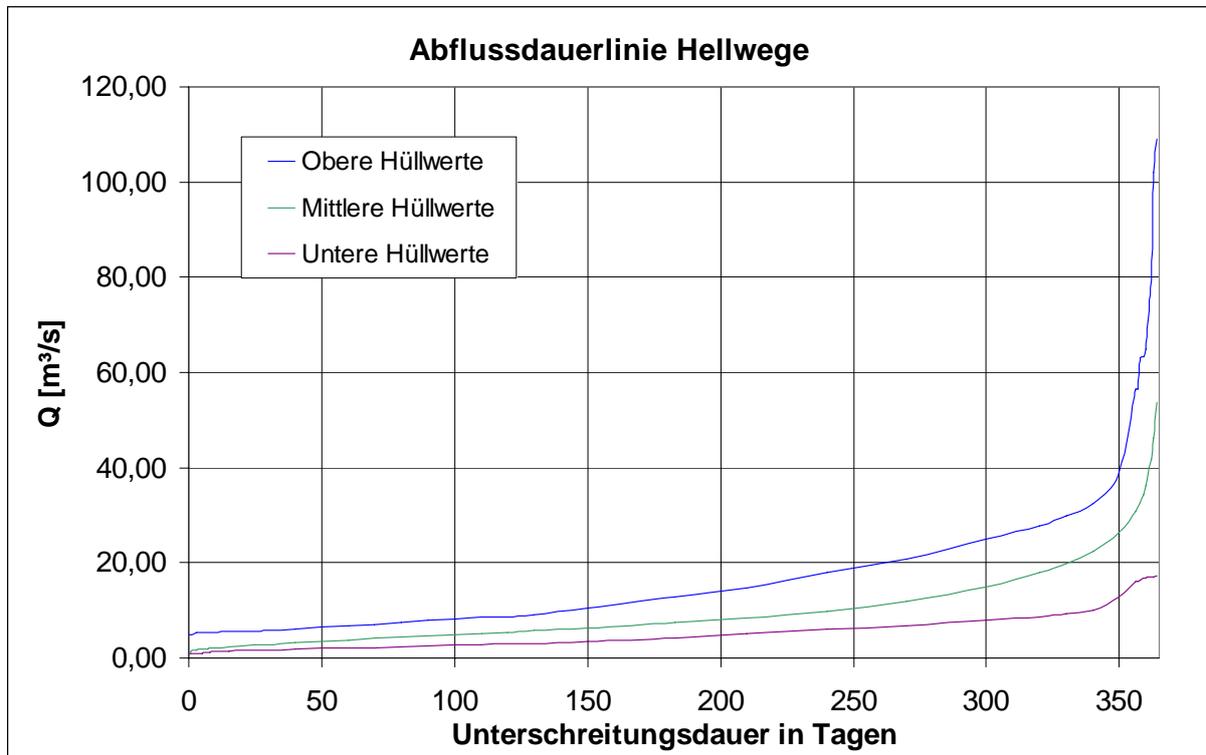


Organischer Anteil der Sedimentprobe an Wümme-km 56+500: 40 %

Anhang V - Abflusskurve Hellwege



## Anhang VI - Abflussdauerlinie Hellwege



Unterschreitungs- dauer in Tagen	1969/2003 35 Kalenderjahre		
	Obere Hüllwerte	Mittlere Hüllwerte	Untere Hüllwerte
0	4.81	0.86	0.86
1	5.00	1.46	0.90
2	5.19	1.60	0.91
3	5.29	1.71	0.94
4	5.30	1.81	0.98
5	5.37	1.89	1.02
6	5.37	1.93	1.06
7	5.37	1.98	1.16
8	5.38	2.03	1.20
9	5.41	2.06	1.31
10	5.43	2.11	1.32
15	5.49	2.34	1.42
20	5.62	2.54	1.54
25	5.70	2.72	1.60
30	5.77	2.91	1.64
40	6.17	3.21	1.79
50	6.50	3.54	2.02
60	6.80	3.85	2.11
70	7.10	4.11	2.20
80	7.54	4.38	2.31
90	7.87	4.64	2.54
100	8.09	4.87	2.72
110	8.53	5.16	2.82
120	8.75	5.44	2.93
130	9.11	5.73	3.05
150	10.50	6.38	3.44
183	12.80	7.41	4.17
210	14.80	8.41	5.16
240	17.90	9.83	5.99
270	20.80	11.80	6.80
300	25.00	14.90	7.90
320	27.70	17.90	8.74
330	29.80	19.90	9.26
340	32.40	22.50	9.96
350	39.10	26.30	12.80
356	56.50	30.90	16.00
357	56.50	31.80	16.10
358	63.00	32.80	16.30
359	63.20	34.40	16.80
360	65.00	36.10	16.90
361	71.00	38.70	17.10
362	81.30	41.90	17.10
363	102.00	46.30	17.10
364	109.00	53.60	17.20