

Zwischenbericht

Zuwendungsempfänger:

UFZ-Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH
Permoserstr.15
04301 Leipzig

Förderkennzeichen: 0339801

Vorhabensbezeichnung:

Stofftransport und -umsatz in Bühnenfeldern der Elbe

Laufzeit des Vorhabens:

01.04.2000 – 31.03.2003

Berichtszeitraum:

01.04.2000 – 31.12.2000

1. Erzielte Ergebnisse

Tracermessungen an einem Beispielsbühnenfeld der Elbe am km 317, das vom IGB vermessen wurde, zeigten, daß die mittlere Aufenthaltszeit der großen Walze im Bühnenfeld (aus der Konzentrationsdifferenz zwischen der Konzentration im Hauptstrom an der oberstrom gelegenen Bühne und dem Bühnenfeldauslauf) bei Wasserführungen unter Mittelwasser (566 m³/s) etwa 30 min beträgt. Durch Schiffahrt werden diese Konzentrationsunterschiede in den Tracerkonzentrationen teilweise verwischt.

Die Schwebstoffe aus Ablagerungen in Stillwasserbereichen werden außer bei Wasserstandsanstieg (Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und damit der Scherkraft) vor allem durch die Schiffahrt remobilisiert, insbesondere Schiffe mit Strahlantrieb erhöhen die Trübung (als Maß für den Schwebstoffgehalt) in der Fahrrinne. Während die normalen Schubverbände mit Schiffsschraube meist wenig Einfluß auf die Trübung im Hauptstrom haben, erreichen die Schiffpassagen mit Strahlantrieb beachtliche Ausschläge innerhalb von 10 min Dauer.

Die Sog- und Schwallwirkung bei der Schiffsdurchfahrt – auch meist bei Schubverbänden – verursacht einen erheblichen Anstieg der Trübung im Bühnenfeld. Ein Teil dieser Schwebstoffe gelangt in den Hauptstrom und bewirkt dort eine Trübungszunahme, deren Stärke von solchen Faktoren bestimmt wird, wie Abstand des Schiffes vom Bühnenfeld, Geschwindigkeit des Schiffes, Tiefgang u. a.

Die wöchentlichen Untersuchungen im Bühnenfeld innerhalb der Vegetationsperiode des Jahres 2000 zeigten, daß

- im Bühnenfeld eine Abnahme der Schwebstoffkonzentration gegenüber dem Hauptstrom – außer bei Schiffsdurchfahrten - erfolgt. Sie beträgt im Mittel 21 %.
- der prozentuale Glühverlustanteil am Schwebstoffgehalt in der Mehrzahl der Messungen um 1-2 % zunimmt.
- die Sauerstoffsättigung höhere Werte im Vergleich zum Hauptstrom aufweisen.

Die Ergebnisse belegen, daß ein Teil des vom Hauptstrom in das Bühnenfeld transportierten schwereren Schwebstoffmaterials sedimentiert. Aus den Werten der biologischen Meßgrößen Chlorophyllgehalt und Sauerstoffproduktionspotential läßt sich nicht auf eine permanente Algenproduktion in einem Bühnenfeld schließen. Der Ammoniumgehalt (wenn er über der Nachweisgrenze liegt) verringert sich während der Passage des Wassers durch das Bühnenfeld, was auf Umsatz in Biomasse oder Nitrifikation hinweist. Die Konzentrationen an partikulärem organischem Kohlenstoff, partikulärem Phosphor und partikulärem organisch gebundene Stickstoff vermindern sich in diesem Stillwasserbereich, ebenso der Gesamtphosphorgehalt, aber nicht so deutlich. Bei den anderen Nährstoffkomponenten ist die Konzentrationsänderung indifferent.

Ob sich die Phytoplanktonvermehrung bei der Passage nur eines Bühnenfeldes überhaupt meßtechnisch erfassen läßt, müssen weitere Untersuchungen zeigen. Die bisherigen Ergebnisse belegen, daß die Bühnenfelder eine wesentliche Bedeutung für das Schwebstoffregime und die Nährstoffdynamik in großen Fließgewässern haben, die es künftig weiter zu quantifizieren gilt.

Eine große transport- und tageszeitgerechte Elbebereisung wurde gemeinsam mit der BfG von Schmilka bis Geesthacht durchgeführt. Dabei lag der Schwerpunkt des UFZ auf die Einbeziehung unterschiedlicher Bühnenfelder.

Vom Nachauftragnehmer TU Darmstadt; Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft wurde das Teilprojekt „Morphodynamische Modellierung“ begonnen. Die Ergebnisse sind gesondert in der Anlage aufgeführt.

2. Stand des Vorhabens zur ursprünglichen Planung

Da sich die Personaleinstellung entsprechend dem Zeitbedarf für das Einstellungsverfahren verzögerte, konnte erst ab Mitte Juni mit den Messungen begonnen werden. Auch im Teilprojekt Morphodynamische Modellierung zeigten sich Anlaufschwierigkeiten.

Die Untersuchungen wurden dann entsprechend den Arbeitsplänen durchgeführt.

Die Meßgeräte für die methodischen Untersuchungen zur Primärproduktion standen nicht zu Beginn dieser Messungen zur Verfügung bzw. waren beim Hersteller tw. noch im Entwicklungsstadium, so daß diese Arbeiten 2001 während der Vegetationszeit fortgesetzt werden müssen. Dabei wird der Schwerpunkt auf die Simulation der fluktuierenden Lichtbedingungen, wie sie im Fluß vorherrschen, gelegt. Während der Untersuchungsphase 2000 war der Wasserstand der Elbe bis Jahresende praktisch auf gleichen Niveau (etwas über NMQ), so daß die Wasserstandsdynamik bisher nur ungenügend berücksichtigt werden konnte. Auch der Schiffsverkehr war dadurch selten.

3. Aussichten für die Erreichung der Ziele

Aus den genannten Gründen zeichnet es sich ab, daß eine kostenneutrale Verlängerung des Projektes in 2003 angestrebt werden wird, da für die Untersuchungen insbesondere auch die saisonale Dynamik der Gewässerprozesse angemessen berücksichtigt werden soll. Eine entsprechende Umbuchung der 2000 nicht verausgabten Mittel wurde beantragt. Generell haben sich die Aussichten für die Erreichung der Vorhabensziele nicht geändert.

4. Ergebnisse von dritter Seite

Ergebnisse von dritter Seite sind innerhalb des Forschungsverbundes „Strukturgebundener Stoffumsatz“ zu erwarten. Durch die Zusammenarbeit ist gewährleistet, daß neue Erkenntnisse bzw. Methoden aus den anderen Forschungsgruppen bei den eigenen Arbeiten und die des Nachauftragnehmers berücksichtigt bzw. diese Gruppen an den geeigneten Bühnenfeldern zusammengeführt werden.

5. Änderungen in der Zielsetzung

Sie sind nicht notwendig.

6. Fortschreibung des Verwertungsplanes

Die zu erwartenden Ergebnisse liefern auch Grundlagen für die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie im Einzugsgebiet der Elbe.

Dr. Guhr
Projektleiter

Magdeburg, d.30.03.2001

Stoffdynamik, morphodynamische Modellierung

Zwischenbericht des Teilprojektes der TU Darmstadt für die Zeit
vom 01.06.00 - 31.01.01



INHALTSVERZEICHNIS

1 TEILPROJEKT WASSERBAU (TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT, INSTITUT FÜR WASSERBAU UND WASSERWIRTSCHAFT)	2
1.1 ZIELSTELLUNG	2
1.2 ARBEITSHYPOTHESEN.....	2
1.3 EINLEITUNG.....	2
1.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	3
1.5 ERGEBNISSE	4
1.5.1 <i>Modelluntersuchungen an der Rinne, physikalisch - numerisch</i>	4
1.5.2 <i>Untersuchungen an realer Topographie</i>	11
<u>ABB. 1: MESSRASTER FÜR PHYSIKALISCHE VERSUCHE AN EINEM BUHNENFELD</u>	7
<u>ABB. 2: DARSTELLUNG DER SCHNITTE ZUR GEGENÜBERSTELLUNG NUMERISCH - GEMESSEN</u>	8
<u>ABB. 3: VERGLEICH DES BETRAGES DER HORIZONTALEN GESCHWINDIGKEITEN IM QUERPROFIL 280, SOHLABSTAND 35MM</u>	9
<u>ABB. 4: VERGLEICH DES BETRAGS DER HORIZONTALEN GESCHWINDIGKEITEN IM QUERPROFIL 360, SOHLABSTAND 35 MM</u>	9
<u>ABB. 5: VERGLEICH DES BETRAGS DER HORIZONTALEN GESCHWINDIGKEITEN IM QUERPROFIL 280, SOHLABSTAND 55 MM (HW)</u>	10
<u>ABB. 6: VERGLEICH DES BETRAGS DER HORIZONTALEN GESCHWINDIGKEITEN IM QUERPROFIL 360, SOHLABSTAND 55 MM (HW)</u>	10
<u>ABB. 7: BERECHNUNG DER KORNVERTeilUNG IN EINEM BUHNENFELD BEI MW</u>	12
<u>ABB. 8: BERECHNUNG DER KORNVERTeilUNG IN EINEM BUHNENFELD BEI HW</u>	13
<u>TAB. 1: GEOMETRISCHE GRÖßEN</u>	5
<u>TAB. 2: ZEITPLAN DES PROJEKTES</u>	15
<u>TAB. 3: KOSTENPLAN DES PROJEKTES</u>	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

1 Teilprojekt Wasserbau (Technische Universität Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft)

LEITUNG DES TEILPROJEKTES: PROF. DR. -ING. U.C.E. ZANKE

1.1 Zielstellung

Das Teilprojekt hat die Aufgabe, zum einen unterstützend für das Verbundprojekt Stoffdynamik hydro- und morphodynamische Modellierungen durchzuführen um dort Antworten auf gezielte Fragestellungen zu finden, zum anderen auch die eigenen Modelle im Sinne von Stofftransport, Verweilzeiten und Produktion weiterzuentwickeln, Berechnungen durchzuführen und den Projektpartnern diese zur Verfügung zu stellen.

1.2 Arbeitshypothesen

Numerische Modellierung kann die Strömung und Geschiebedynamik in den Bühnenfeldern nach geeigneter Anpassung im wesentlichen nachbilden. Bestimmte biologische Prozesse wie Algenwachstum sind stark an die Strömung sowie an Zufuhr von Sauerstoff, Licht, Temperatur gekoppelt und lassen sich ebenfalls modellieren. Quellen- und Senkenterme (Primärproduktion) können eingeführt, und so biogene Prozesse modelliert werden.

1.3 Einleitung

Das Projekt ist nun seit einem dreiviertel Jahr am Verbundprojekt beteiligt. In dieser Zeit wurde damit begonnen neben den numerischen Vorläufen auch ein physikalisches Modell in der Wasserbauversuchshalle aufzubauen. Dies soll weitere Erkenntnisse durch konsistentere Daten und besser zu beobachtende Prozesse liefern, welche die Arbeit im eigentlichen Projekt unterstützt. Mit diesem Zusatzprogramm konnten auch wichtige Vergleiche für Bühnenfeldströmungen

zwischen dem hydrodynamischen und dem physikalischen Modell durchgeführt werden.

Weiterhin wurde im numerischen Teil die reale Modelltopographie im ersten Halbjahr aufgebaut und getestet. Zur Zeit finden sowohl stationäre als auch instationäre Rechnungen zu hydrodynamischen Fragestellungen statt. Die morphodynamischen Modelle sind ungleich aufwendiger in der Berechnung, sodaß hier zunächst an einzelnen stationären Abflußsituationen gearbeitet worden ist.

1.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Durch vergleichende Betrachtungen zwischen den zum Einsatz kommenden numerischen Modellen und den Untersuchungen in der Rinne konnte gezeigt werden, daß die zugrundegelegten hydrodynamischen Modelle in 2D sowie in 3D Informationen über die Hydrodynamik wiedergeben, welche für eine Modellierung von Stofftransportprozessen sinnvoll erscheint. Trotzdem wird weiterhin an der Verbesserung dieser Modelle gearbeitet.

Desweiteren konnte bei der Arbeit am hydraulischen Modell ein instationäres Phänomen beobachtet werden (Schwingungen) welches in der Natur hydraulisch ähnlich auftritt und im Rahmen der gemeinsamen Diskussion der bisherigen Projektergebnisse als relevant und wichtig im Sinne der zu modellierenden Stoffflüsse ist. Diesem Phänomen wird auch im physikalischen Modell weiter nachgegangen, da derzeit noch keine gesicherten Erkenntnisse vorliegen.

Die Geländemodelle für die untersuchten Gebiete wurden für die numerischen Berechnungen aufgebaut bzw. vorhandene der Aufgabenstellung angepaßt und erste hydro- und morphodynamische Berechnungen durchgeführt.

1.5 Ergebnisse

1.5.1 *Modelluntersuchungen an der Rinne, physikalisch - numerisch*

Die Strömungen in Bühnenfeldern sind nicht leicht zu beschreiben da sich je nach auftretender Geometrie des Bühnenfeldes, seiner Anströmung, dem Wasserstand, der benachbarten Bühnenfelder unterschiedliche Aussagen zu Geschwindigkeitsverteilung, Verweildauer oder Sediment austausch ergeben. Der Zugang zu Problemen dieser Art ist durch verschiedene Methoden möglich. Im Wasserbau haben sich für komplexere Strömungsvorgänge jedoch grundsätzlich zwei Methoden als pragmatisch erwiesen. Zum einen die physikalische und zum anderen die numerische Modellierung. Erstere ist anschaulich, da die zu untersuchenden Prozesse direkt vor den Augen des Ingenieurs ablaufen und direkt am Problem entschieden werden kann, wie nun an welcher Stelle genau gemessen und somit das hydraulische Problem einer weiteren quantitativen Analyse zugänglich gemacht werden kann.

Die andere Methode gewinnt durch leistungsfähige Rechenanlagen immer mehr Bedeutung. Numerische oder Mathematische Modelle beruhen auf physikalischen Gesetzmäßigkeiten welche die Strömungsprozesse mehr oder weniger gut beschreiben.

Qualitatives Kriterium für beide Modelle stellen jedoch reale Prozesse dar, welche die Modelle eigentlich ja auch abbilden sollten. Es existieren für beide Modelle Einschränkungen für welche die Aussagen die das Modell dann liefern nicht mehr richtig sind. In jedem Fall kann allerdings die Brauchbarkeit eines Modells durch den Vergleich mit einer realen Strömung überprüft werden, wobei jedoch auf ähnlich zu untersuchende Prozesse Wert gelegt werden muss. Dies war der Gedanke bei den begleitenden Untersuchungen an einem physikalischen Modell, zusätzlich zu den numerischen Berechnungen.

1.5.1.1 physikalisches Modell eines vereinfachten Elbabschnittes

Das physikalische Modell wurde mit dem Ziel aufgebaut, eine möglichst einfache Situation eines Bühnenfeldes an der Elbe untersuchen zu können. Dies war ein gerader Abschnitt in den sechs Bühnen eingebaut wurden. Aus Massstabsgründen wurde lediglich der halbe Fluss, also von der Gewässermittle bis zum Ufer realisiert.

Die Modellbühnen sollten in Analogie zur Elbe in einem Winkel von 72° zum Stromstrich eingebaut werden. Auch für die übrigen geometrischen Parameter wurden realistische Werte verwendet. Für den Versuchsaufbau ergaben sich folgende geometrische Größen:

	Uferneigung	Bühnenlänge	Bühnenkopfhöhe	Bühnenlängsneigung	Bühnenkopfeigung	Bühnenseitenneigung
Natur	1:20	60m	3m	1:100	1:5	1:3
Modell	1:10	1,2m	0,12m	1:50	1:2,5	1:1,5

Tab. 1: geometrische Größen

Das Modell wurde im folgenden mit zwei Wasserständen betrieben. Zum einen wurden MW Lagen untersucht und vermessen, dabei sind die Bühnen noch nicht überströmt. Zum anderen wurden Hochwasserlagen untersucht da hier die Strömungsverhältnisse stark unterschiedlich sind. Die Untersuchungen bezogen sich zunächst auf die Vermessung von Strömungsgeschwindigkeiten mit Hilfe eines ADV mit dem in verschiedenen Horizonten gemessen wurde. Der Wasserspiegel wurde vor den Messungen ausgemessen. Ende des letzten Jahres wurde begonnen mit Partikeln in der Strömung zu arbeiten. Diese Versuche sind jedoch aufgrund komplizierterer Auswertung noch nicht verfügbar. Die Messung der Geschwindigkeiten im Wasserkörper durch das ADV lieferte Aussagen zur mittleren Geschwindigkeit und zum Strömungsprofil. Dies jedoch mit Einschränkungen da die Strömungen sehr instationär sind und sich in bestimmten Bereichen besonders großer Turbulenzintensität keine konstanten Profile ausbildeten. Auch dieser Aspekt ist unter Umständen Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Das Messraster für die Untersuchungen mit dem Bühnenfeld in dem die Messungen vorgenommen wurden ist in Abb. 1 zu sehen. Man kann gut erkennen, dass es Bereiche gibt in denen mit höherer Auflösung gemessen wurde und Bereiche, die weniger dicht vermessen wurden. Das dargestellte Messprogramm konnte von zwei Studenten innerhalb eines Tages durchgemessen werden. Bei MW wurden zwei, bei HW vier Messungen an einem Punkt (Profilmessung) durchgeführt.

1.5.1.2 Numerische Modellierung des physikalischen Modellversuches

Der zuvor beschriebene Versuch wurde im weiteren numerisch modelliert, da hier ein Vergleich zwischen qualitativ hochwertigen (ADV Messungen) Messdaten und den eingesetzten numerischen Verfahren durchgeführt werden kann. Die Berechnung der entsprechenden Abflussverhältnisse wurde auf einer Workstation durchgeführt. Das Gebiet, welches mit knapp 20.000 Knoten ohne Masstabsveränderung diskretisiert wurde, hat eine räumliche Ausdehnung von 2 mal 30 Metern, welches der Länge und Breite der Versuchsrinne entspricht. Zum Einsatz kam das bereits für mehrere Fragestellungen erprobte explizite 2D FEM Verfahren „bubble“ welches auch in anderen Projekten gute Ergebnisse geliefert hat. Weiterhin wurde ein quasi 3D Verfahren eingesetzt um die Geschwindigkeiten auch im Profil zu berechnen.

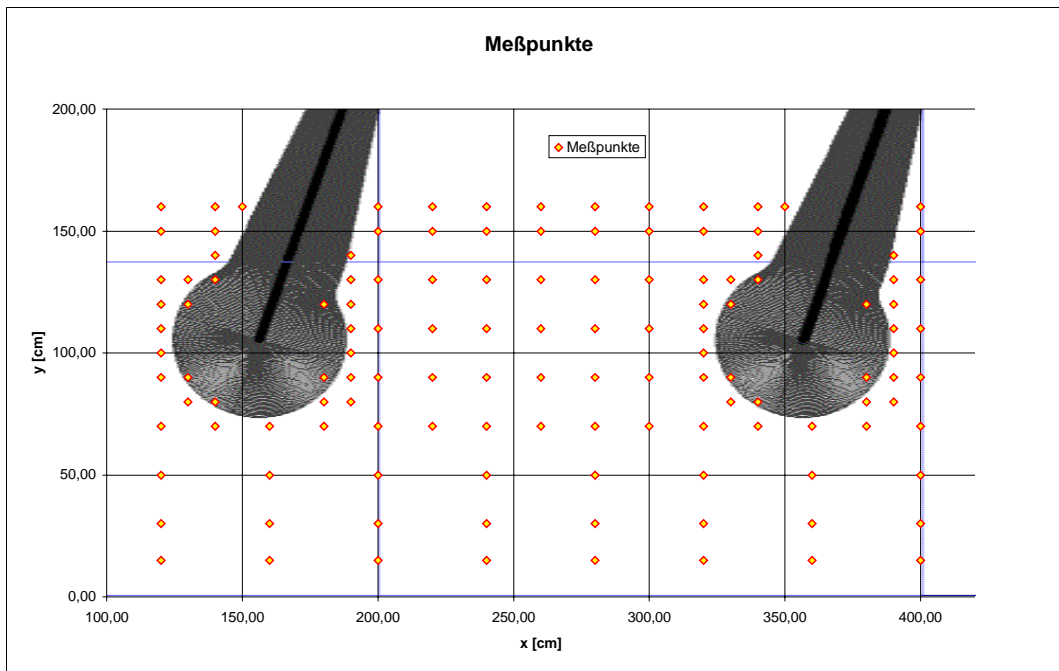


Abb. 1: Messrastrer für physikalische Versuche an einem Bühnenfeld

1.5.1.3 Ergebnisse der vergleichenden Betrachtung zwischen numerischem und physikalischem Modell

Vergleichende Untersuchungen wurden angestellt für Wasserspiegel und Geschwindigkeiten. Aufgrund der Fülle der Ergebnisse sollen hier jedoch nur die wichtigsten dargestellt werden. Dazu wurden gemessene Geschwindigkeiten aus der Versuchsrinne verglichen mit den unterschiedlichen numerischen Modellen zu unterschiedlichen Abflußbedingungen. Die Abweichungen geben Aufschluß über die Vorhersagegenauigkeit der eingesetzten Modelle. Die Geschwindigkeiten wurden zur Bewertung an allen Messpunkten für alle durchgeführten Messungen und Berechnungen verglichen. Zur Veranschaulichung sollen Profile gezeigt werden, die von ihrer Lage her in Abb. 2 dargestellt sind. In den Gegenüberstellungen sind dabei also für die 2D Berechnung die Beträge aus den horizontalen Komponenten, für die 3D Berechnung der Betrag aus allen drei Komponenten dargestellt. Messdauer pro Messung waren 40s damit mehrere instationäre Schwingungen erfasst und ausgewertet werden können. Weiterhin zu bemerken ist die Tatsache, dass die Profile nicht bei Rinnennull, also an der Wand starten und auch nicht bis an die andere Wand hinüber reichen. Dies liegt am Messprinzip. Das Messgerät besitzt eine bestimmte Ausdehnung und kann auch

nicht bis in beliebig flache Bereiche hineinmessen. Genau genommen müsste die x-Achse von 0 bis 200 reichen, was aber nicht mit diesem Messprinzip zu realisieren ist.

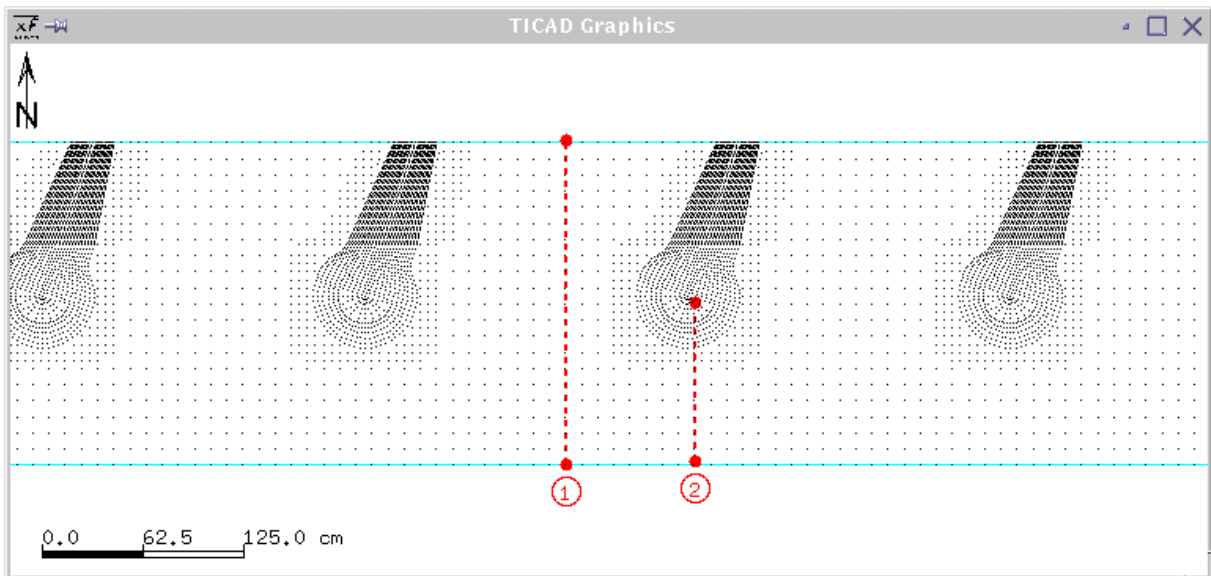


Abb. 2: Darstellung der Schnitte zur Gegenüberstellung numerisch - gemessen

Die Auswertung zeigt für MW im Hauptstrom die Beträge der Geschwindigkeiten, diese stimmen für die Berechnung im Hauptstrom mit beiden Modellen gut überein. Im Bereich der Scherschicht zeigen die Messungen einen Sprung im Geschwindigkeitsverlauf von hohen zu niedrigen Geschwindigkeiten hin. Dies war zu erwarten da sich hier die stark turbulente Scherschicht ausbildet. Die Berechnungsergebnisse geben diesen Effekt qualitativ wieder, jedoch ist der Gradient der Geschwindigkeitsänderung dabei nicht so groß. Untereinander verhalten sich die Ergebnisse der Berechnung zueinander fast identisch und es ist im Rahmen der Studie nicht zwischen 2D oder 3D zu unterscheiden vgl. Abb. 3 & Abb. 4. Auffallend ist weiterhin, dass die hohen Geschwindigkeiten durch das 3D Modell in der Hauptrinne offenbar minimal unterschätzt, die niedrigen Geschwindigkeiten im Bühnenfeld jedoch überschätzt werden.

Die gleiche Betrachtung bei Hochwasser zeigt ein ähnliches Bild, nur dass die Unterschiede unter den verwendeten numerischen Modellen und auch zwischen den numerisch berechneten und den gemessenen größer sind. Offenbar trifft das 2D Modell die gemessenen Geschwindigkeiten auch in diesem Falle besser.

Querprofil 280

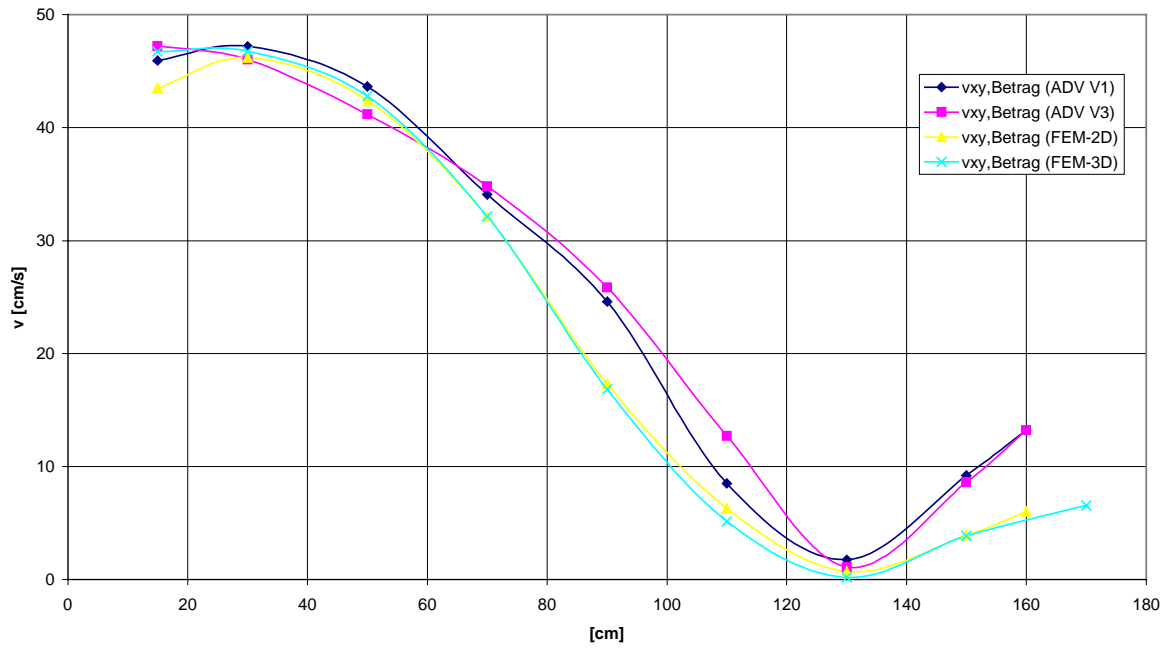


Abb. 3: Vergleich des Betrages der horizontalen Geschwindigkeiten im Querprofil 280, Sohlabstand 35mm (MW)

Querprofil 360

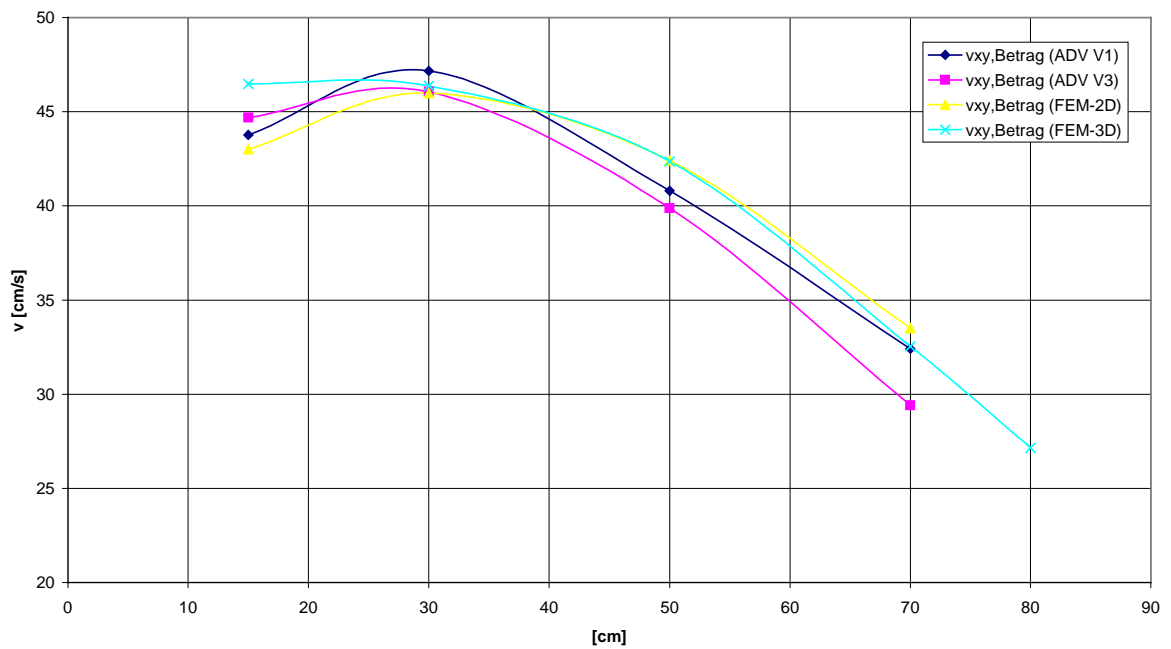


Abb. 4: Vergleich des Betrags der horizontalen Geschwindigkeiten im Querprofil 360, Sohlabstand 35 mm (MW)

Querprofil 280

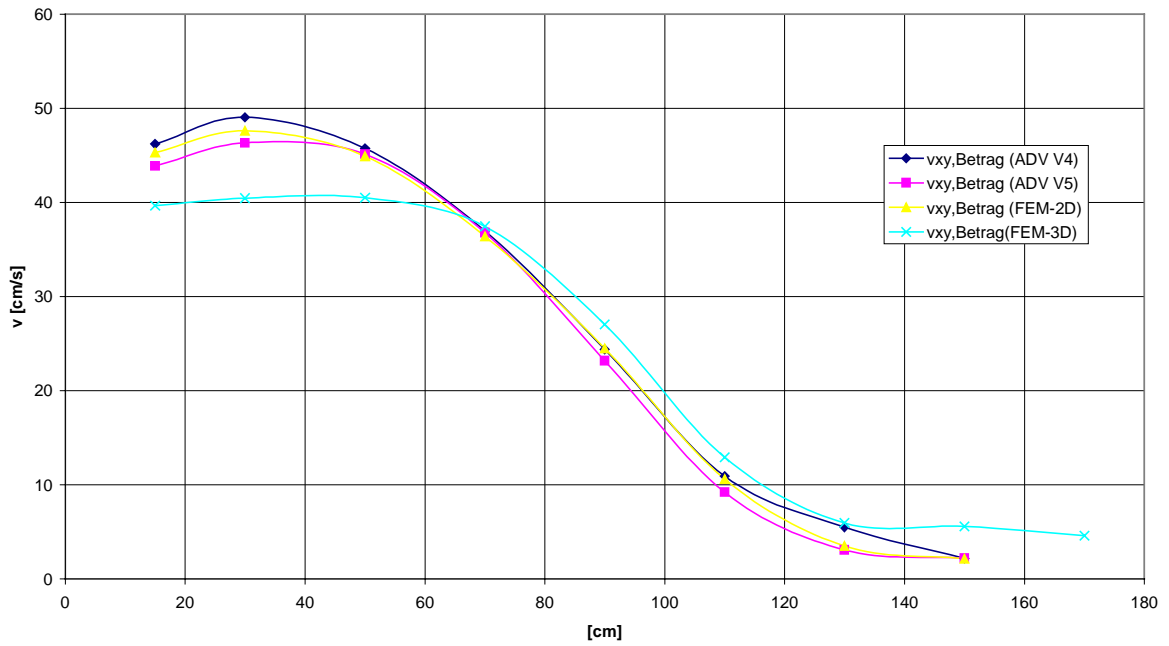


Abb. 5: Vergleich des Betrags der horizontalen Geschwindigkeiten im Querprofil 280, Sohlabstand 55 mm (HW)

Querprofil 360

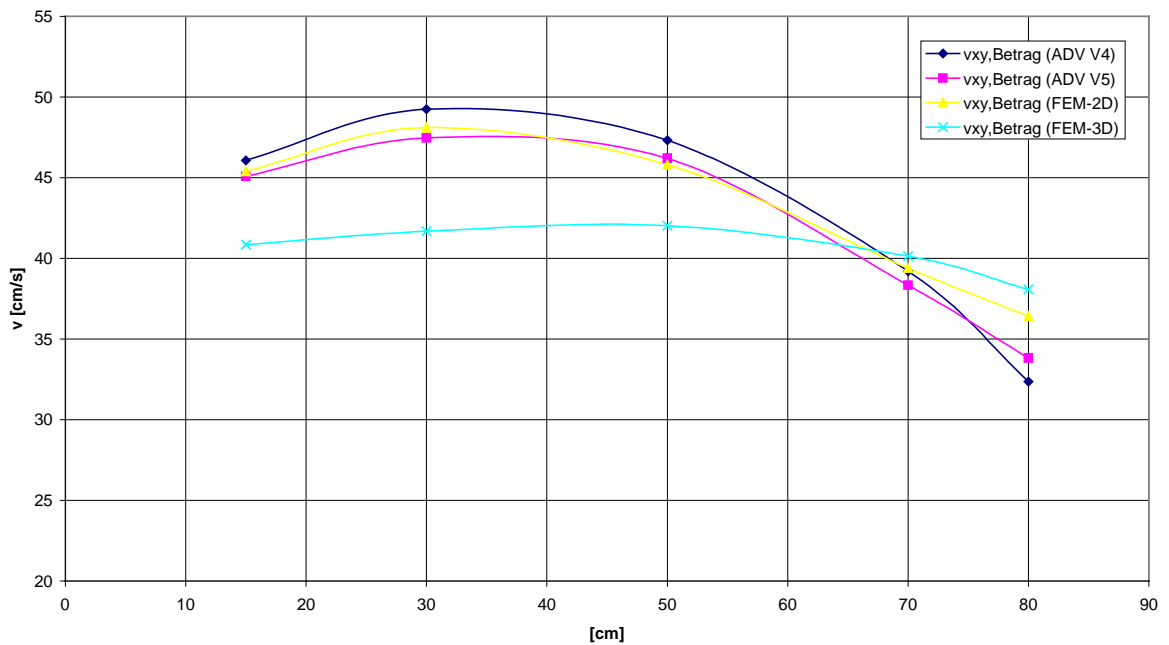


Abb. 6: Vergleich des Betrags der horizontalen Geschwindigkeiten im Querprofil 360, Sohlabstand 55 mm (HW)

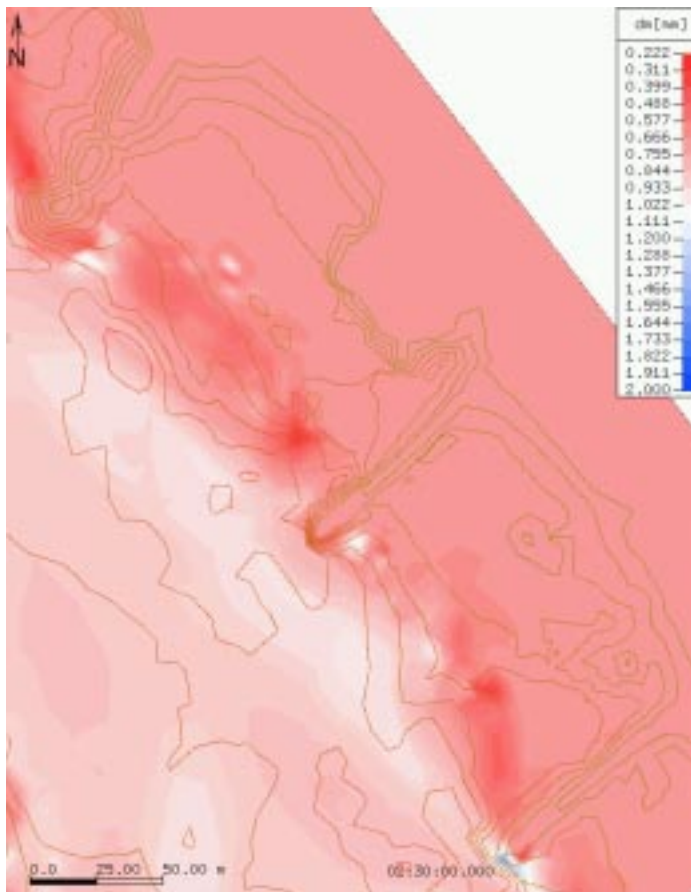
Zusammenfassend kann gesagt werden, dass für Berechnungen von Strömungen das 2D Modell gute Ergebnisse ergibt. Im Bereich der Scherschicht ist im MW Fall der Turbulenzansatz noch nicht so, wie es die Messungen vorgeben. Da jedoch gerade in der Scherschicht die Austauschvorgänge zwischen Bühnenfeld und Flusswasserkörper stattfinden, müssen hierzu noch weitere Versuche, welche den Austauschprozess vereinfacht abbilden, durchgeführt werden, um die Modelle weiter voran zu bringen.

1.5.2 Untersuchungen an realer Topographie

1.5.2.1 Morphodynamische Untersuchungen

Hier wird untersucht, welchen Einfluss Mittel- und Hochwasserabflüsse auf die lokalen Kornverteilungen in Bühnenfeldern haben. Dies ist unter dem Aspekt der statistisch gesehen periodischen wiederkehrenden Winter- und Frühjahrshochwasser wichtig, denn während der Wachstumsphase von April bis September sind Hochwässer die Ausnahme und Mittel-, vor allem aber Niedrigwasserlagen dominierend. Im Sinne eines Stoffflusses bedeutet dies starke Dynamik, vor allem der gröberen Fraktionen (Mittel – Feinkies, abhängig von der Strömungsexposition des Bühnenfeldes) während der Spitzenabflüsse, mit zum Teil auch positiven Massenbilanzen in den Bühnenfeldern, und Feinsubstratablagerungen bei Mittel-, bis Niedrigwasserlagen. Durch diese Prozesse wird es besonders im Sommer zu einer mehr oder weniger mächtigen Feinsedimentablagerung (Schlamm) in bestimmten Bereichen des Bühnenfeldes kommen. Diese Feinsedimente haben in aller Regel einen hohen Anteil Organik und führen zu sauerstoffzehrenden Umsetzungsprozessen im Sediment.

Bisher wurden Berechnungen durchgeführt, welche lediglich Anhaltspunkte zu Orten mit feineren bzw. gröberen Sedimenten liefern. Dies ist in **Abb. 7** dargestellt. Das Ergebnis zeigt ein typisches Bühnenfeld an der Elbe mit den Verteilungen des mittleren Korndurchmessers. Auffällig ist

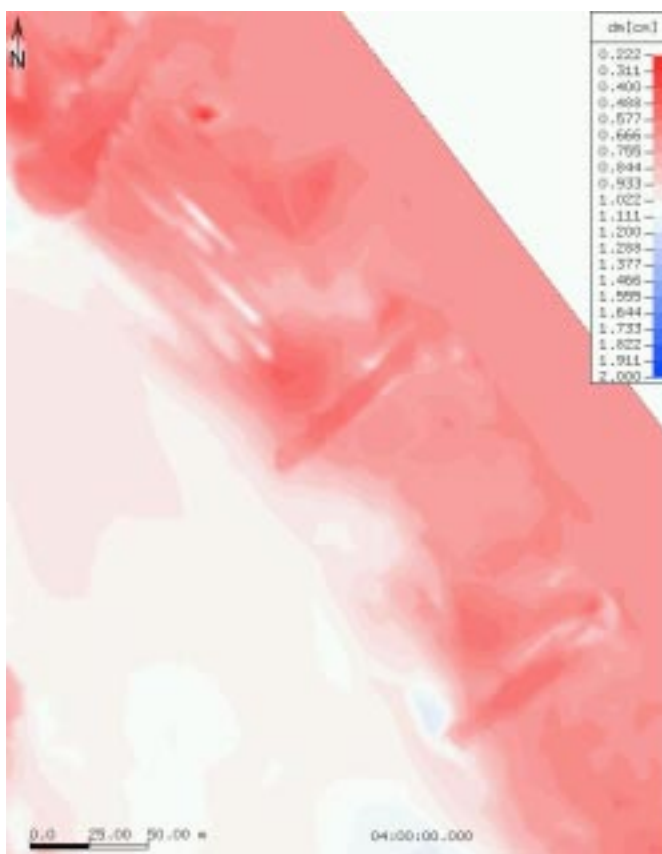


die Konzentration von feinerem Material im Bereich der Scherschicht zwischen den Buhnenköpfen. Das feinste Material, welches in dieser Rechnung im Scherbereich bei MW sedimentiert, liegt also gerade leicht über dem Feinsand (Bereich 0,063 – 0,2mm). Das Material in der Flußsohle liegt etwa bei 1mm oder etwas darunter, vereinzelt auch etwas darüber. Betrachtet man Naturmessungen aus der Sohle der Elbe vgl. BfG Arbeitsbericht „Untersuchung

Abb. 7: Berechnung der Kornverteilung in einem Buhnenfeld bei MW

zur Kornzusammensetzung der Elbesedimente“ dann ergibt sich eine gute Übereinstimmung die jedoch nicht überbewertet werden darf da die Daten in dieser Untersuchung nicht hochaufgelöst sind und Beprobungsstandorte nach Augenschein bestimmt worden sind. Schwierig bei morphodynamischen Modellen ist die Behandlung der offenen Ränder, d.h. vor allem des einströmenden Randes (Beginn des modellierten Gewässerabschnittes), der die Sedimentfracht durch das Gebiet entscheidend beeinflusst. Ebenfalls sehr wichtig ist das bereits vorhandene Material im Berechnungsabschnitt. Beiden Fragestellungen konnte mit bereits vorhandenen Daten des Buhnenprojektes „Auswirkungen von Buhnen auf semiterrestrische Flächen“ nachgegangen, aber nicht vollständig beantwortet werden. Vereinfachungen sind daher unumgänglich.

Ein weiterer Rechenlauf wurde für Bedingungen wie sie bei Hochwasser herrschen gestartet. Dies stellt die interessanteste Situation dar, da die Bett- sowie die Bühnenfeldbildenden Prozesse während dieser Abflußsituationen stattfinden. Die Anfangssituation für diesen Rechenlauf war die Sedimentverteilung wie sie sich aufgrund der Mittelwasserberechnung herausbildet. Das Ergebnis der Berechnung ist in **Abb. 8** zu sehen. In dieser Abbildung ist zu erkennen, dass sich die Orte, an denen sich zuvor noch feines Sediment sammelte nun gröberes Sediment abgelagert hat. Dies betrifft insbesondere die Teile des Bühnenfeldes, die in der Scherschicht des Bühnenfeldes liegen. Im Leebereich der Bühne, sowie in den Uferbereichen des Bühnenfeldes ist jedoch verstärkt Sedimentation feinerer Fraktionen zu erkennen. Die Bereiche in denen sich bei MW feines Sediment anlagerte sind erheblich gröber geworden. Dies ist die Folge höherer hydrodynamischer Belastung bzw. höherer vorhandener Schubspannungen.



Ein oft beobachtetes Phänomen nach einem Hochwasser ist die Anlandung von Sand im Leebereich der oberen Bühne, vor allem zur Bühnenwurzel hin. Dieses Phänomen ist teilweise auch in **Abb. 8** zu erkennen. Es stehen noch vergleichende Betrachtungen mit Ergebnissen anderer Projekte der Stoffdynamik aus, besonders der Untersuchung der Bühnenfeldsedimente durch das IGB. Dies ist im Zusammenhang mit der morphodynamischen

Abb. 8: Berechnung der Kornverteilung in einem Bühnenfeld bei HW

Modellierung im zweiten Projektjahr geplant. Hier sind besonders die Ergebnisse der Sedimentfallen von Interesse da sie Sedimentationsraten repräsentieren mit denen ein qualitativer und quantitativer Vergleich möglich wird.

Vergleich mit dem Zeitplan

1.5.2.2 Zeitplan des Teilprojektes Wasserbau

Arbeitsschritte	Jahr	2000		2001				2002				2003	
		III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
Bestandsaufnahme der topographischen und hydrologischen Daten sowie begrenzte Geländeaufnahmen		■	■										
Erstellung der digitalen Geländemodelle für die Untersuchungsgebiete von IGB und UFZ		■	■										
Statistische Analyse zur Ermittlung der zu modellierenden Szenarion (gemeinsam mit UFZ und IGB)				■									
2-D Strömungsmodellierung der Untersuchungsgebiete für drei Abflußzustände			■	■									
Implementierung der Sedimenteigenschaften in das Modell und Einfahren als morphodynamisches Modell													
Implementierung des morphodynamischen Modells bei den anderen Teilprojekten, Einweisung													
Definition von biogenen Prozessen zur Implementierung in TIMOR3				■	■								
Testen der Implementierungen in und Betreuung der Programmbetreiber bei den anderen Teilprojekten bzw. alternativ Berechnungen nach Anforderung in Darmstadt													
Ergebnisbericht												■	■
Messung der Geschwindigkeiten und Wasserstände ca. drei Mal je Jahr sowie bei HW (sofern auftretend) Aufmessung von Änderungen der Sohlage nach Hochwasser													

Tab. 2: Zeitplan des Projektes

Das Projekt befindet sich nach verzögertem Projektbeginn im ersten Quartal des Jahres 2001 und arbeitet derzeit vertieft an der Modellierung der realen Bühnenfelder unter Einbindung noch aufgenommenen topographischen Daten (IGB). Hier sind erste Ergebnisse vorhanden aber noch nicht validiert, da der Vergleich mit durchgeführten ADV Messungen (IGB) in den Bühnenfeldern noch nicht durchgeführt werden konnte.

Das morphodynamische Modell wird derzeit noch eingefahren, da die Rechenzeiten für einzelne Testläufe länger dauern als bei vergleichbaren hydrodynamischen Rechnungen. Derzeit werden vor allem Mittelwasserlagen berechnet und analysiert.