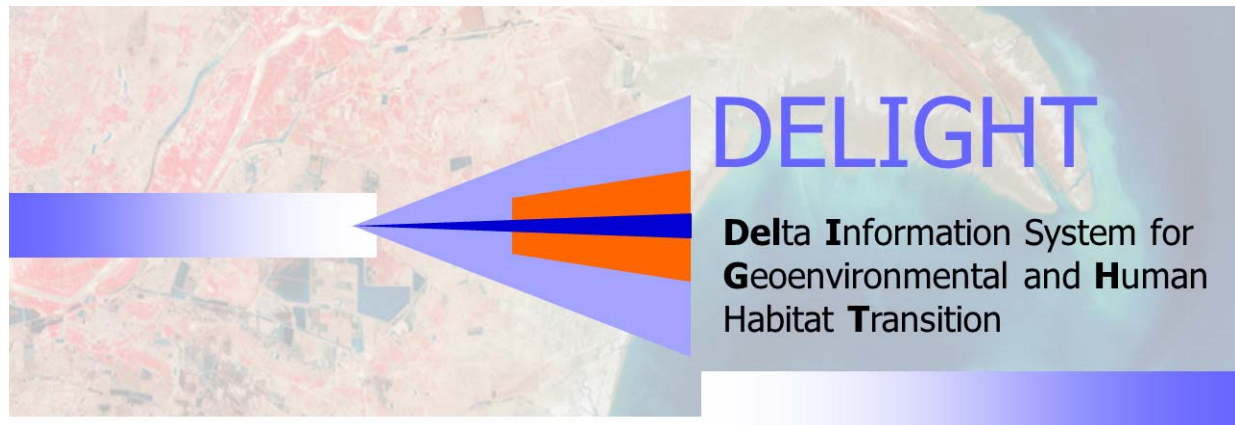


# Delta Information System for Geoenvironmental and Human Habitat Transition (DELIGHT)



## Abschlussbericht

HYDROMOD Service GmbH

Teilprojekt 02WCL1249J



Berichtszeitraum 01.04.2013 – 30.06.2016

# Schlussbericht

**BMBF - Forschungsvorhaben  
Förderkennzeichen 02WCL1249J**

## Verbundvorhaben

DELIGHT - Delta Information System for Geoenvironmental and Human  
Habitat Transition

**Teilprojekt: Messkampagnen, Recherchen, Datenaufbereitung, Visualisierung  
und Auswertung von Ergebnissen bezüglich der hydrodynamischen Modellie-  
rung von Wasserqualität, Verschmutzungsgefährdung, Schadstoffausbreitung,  
Sedimentation und Erosion im „Yellow River Delta“.**

## **Teilvorhaben Arbeitspakete: AP 3000 und 4000**

(Aktivitäten: 3210, 3250, 3310, 3320, 3330, 3340, 4140)

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderzeichen **02WCL1249J** gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Berichtersteller: Johannes Post  
Laufzeit des Vorhabens: 01.04.2013 – 30.06.2016

## Inhalt

A.1.1	Arbeitspaket WP3000 „Wasserqualität und Verschmutzungsgefährdung“	1
1.1	Aufgabenstellung	1
1.2	Voraussetzungen	2
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	2
1.4	Stand der Wissenschaft und Technik	5
1.4.1	Verwendete Fachliteratur	7
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	7
2	<i>Eingehende Darstellung</i>	8
2.1	Darstellung der erzielten Ergebnisse	8
A.2.1.1	Task 3210 – Datenrecherche & Datenerhebung und Task 4140 – In-situ Messungen	8
A.2.1.2	Tasks 3250 – Auswertung der finalen Modellergebnisse	8
A.2.1.3	Task 3310 – Datenrecherche und Datenerhebung	11
A.2.1.4	Task 3320 – Auswertung Satelliten- und in-situ Daten	12
2.2	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	14
2.3	Notwendigkeit der geleisteten Arbeit	14
2.4	Voraussichtlicher Nutzen im Sinne des Verwertungsplans	15
2.5	Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	15
2.6	Veröffentlichungen	15
<b>B.</b>	<b>Erfolgskontrollbericht</b>	<b>16</b>
1	<i>Beitrag zu förderpolitischen Zielen</i>	16
2	<i>Wissenschaftlich-technische Ergebnisse</i>	16
3	<i>Fortschreibung des Verwertungsplans</i>	17
	• Schutzrechtsanmeldungen	18
	• Wirtschaftliche Erfolgsaussichten	18
	• Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten	18
	• Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit	19
	• Arbeiten ohne Lösung	19
4	<i>Präsentationsmöglichkeiten</i>	19
5	<i>Einhaltung von Kosten- und Zeitplanung</i>	19
<b>C.</b>	<b>Berichtsblatt</b>	<b>20</b>



## A.1.1 Arbeitspaket WP3000 „Wasserqualität und Verschmutzungsgefährdung“

### 1.1 Aufgabenstellung

Aufgrund der erheblich zunehmenden wirtschaftlichen Nutzung und der intensiven Ölförderung im Yellow River Delta einerseits und der unmittelbaren Nachbarschaft zu dem äußerst sensiblen Delta-Ökosystem mit seinen artenreichen Gewässern und ökologisch wertvollen Feuchtgebieten andererseits, bedarf es sorgfältiger strategischer Planungen und Maßnahmen, um das Delta vor anthropogenen Einflüssen und Gefährdungen (z.B. Öl- und Chemieunfälle, ggf. flächenhafte Stoffeinträge) zu schützen. Hierbei geht es vor allem um solche Unfälle und Schadstoffeinträge, die direkt im oder in unmittelbarer Nähe der Fließgewässer passieren, da diese die große Gefahr einer raschen und großflächigen Ausbreitung der Schadstoffe im Delta und weiter bis ins offene Küstenmeer beinhalten.

Vor diesem Hintergrund sollten im Rahmen dieses Projektes u. a. Modellstudien zur Wasserqualität und zu Gefährdungen durch anthropogene Verschmutzungen durchgeführt werden. Die hierfür erforderlichen Basis-Daten und Hintergrundinformationen wurden von der HYDROMOD Service GmbH akquiriert und für den Modelleinsatz aufbereitet.

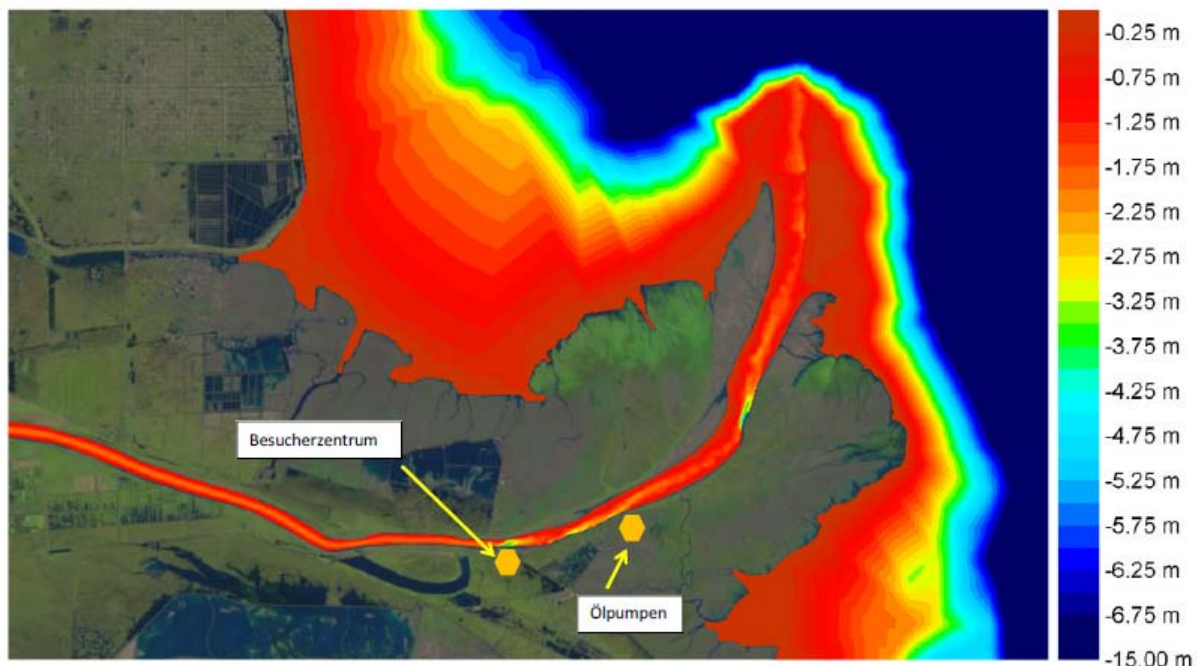


Abb. 1.1 Untersuchungsgebiet der hoch auflösenden Modellstudien mit Positionen der untersuchten Verschmutzungsquellen (Quelle: HYDROMOD Service GmbH)

Auf Basis der von der HYDROMOD Service GmbH gewonnenen Daten und Informationen wurden für die Modellszenarien sowohl unfallbedingte Freisetzungen von Öl an Pumpstationen im Mündungsbereich des Yellow River als auch die Einbringung von wasserlöslichen Schadstoffen in der Nähe eines im Naturschutzgebiet des Yellow River Delta befindlichen Besucherzentrums identifiziert und untersucht.

## 1.2 Voraussetzungen

Für die o.a. Modellstudien wurde das generische, modulare Flachwasser- und Ästuar-Modellsystem HYDROMOD-3D / HYDROMOD-3D-TRACER verwendet, das sowohl Hydrodynamik und Stoffausbreitung in Flachwasser- und Küstengewässern beschreiben kann (Duwe, 1989; Pfeiffer und Duwe, 1990). Wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung des Modellsystems war sowohl eine ausreichend verlässliche Datengrundlage aus Bathymetrie und Hydrographie als auch eine realistische Kenntnis der Gefährdungslagen vor Ort. Dazu wurden von der HYDROMOD Service GmbH während der Projektlaufzeit gezielte Recherchen und Messungen durchgeführt. Das in den Modellstudien betrachtete Untersuchungsgebiet ist in Abb. 1.1 dargestellt, seine Einbettung in die umgebende Bohai Sea in Abb. 1.2.

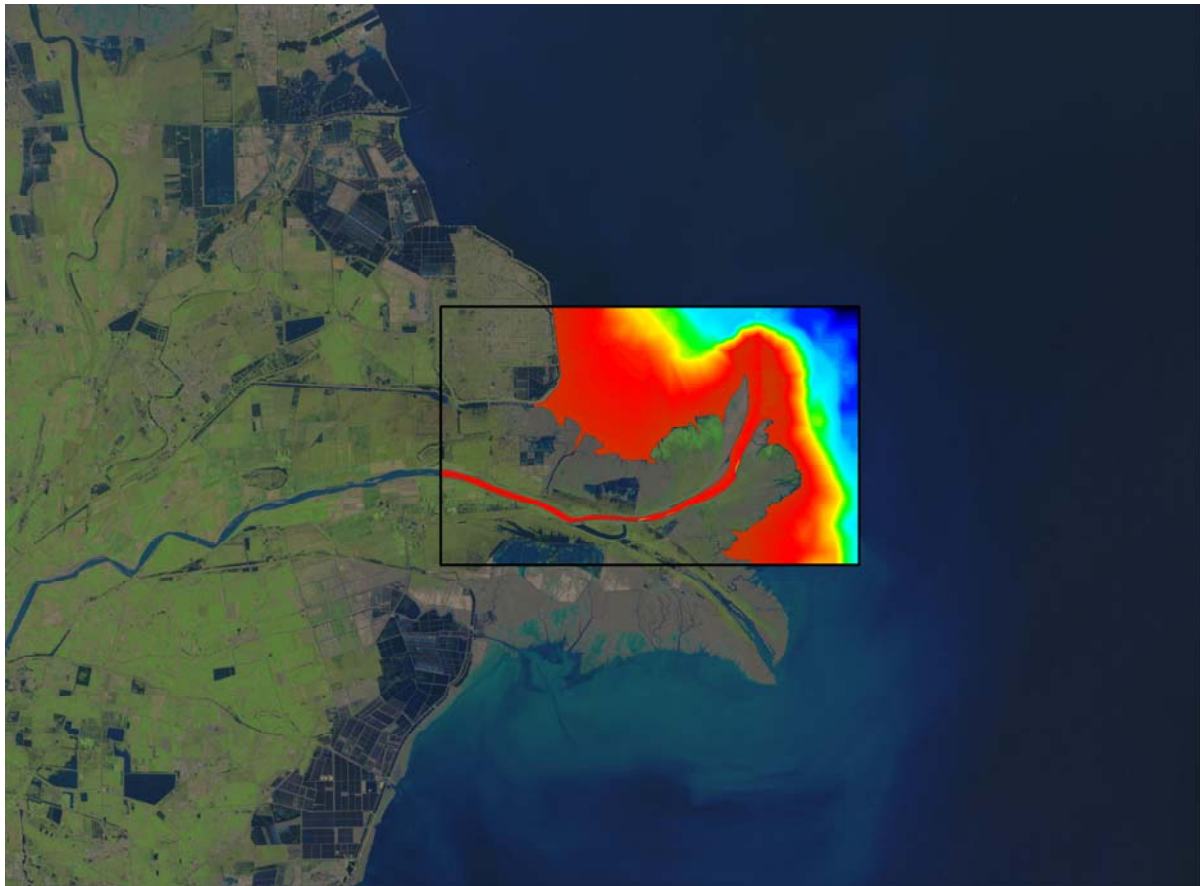


Abb. 1.2 Darstellung des Untersuchungsgebiets der Modellstudien im Ästuar des Gelben Flusses am westlichen Rand der Bohai Sea eingebettet in aktuelle Satellitenaufnahmen. (Quelle: HYDROMOD Service GmbH)

## 1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die geplanten zeitlichen Abläufe der Projektarbeiten konnten im Wesentlichen eingehalten werden (s. Abb. 1.3). Zwischen dem ersten und zweiten Projektjahr wurden kleinere Anpassungen vorgenommen. Verzögernde Faktoren ergaben sich durch die notwendigen Datenrecherchen speziell in Hinblick auf digitale topographische und hydrographische Datensätze im Untersuchungsgebiet und durch äußerst schwierige wettermäßige Rahmenbedingungen während der Messkampagnen vor Ort.





ßen. Die beiden Messkampagnen wurden so geplant, dass die wesentlichen Datensätze (Topographie, Zeitreihen von Abflussdaten, Vertikalprofile der Wassertemperatur und des Salzgehalts sowie Gezeitenzeitreihen im Untersuchungsgebiet und an den offenen Modellrändern) möglichst schon in der ersten Messkampagne (Herbst 2013, HYDROMOD Service GmbH, Franzius Institut, Brockmann Consult GmbH) gewonnen werden konnten. Des Weiteren wurden im Rahmen der 1. Messkampagne die Wassertrübung und –dichte gemessen sowie Wasser- und Sedimentproben für spätere Laboruntersuchungen genommen.

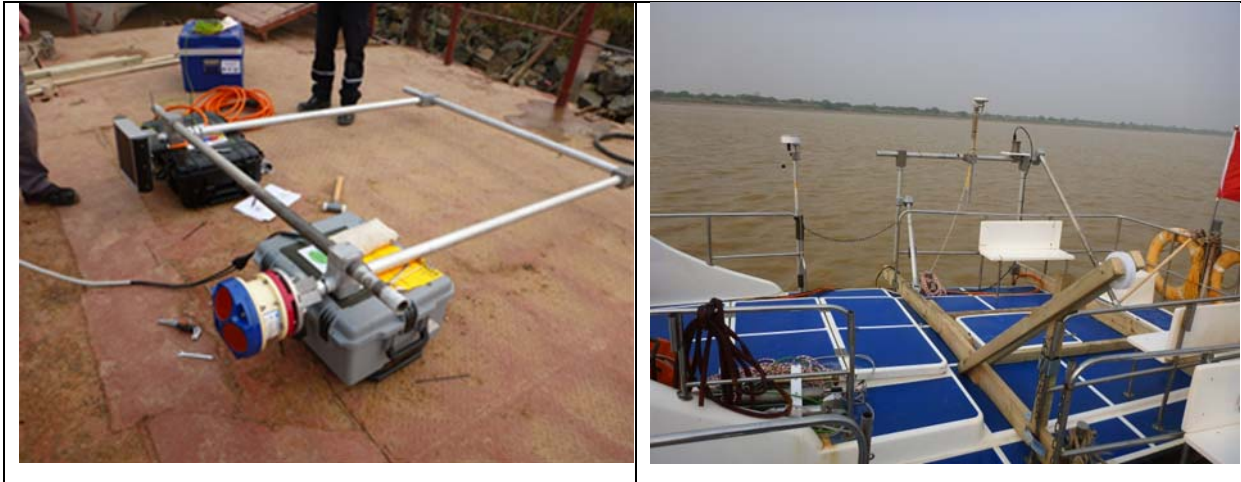


Abbildung 1.4: Links: Montage der beiden wichtigsten Messsysteme (vorne das ADCP im Hintergrund das Echolot) in den Halterungsrahmen; Rechts: Das Arbeitsdeck des Vermessungsschiffes mit Halterungsrahmen und GPS-Antenne im Hintergrund. Im Vordergrund sieht man den vor Ort konstruierten und montierten Ausleger für die CTD-Sonde.

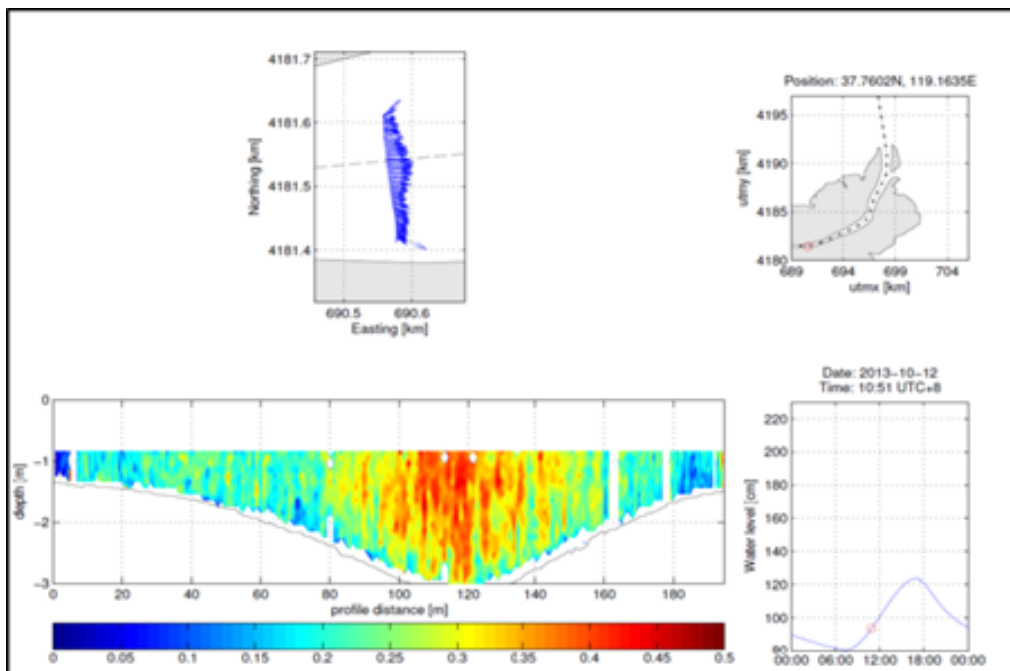


Abbildung 1.5: Ergebnisse der Durchflussmessungen im YR-Delta aus dem Survey 2013 im Bereich des offenen Randes im Flussoberlauf.

Die zweite Messkampagne (Herbst 2015, Franzius Institut) diente dazu noch existierende Datenlücken zu schließen. Es handelte sich hierbei vornehmlich um die Topographie der flachen Uferbereiche sowie seewärtige Bereiche des Ästuars in den vorgelagerten Küsten-



gewässern der Bohai Sea. Hilfreich und unterstützend konnten wesentliche bathymetrische Daten zur Erstellung der finalen Modelltopographie für den seewärtigen Bereich des Modellgebietes aus einer Seekarte der südwestlichen Bohai Sea entnommen werden (Laizhou Wan, Blatt 11840). Diese aktualisierte Seekarte wurde uns kurzfristig (korrigierte Version des „Chinese Navy Headquarter“, 2015) von chinesischen Kollegen der „Ocean University of China“ in Qingdao, die ebenfalls in der Bohai Sea Modelluntersuchungen durchführen, zur Verfügung gestellt. Die finale Modelltopographie, mit der die Produktionsläufe der Modellstudien (Szenarien) durchgeführt wurden, ist in den Abbildungen 1.1 und 1.2 dargestellt.

Ab Mitte 2014 konnten erste sinnvolle Produktionsläufe des prognostischen Modellsystems – d.h. auf aktuelle Messdaten basierende Studien - durchgeführt werden. Aufgrund der erwähnten anfänglichen Topographielücken, die erst in der 2. Hälfte 2015 abschließend eliminiert werden konnten, zogen sich die Modelluntersuchungen bzgl. der verschiedenen Fragestellungen (Szenarien) sowie die anschließenden Auswertungen dann allerdings doch noch bis zum Projektende (06/2016) hin.

#### 1.4 Stand der Wissenschaft und Technik

Die hier vorgestellten Projektarbeiten fokussierten sich im Wesentlichen auf die Beschaffung, Qualitätskontrolle und Aufbereitung von Datensätzen, die einerseits zur möglichst hoch auflösenden und genauen Beschreibung des Modellgebiets (Topographie) sowie andererseits als anregende Kräfte für die Hydrodynamik des Modellsystems benötigt wurden. Hierbei ist die Qualität dieser Basisdaten von grundlegender Bedeutung für die Qualität der Modellergebnisse, d.h. für eine optimale Simulation der natürlichen hydrodynamischen Prozesse im Modellgebiet. Neben der bathymetrischen Vermessung des Yellow River Ästuars und des Küstenvorfelds sowie des Abflusses auf der Basis von Querschnittsströmungsmessungen wurden Temperatur, Salzgehalt und Trübung an ausgewählten Positionen mit einer CTD-Sonde (Abb. 1.7) sowie Pegeldata mit einem in der Nähe des Anlegers verankerten Drucksensorpegels (Abb. 1.8) gemessen.

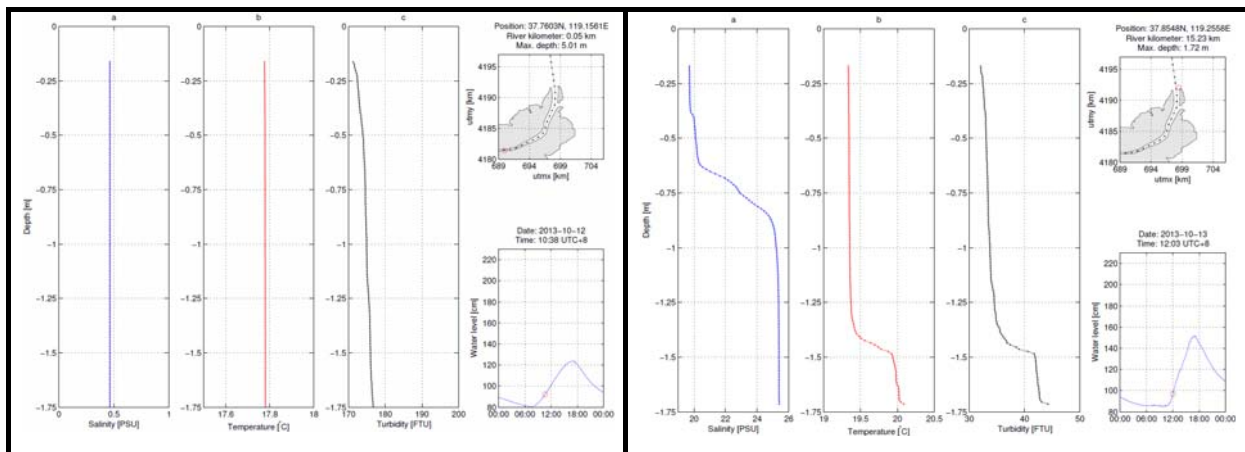


Abb. 1.6 Die linken Profile zeigen einen vollkommen durchmischten Wasserkörper zu Beginn der Flutphase flussaufwärts in der Nähe des Besucherzentrums und an der Oberlaufgrenze des Modellgebietes während die rechten Profile am seewärtigen Ende des Ästuars gemessen wurden. Hier sind zur gleichen Tidephase der Salzwasserkörper klar zu erkennen, wie er sich unter das ablaufende Flusswasser schiebt.



Abb. 1.7 Der Drucksensorpegel am Ufer des Gelben Flusses in der Nähe des Anlegers. Es wurden morgens und abends die gespeicherten Messdaten ausgelesen, qualitätsgeprüft und gesichert.

Das Vermessungsboot (Abb. 1.9) wurde direkt vor Ort von einem Bootseigener angemietet. Das Boot wurde normalerweise für Touristikausflüge in die Mündung des Gelben Flusses benutzt. Es stand im Oktober für unsere Messungen zur Verfügung, da zu dieser Zeit die Touristiksaison nahezu beendet ist.



Abb. 1.8 Linke Abbildung: Sensorhalterungen für Multibeam-Echolot, ADCP und GPS. Rechte Abbildung: Beispiele für alternative Vermessungsboote. Im Hintergrund sieht man das Besucherzentrum des Naturschutzgebietes.

Der Tiefgang des Bootes war mit 0,6 m recht flach, aber für die notwendigen Vermessungen vor allem im nördlichen sehr flachen Uferbereich nicht flach genug. Auch war das Boot mit seinen Aufbauten zum Schutz der Touristen gegen Wind und Regen zwar ebenfalls gut geeignet für den Schutz unserer Bordeinheiten der Messsysteme, bot dadurch aber andererseits eine große Angriffsfläche für den häufig sehr starken Wind. Dieses führte wiederum dazu, dass die Kurse von Messprofilen oder der Probenahmepositionen schlecht gehalten werden konnten. Zusammenfassend kann angemerkt werden, dass unter den zur Verfügung stehenden Booten das Tourismusboot am ehesten den Ansprüchen eines Vermessungsbo-

tes genügte. Alle anderen Boote hätten den Ansprüchen an ein Vermessungsboot noch weit weniger genügt (siehe Abb. 1.9 rechte Abbildung).

Die für die Messkampagne eingesetzten Messinstrumente (ADCP von RDI, Multibeam Echo-  
lot der Firma INNOMAR sowie die CTD-Sonde der Firma Sea & Sun Technology entsprechen dem neusten Stand der Technik.

#### **1.4.1 Verwendete Fachliteratur**

K. Duwe (1989): „Modellierung der Brackwasserdynamik eines Tideästuars am Beispiel der Unterelbe“, Technical Report No. 2, HYDROMOD; ISSN 0936-3882.

Pfeiffer K. D. and K. C. Duwe (1990): Modelling of Environment and Water Quality Relevant Processes with Combined Eulerian and Lagrangian Models. In: Gambolati et al. (eds.), Computational Methods in Surface Hydrology, Comp. Mech. Pub. (Southampton, Boston), S. 113-117, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg – New York – London – Paris - Tokyo

Wolters M. L., Sun Z. C., Huang C., Künzer C. (2015): Environmental awareness and vulnerability in the Yellow River Delta: Results based on a comprehensive household survey, Ocean & Coastal Management 120 (2016) 1-10

Künzer C, Ottinger M., Liu G., Sun B., Baumhauer R., Dech S. (2014): Earth observation-based coastal zone monitoring of the Yellow River Delta: Dynamics in China's second largest oil production region over four decades, Applied Geography 55 (2014) 92-107

#### **1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Die Arbeiten in DELIGHT als bilaterales und interdisziplinäres Verbundprojekt machten eine enge Kooperation und Austausch von Erkenntnissen und Ergebnissen mit den Projektpartnern erforderlich. Im Bereich der Strömungs- und Umweltgefährdungsuntersuchungen ergaben sich auf deutscher Seite eine enge Kooperation mit dem Franzius-Institut der Universität Hannover, Brockmann Consult, Geesthacht und dem DLR, Oberpfaffenhofen. Auf Seiten der chinesischen Partner war die Kooperation mit dem „Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research“ (IGSNRR, Chinese Academy of Science (CAS)), Peking und den lokalen Behörden in Dongying wie z.B. das „Sustainable Development Research Institute of the Yellow River Delta“ von großer Wichtigkeit und Hilfe bei der Durchführung des Projektes.

Bezüglich der abschließenden Optimierung der Modelltopographie stellte neben den Topographie-Daten des Franzius Instituts aus dem zweiten Delta-Survey (2015) das „College of Physical and Environmental Oceanography“, der „Ocean University of China“ in Qingdao eine aktuelle, hoch auflösende Seekarte des Seegebiets vor der Mündung des Gelben Flusses zur Verfügung.

Vor diesem Hintergrund gehen wir davon aus, dass wir sowohl mit den deutschen als auch mit den chinesischen Projektpartnern und Stakeholdern gute Voraussetzungen für weitere zukünftige Kooperationen gewonnen haben.

## **2 Eingehende Darstellung**

### **2.1 Darstellung der erzielten Ergebnisse**

#### **A.2.1.1 Task 3210 – Datenrecherche & Datenerhebung und Task 4140 – In-situ Messungen**

Wesentliche Darstellungen zu den hier beschriebenen beiden Aufgaben wurden bereits eingangs unter den Kapiteln 1.3 „Planung und Ablauf des Vorhabens“ sowie 1.4 „Stand der Wissenschaft und Technik“ näher erläutert. Auch die entsprechenden Abbildungen wurden bereits dort eingepflegt.

Für das im DELIGHT-Projekt eingesetzte Modellsystem HYDROMOD 3D wurde eine gleichmäßige horizontale Gitterauflösung von 25 Metern gewählt. Diese sehr hohe Auflösung wurde als notwendig erachtet, um dynamische Prozesse in dem stark strukturierten Mündungsbereich des Ästuars hochauflösend erfassen und prognostizieren zu können. Das Modellgebiet umfasst große Flächen zeitweilig trocken fallender Wattgebiete. Die Bathymetrie des ausgewählten Modellgebietes ist recht flach mit einer maximalen Tiefe von 15 m an der offenen Seegrenze.

Neben den drei-dimensionalen Tiefendaten des Ästuars und den Zeitreihen der hydrodynamischen Antriebskräfte (Gezeiten, Abfluss) wurden während der beiden Messkampagnen im Yellow River Ästuar hydrographische Datensätze mit Hilfe einer hoch auflösenden CTD-Sonde als vertikale Profile des Salzgehalts, der Wassertemperatur und der Trübung gemessen (siehe Abb. 1.7).

Im Vorfeld der 1. Messkampagne und auch noch späterhin wurden für die Beschaffung der benötigten topographischen und hydrophysikalischen Datensätze umfangreiche Literaturrecherchen im Internet und in diversen Fachbibliotheken durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Recherchen und weiterer Datenakquisitionsbemühungen bei Instituten und Behörden vor Ort führten zu der Erkenntnis, dass aktuelle topographische und hydrophysikalische Datensätze im Delta des Gelben Flusses von den lokalen Behörden und Instituten nicht im Rahmen der Kooperation und kostenfrei zur Verfügung gestellt werden konnten. Vor diesem Hintergrund blieb nahezu ausschließlich die Möglichkeit im Rahmen von eigenen Messkampagnen die benötigten Daten zu erfassen.

Basierend auf den Datensätzen (Topographie, Abfluss und Pegel) der im Oktober 2013 durchgeführten Messkampagne wurden erste Modellszenarien kreiert und als Testläufe gerechnet, um die hydrodynamischen Eigenschaften des Modellsystems im Arbeitsgebiet des Yellow River Delta mit beobachteten und gemessenen Strömungs- und Verteilungsmuster abzugleichen. Im Wesentlichen wurden insbesondere jene Zeiten betrachtet, aus denen neben den Abflussmessungen auch Gezeitendaten am offenen Rand (offenes Meer, Bohai See) sowie hydrographische Daten der CTD-Messungen zur Verfügung standen. Hierbei wurde die Wassertiefe in den Uferbereichen, die aufgrund der geringen Wassertiefe nicht vermessen werden konnten, als eine erste Approximation mit gewichtet gemittelten Wassertiefen gerechnet. Diese erste Approximation des Modellgebietes wurde mit den später gewonnenen Tiefendaten (2. Messkampagne und aktuelle Seekarte) optimiert.

#### **A.2.1.2 Tasks 3250 – Auswertung der finalen Modellergebnisse**

Im Berichtszeitraum wurden mit dem Tracermodul drei Szenarien auf Basis des dreidimensionalen Strömungsmodells berechnet. Die instationären Modellfelder für Wasserstand, Strö-

mungsgeschwindigkeiten, Wasser- und Lufttemperatur sowie Salzgehalt wurden im Tracermodul als Basisinformationen verwendet, um die Verdriftung und Vermischung der gekennzeichneten Partikel oder Substanzen (Tracer) vorherzusagen. Dabei wurden sowohl Wasserinhaltsstoffe als auch auf der Wasseroberfläche treibende Substanzen betrachtet. Im Einzelnen wurden drei Szenarien ausgewählt:

1. Herbstliches Szenario mit mittleren Abfluss von 500 m<sup>3</sup>/s und mittlerem Tidenhub von 0,90 m.
2. Spätwinterliches Szenario mit mittleren Abfluss von 200 m<sup>3</sup>/s und mittlerem Tidenhub von 0,90 m.
3. Spätwinterliches Szenario mit mittleren Abfluss von 200 m<sup>3</sup>/s und Nipptidenhub von 0,50 m.

Ausgangspunkt des ersten Anwendungsfalles ist die Einbringung einer wasserlöslichen Substanz über die gesamten Wassersäule in einer 25 m x 25 m großen Fläche bei ablaufendem Wasser und mittlerem Wasserstand. Exemplarisch sind Ergebnisse für das dritte Szenario (Nipptide) in Abb. 2.1 dargestellt. Nach über zwei Tagen zog sich dieser Wasserkörper erst mit der Ebbe auseinander und teilte sich schließlich an der Mündung des Yellow River in zwei getrennte Fahnen oder blieb an den östlichen Ufern des Flusses an den Flanken der höheren Steilufer zurück.

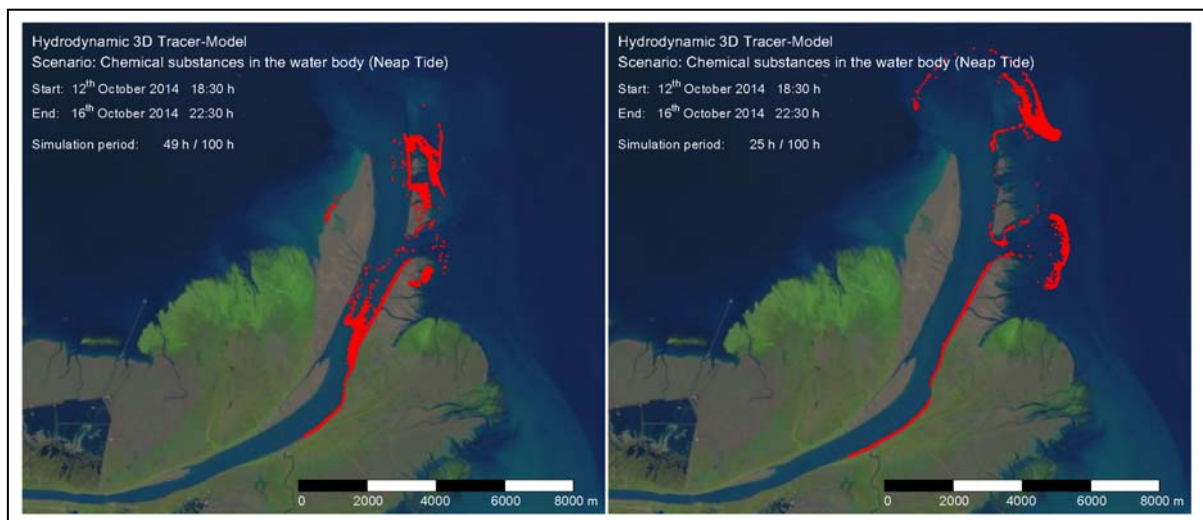


Abb. 2.1: Ausbreitung von Schadstoffen 25 bzw. 49 Stunden nach Einbringen in der Nähe des Besucherzentrums bei Nipptide und niedrigem Abfluss von 200 m<sup>3</sup>/s

Die Schadstoffe (Fallbeispiel: Ein möglicher Unfall eines Touristikboots am Steg des Besucherzentrums, siehe Abbildung 1.1 und 1.9 rechtes Bild) werden in den o.a. Abbildungen als kleine rote Punkte (Tracer) markiert. Die kontinuierlich berechneten Ausbreitungszustände werden hier nur als Momentaufnahmen dargestellt. Das Ausbreitungsszenario wird als kurzfristiges Ereignis simuliert, sodass die Quelle der Schadstoffausbreitung nur in der ersten Abbildung der Simulation festgestellt werden kann. Das südliche Ende der Schadstoffwolke wandert in den folgenden beiden Momentaufnahmen mit der überlagerten Strömung von Abfluss- und Ebbströmung flussabwärts. Es ließe sich aber auch problemlos ein kontinuierlicher Schadstoffaustritt simulieren, in dem sich dann die Schadstoffwolke an der Quelle kontinuierlich vergrößert.



Generell lässt sich feststellen, dass die Schadstoffe in diesem spätwinterlichen Szenario fast dreimal so lange im Ästuar verbleiben, als in herbstlichen Szenarien mit 500 m<sup>3</sup>/s Abfluss. Nach 49 Stunden erkennt man bereits den zusätzlich durchmischenden und ausbreitenden Effekt der Flut- und Querströmungen, die im Bereich der Flussmündung die Schadstoffwolke weiter auffächert.



Abb. 2.2: Ort der im folgenden Szenario als Ölunfallquelle angenommenen Förderanlagen in unmittelbarer Nähe des Flussufers.

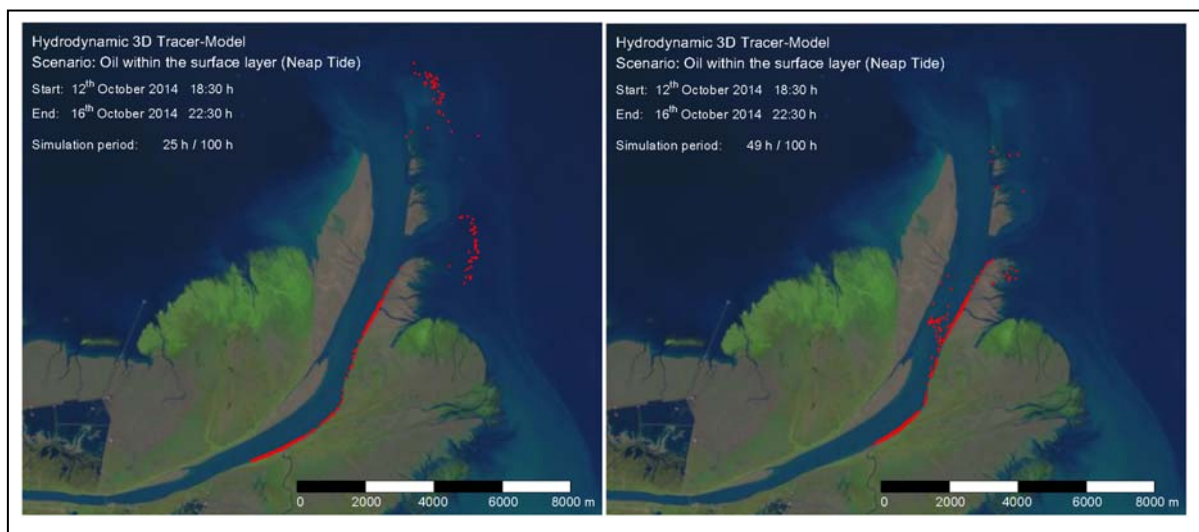


Abb. 2.3: Ausbreitung von Öl 25 bzw. 49 Stunden nach Einbringen in der Nähe von Ölpumpen bei Nipptide und niedrigem Abfluss von 200 m<sup>3</sup>/s

Ausgangspunkt des zweiten Anwendungsfalls ist die simulierte Freisetzung von Öl in einem ufernahen Bereich von 25 m x 25 m (Abb. 2.2). Dieses geschieht zum selben Zeitpunkt wie bei der Schadstoffausbreitung zuvor weiter stromabwärts auf der rechten Uferseite des Flusses. Dieses Öl gelangt bereits kurz nach dem „Unfall“ in den Fluss (z.B. Freisetzung an einer der ufernahen Förderpumpen) und setzt sich bald wieder in einem langen Streifen am rechten Flussufer ab. Ein weiterer aber kleinerer Teil des Öls verteilt sich stromabwärts weit im Ästuar. Es dauert aber auch hier fast dreimal so lange wie im herbstlichen Fall, bis das auf der Wasseroberfläche treibende Öl die Bohai See erreicht.

Anhand der hier dargestellten Ausbreitungsvorhersage könnte eine quantitative Abschätzung der Schadstoffe bzgl. Ort und Zeit durchgeführt werden, auf Basis dessen dann ein Ölbekämpfungsboot, das z.B. beim Besucherzentrum stationiert sein könnte, sehr gezielt und



effizient eine Bekämpfung des Ölfilms einleiten könnte. Die Modellergebnisse können in ein Expertensystem als Filmsequenz vor Ort eingespeist werden, um zielgerichtet Schutzmaßnahmen bei Unfällen einleiten zu können. In diesem Projekt wurden exemplarische Animationen bzgl. der Ausbreitungsberechnungen als Beispiel-Szenarien in das projektbezogene Informationssystem der chinesischen Projektpartner eingespeist.

### A.2.1.3 Task 3310 – Datenrecherche und Datenerhebung

Das ausgewählte Modellgebiet (Abb. 1.1 und 1.2) umfasst einen 29 km langen Abschnitt des Flussgebietes sowie die nähere Umgebung der Flussmündung in der Bohai See. In Abb. 2.3 wurden der Bereich der Detailuntersuchungen grün und das gesamte Modellgebiet gelb umrandet.



Abb. 2.4: Abgrenzung der verschiedenen Arbeitspakete WP 3000 und WP 4000 - Untersuchungsgebiete im YRD. Der Schwerpunkt der von HYDROMOD durchgeführten Detailstudien liegt im grün umrandeten Bereich. Das gesamte 3D-Modellgebiet wurde um mehrere Kilometer in die Bohai See erweitert (gelber Bereich). (Quelle: GFZ).

Aufgrund der großen, sehr flachen Randbereiche zwischen dem Fahrwasser und dem Uferstreifen (< 0,5 m Wassertiefe bei Hochwasser und bei Ebbe trocken fallend), wurde ein besonderes Augenmerk auf eine stufen- und lückenlose Zusammenführung von aktuellen bathymetrischen Messdaten aus dem Flusslauf (Ergebnis der Echolot-Surveys gemeinsam mit dem Franzius Institut im Oktober 2013 sowie Survey-Daten des Franzius Institut vom Oktober/November 2015) und den zur Verfügung stehenden großflächigen Fernerkundungsdaten gelegt. Des Weiteren ist das Modellsystem so ausgelegt, dass es in der Lage ist im Laufe eines Gezeitenzyklus bei Ebbe trockenfallende Gebiete wie z.B. Sandbänke in Wattgebieten zu berücksichtigen.

Des Weiteren wurden Anpassungen vorgenommen, um saisonal verschiedene Zeitreihen des Abflusses zu generieren, die sowohl den Wassertransport des Abflusses als auch die Wassermassen der ein- und ausfließenden Gezeitenwelle in einem typischen Tagesgang sowie in den täglichen und saisonalen Fluktuationen berücksichtigen.

Die Berechnung der Gezeitenwelle und der entsprechenden Wasserstände im Modellgebiet basiert auf Pegelmessungen von Dongying Port und auf Wasserstandsmessungen, die im Zeitraum der 1. Messkampagne vom 12. bis zum 15. Oktober 2013 in der unmittelbaren Nachbarschaft des Bootsanlegers mit einem vom Franzius Institut installierten Drucksensor-

Pegel durchgeführt wurden. Die Anregungen an den beiden offenen Modellrändern (stromaufwärts: Abfluss und Pegelraten; stromabwärts: Pegelraten im offenen Meer im Mündungsbereich) kontrollieren im Wesentlichen das Strömungs- und Transportregime im Modell. Es ergibt sich dadurch eine Überlagerung des täglich und saisonal variierenden Abflusses mit den täglichen und 14-tägigen sowie Wetter bedingten Variationen der Gezeitenwelle.

Des Weiteren konnten in diesem Modellsystem in einem baroklinen Ansatz die Wassertemperatur und der Salzgehalt vorgegeben und ihr Einfluss auf das hydrodynamische Regime berücksichtigt werden. Hierfür wurden während der beiden Messkampagnen mit einer ozeanographischen CTD-Sonde entlang der Fahrwinne und im Mündungsbereich des Ästuars hoch auflösende, vertikale Temperatur- und Salzgehaltsprofile gemessen. Basierend auf diesen Messdaten ließ sich dann auch der flussaufwärts in das Ästuar eindringende Salzwasserkeil z.B. während einer Trockenheitsperiode, d.h. bei geringem Abfluss simulieren und berechnen.

#### **A.2.1.4 Task 3320 – Auswertung Satelliten- und in-situ Daten**

Für eine gezielte Risikoabschätzung und Bekämpfung von Havarien und Freisetzung wassergefährdender Stoffe im Mündungsgebiet des Gelben Flusses war eine Identifizierung von dortigen potenziellen Gefahrenquellen erforderlich. Vor allem aber dienten diese Informationen, als notwendiger Input für die Lokationen potenzieller Freisetzungen von Schadstoffen, die im Rahmen von prognostischen Transport- und Ausbreitungsszenarien im Untersuchungsgebiet genutzt wurden (siehe Kapitel 2.1.2).

Hinsichtlich des Gefährdungspotenzials in unmittelbarer Nähe des Flusslaufes wurde von uns bereits im Rahmen der 1. Messkampagne im Oktober 2013 eine Vorort-Erkundung (ground truthing) von potenziellen Verschmutzungsquellen im Bereich des Untersuchungsgebietes an der Mündung des Gelben Flusses durchgeführt. Hierbei ging es im Wesentlichen um die Identifikation von potenziellen Gefährdungsgebieten und zwar sowohl als Punktquellen als auch als Flächenquellen. Als Gefährdungsgebiete wurden vor allem Ölförderanlagen, Ölleitungen und Industrieanlagen der Petrochemie in Betracht gezogen.

Parallel zur hier beschriebenen Recherche zu potenziellen Gefährdungsquellen wurde von Seiten des DLR eine Befragungsstudie zur tatsächlichen Auswirkung von Gefährdungen durch die Ölindustrie durchgeführt (Wolters et al., 2015). In der Abbildung 2.5 werden die Auswirkungen von Flut- und Öl- respektive Chemieunfallereignisse im Untersuchungsgebiet gegenüber gestellt. Dabei gaben 9 % der Befragten an, dass sie von beiden Schäden, 20 % nur von Überschwemmungen und 24 % nur von Ölnfällen betroffen gewesen zu sein.

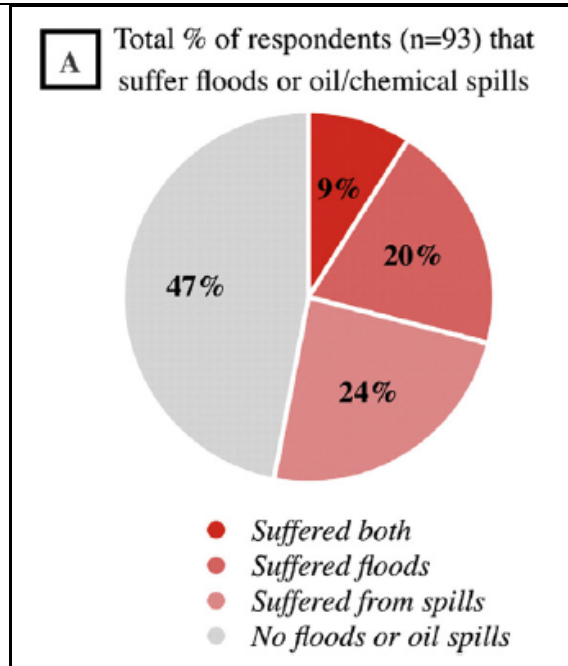


Abb. 2.5 Prozentuale Anteile der Befragten, bzgl. der Gefährdungen durch Überschwemmungen oder Ölunfälle im Untersuchungsgebiet des YRD. (Quelle: Wolters et al., 2015)

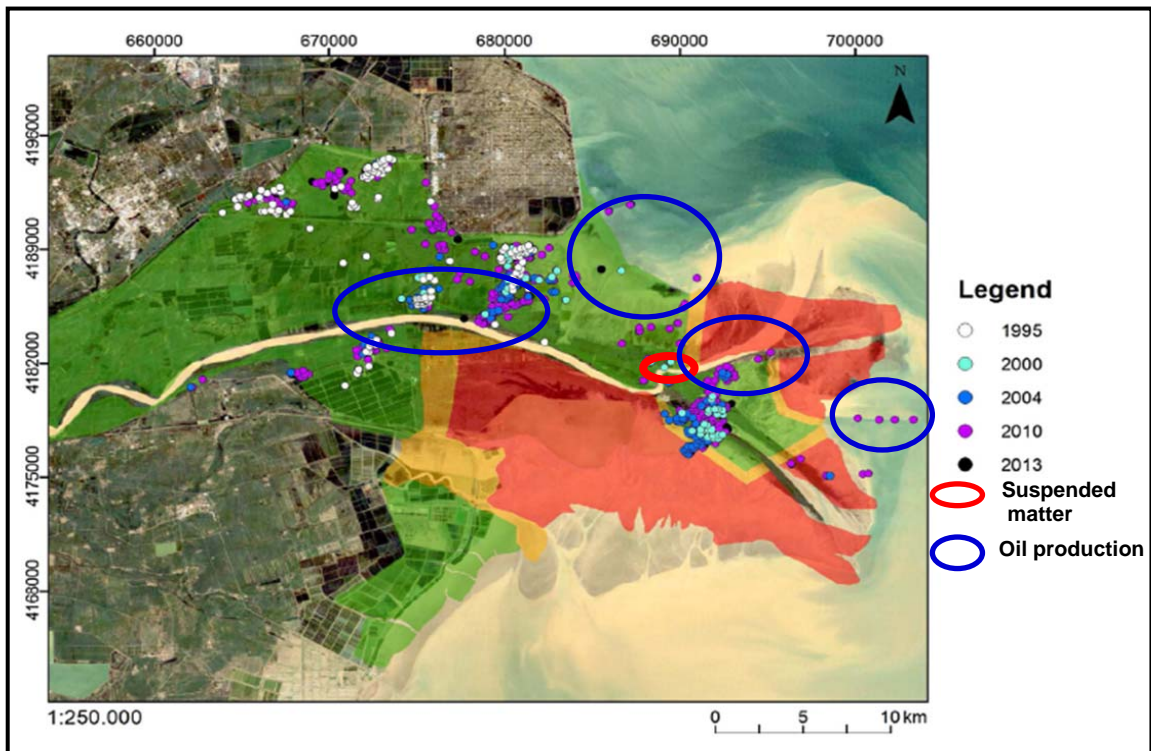


Abb. 2.6 Satellitenaufnahme des YRD. Bei den farbigen Punkten handelt es sich um Ölpumpen während die farbigen Ovale Verschmutzungsrisikogebiete im Flussgebiet und in den Küstengewässern markieren. (Quelle der zugrunde liegenden Abbildung: Kuenzer et al, 2014:)

Da es sich bei dem Delta des Gelben Flusses um ein in der Regel schlecht zugängliches Areal handelt, das zum einen Teil als Naturschutzgebiet deklariert und zum anderen von einem

großen, kaum überschaubaren Netz von Ölförderanlagen durchzogen ist, wurde mit Hilfe von Fernerkundungsdaten ein sehr effizientes Identifikationshilfsmittel genutzt, mit dem die Vorort-Kartierung der potenziellen Gefährdungsquellen unterstützt wurde. Als Ergebnis dieser Recherche, basierend auf der Auswertung einer Vorort-Kartierung und die Auswertung von Satellitenaufnahmen (Künzer et al. 2014), sollte eine GIS-gestützte „Verschmutzungs-Risiko-Karte“ entwickelt werden. In Abbildung 2.6 ist ein Beispiel der von uns für die Risikoabschätzung genutzten Satellitenaufnahmen des Erdölfördergebietes im Yellow River Delta dargestellt.

Die blauen Ovale in Abbildung 2.6 markieren potenzielle Risikogebiete, wo z.B. Öl aufgrund von defekten Pumpen oder Rohrleitungen in das Ästuar und in das Flusssystem freigesetzt werden kann. Das kleine rote Oval markiert den Bereich um das Nationalpark-Besucherzentrum im YRD, wo in einem der von uns untersuchten Szenarien als Beispiel ein wasserlöslicher Schadstoff freigesetzt wurde. Als wesentliches Kriterium für diese Risikogebiete wurde ihre räumliche Nähe zum Flusslauf angesetzt, da die Schadstoffe im Flusssystem durch die natürlichen Strömungen (Abfluss des Oberwassers und Gezeiten) sich sehr schnell ausbreiten kann und – wie die Modelluntersuchungen gezeigt haben – innerhalb weniger Stunden das offenen Meer erreichen können.

Des Weiteren handelt es sich in Abbildung 2.6 bei den rot unterlegten Flächen um jene Bereiche des Schutzgebietes mit der höchsten Schutzstufe, während die grün unterlegten Bereiche – dort wo im Wesentlichen die Ölproduktion stattfindet - einen niedrigeren Naturschutzstandard aufweist. Hier bieten die Fließgewässer des Gelben Flusses und deren ästuarine Vernetzung aufgrund der schnellen Ausbreitungsmöglichkeit ein hohes Gefährdungspotenzial für das Delta und vor allem für die Schutzgebiete.

## **2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**

Die dem Antrag der HYDROMOD Service GmbH zugrundeliegenden Kalkulationen erwiesen sich als realistisch. Der Schwerpunkt der kalkulierten und entstandenen Kosten liegen in den Personalausgaben.

Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises für den Projektpartner Hydromod Service GmbH waren:

- Personalkosten (80,6 %)
- Reisekosten (7,8 %)
- Sonstige unmittelbare Vorhabenkosten (9,4 %)

## **2.3 Notwendigkeit der geleisteten Arbeit**

Aufgrund der schwierigen Datenrecherche resp. der nicht Verfügbarkeit von den für die Modelluntersuchungen benötigten Datensätze waren sowohl die erheblichen Recherchearbeiten als auch die durchgeführten Messkampagnen vor Ort unerlässlich. Ohne diese Arbeiten wären die hoch auflösenden Modelluntersuchungen im YRD nicht möglich gewesen.

## **2.4 Voraussichtlicher Nutzen im Sinne des Verwertungsplans**

Vor dem Hintergrund der umfangreichen Ölgewinnungs- und Petrochemie-Industrie im Delta des Gelben Flusses wird in Hinblick auf die Anschlussfähigkeit der Projektergebnisse HYDROMOD's Schwerpunkt bei der Fortführung der Kooperation bzgl. der Entwicklung eines in Zukunft sinnvollen, operativen Modellsystems zur Gefahrenabwehr bei Chemie- und Ölunfällen liegen. Wir gehen hierbei davon aus, dass die erzielten Modellergebnisse und deren Auswertung zu neuen vielversprechenden Lösungsansätzen führen, die nicht nur für HYDROMOD sondern auch für die chinesischen Partner eine Fortführung der Kooperation attraktiv erscheinen lassen.

Des Weiteren gehen wir davon aus, dass die Kooperation im DELIGHT-Netzwerk sowohl in China (Mündungsbereich des Gelben Flusses) als auch in Vietnam (Mekong Delta) sowie anderen BRICS-Staaten gute Akquisitionsaussichten bzgl. gemeinsamer, Gewässer und Delta orientierter Projekte haben wird. Auch eine Kooperation mit der deutschen „Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit“ (GIZ), wie sie zu Beginn des Projektes im Gespräch war, könnte einer sinnvollen Fortsetzung der Arbeiten im Delta des Gelben Flusses förderlich sein.

## **2.5 Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

Im Bereich der hier durchgeführten Arbeiten, die im Wesentlichen im Rahmen der hydrodynamischen Modellierung von Ausbreitungsprozessen erforderlich waren, gab es keine nennenswerten Fortschritte.

## **2.6 Veröffentlichungen**

Exemplarische Modellergebnisse wurden auf der Webseite des DELIGHT-Projekts eingepflegt sowie für das DELIGHT Informationssystem des DLR vorbereitet und von den zuständigen DLR-Experten implementiert. Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitungen wurden nicht gemacht, da es sich bei den hier beschriebenen Arbeiten im Wesentlichen um Dienstleistungen im Rahmen der Modellentwicklungen und hydrodynamisch-numerischen Untersuchungen handelte (Daten-Recherche, Messungen, Datenaufbereitung und kompakte Visualisierung der umfangreichen Modellergebnisse, siehe z.B. Abb. 2.1 und 2.3). Es ist jedoch davon auszugehen, dass die von HYDROMOD im DELIGHT-Projekt gewonnenen Erfahrungen und Ergebnisse im Rahmen von geplanten zukünftigen Akquisitionsaktivitäten in China und weiteren fernöstlichen Ländern oder BRICS – Staaten vorgestellt und ggfs. auch publiziert werden.

## B. Erfolgskontrollbericht

### 1 Beitrag zu förderpolitischen Zielen

Die an dieser Stelle beschriebenen Teilvorhaben und Arbeitspakete befassten sich mit Themen *der Forschung zur Nachhaltigkeit* im Gebiet des Mündungsdeltas des Yellow River. Im Besonderen wurden Beiträge zu den folgenden förderpolitischen Zielen erzielt:

*Nachhaltigkeit – System Erde – Ressource Wasser. Förderschwerpunkt Wasser-Ressourcen-Management*

Die Ergebnisse zur Ausbreitung von Schadstoffen im Yellow River Delta stehen klar im Zusammenhang des Gewässer-Monitoring sowie des integrierten Wasserressourcen-Managements (IWRM). Schutzaspekte betreffen insbesondere die örtliche Aquakultur-Wirtschaft, den Natur-Tourismus und nicht zuletzt dem großen Naturschutzgebiet im Mündungsbereich des Gelben Flusses, das als eines der wichtigsten Vogelzug-Rastplätze Chinas gilt.

*Nachhaltigkeit für Industrie und Wirtschaft*

Die bearbeiteten Projektschwerpunkte von Ufererosion und Sedimenttransport sind zentrale Themen für die nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung von Schifffahrt und Aquakultur. Wegen der starken Variabilität des Strömungsgeschehens und der seit Jahrzehnten fortlaufenden wasserbaulichen Eingriffe in das Flusssystem ist ein ständiges modellgestütztes Monitoring des Deltas unbedingt erforderlich.

*Nachhaltige Nutzungskonzepte für Regionen – Internationales – Zusammenarbeit mit anderen Ländern – Asien/Pazifik – China*

Ein wesentlicher Aspekt der deutsch-chinesischen Kooperation im DELIGHT-Projekt waren Anstrengungen, über eine bessere Erfassung der grundlegenden hydrodynamischen und morphologischen Prozesse auch mögliche Handlungsoptionen für ein nachhaltigeres Management der unterschiedlichen Nutzungen (Ölindustrie und Naturschutz) des Yellow River Deltas zu erarbeiten.

### 2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Im Rahmen der hydrodynamischen Modellstudien wurden wesentliche Grundlagen für die Konzeption eines Expertensystems für das Yellow River Delta sowohl als langfristige Planungshilfe als auch zur kurzfristigen Unterstützung von Entscheidungen zur Eindämmung bzw. Prävention von Umweltgefahren gelegt. Dafür sind sehr detaillierte und ständig aktualisierte Datengrundlagen notwendig. Die nachfolgenden Erkenntnisse und Ergebnisse haben sich aus den durchgeführten Modellstudien ergeben:

1. Die Variabilität der hydrodynamischen Prozessen in diesem sehr flachen Ästuar des Gelben Flusses ist sehr wesentlich von den Abflussbedingungen abhängig, die wiederum sehr stark durch anthropogene Steuerung (Staudammentleerung, Wasserbedarf der Landwirtschaft und Aquakulturen) beeinflusst respektive überlagert werden.
2. Morphodynamische Prozesse im Delta des Gelben Flusses sind im Wesentlichen von den Gezeiten und dem Abflussgeschehen dominiert. Sie verursachen starke Erosionen im Bereich von Prallhangufeln sowie erhebliche Tendenzen zur Vergrößerung



des Deltas in die Bohai Sea hinein. Auch hier gibt es anthropogene Eingriffe, um die Verlagerung der Flussmündung und des zugehörigen Flussabschnittes für Erleichterungen der Ölgewinnung gezielt zu beeinflussen.

3. Die durchgeführten Modellstudien zu potenziellen Schadstoffausbreitungen im Delta des Gelben Flusses untermauern den Nutzen und die Effizienz von computergestützten Modell- und Expertensystemen bei der Bekämpfung von kurzfristigen Schadstoffbelastungen der Umwelt, die z. B. aufgrund von Ölunfällen o.ä. verursacht werden könnten.

### **3 Fortschreibung des Verwertungsplans**

HYDROMODs wirtschaftlich wesentlichsten und häufig auch interessantesten F&E-Projekte und Aufträge beruhen in der Regel auf prognostische Fragestellungen wie z.B. potenzielle Schadstoffausbreitung oder Sedimentations- und Erosionsprozesse, die mit entsprechenden Modelluntersuchungen (Szenarien) bearbeitet werden. Hier sieht HYDROMOD einen wesentlichen Bereich seiner zukünftigen Weiterentwicklung und Vermarktungschancen.

Im Rahmen des DELIGHT – Projektes wurde bezüglich der untersuchten prognostischen Transport- und Ausbreitungsprozesse das wissenschaftlich-technische Dienstleistungspaket HYDROMOD-3D mit einem drei-dimensionalen Tracermodell gekoppelt und auf die Anforderungen des sehr flachen Fluss- und Ästuargebietes des Gelben Fluss Deltas angepasst.

Vor allem vor dem Hintergrund, dass das von HYDROMOD entwickelte, hoch komplexe Modellsystem derzeit nicht für den Verkauf zur Verfügung steht sondern nur für die eigene F&E-Arbeiten im Rahmen von wissenschaftlich-technischen Serviceleistungen genutzt wird, bietet dieser Geschäftsansatz große synergistische Vorteile: Zum einen sind aufgrund der häufig sehr speziellen Aufgabenstellungen F&E-Arbeiten auch bei Auftragsarbeiten unerlässlich und zum anderen wird das Modellsystem mit jeder Weiterentwicklungen vielfältiger und flexibler und ermöglicht damit eine größere Bandbreite der Akquisition. Jüngstes Beispiel für diese Bandbreite und Flexibilität der Nutzung ist der Einsatz des Modellsystems einerseits im Rahmen von Ausbreitungs- und Akkumulationsuntersuchungen von Mikroplastik im Unterlauf und Ästuar der Elbe und andererseits im Rahmen einer hochauflösenden Strömungs- und Auskolkungsstudie (Erosion) in einem Offshore Windpark in der Ostsee.

Ein wesentliches und wichtiges Ergebnis der F&E-Arbeiten im Rahmen des DELIGHT-Projektes ist die naturnahe Simulation der dreidimensionalen Hydrodynamik in einem großflächigen, stark strukturierten Flachwassergebiet, in dem die Dynamik im Wesentlichen vom Abfluss und von den Gezeiten gesteuert wird. Mit einem langwierigen Test- und Anpassungsverfahren („fine-tuning“) wurden die beiden Steuerungs- bzw. Antriebsprozesse bzgl. Transport und Ausbreitung von suspendierten oder schwimmenden Schadstoffen erfolgreich angepasst und das hydro-dynamisch numerische Basismodell verifiziert.

Neben der erfolgreichen Anpassung der Algorithmen für Sedimenttransport und Ufererosion ist HYDROMOD im Rahmen des DELIGHT-Projektes ein wesentlicher Entwicklungserfolg im Bereich der Visualisierung von großen Datenmengen in der Größenordnung von Giga-Byte mit Hilfe von Animationen zeitlich-räumlicher Prozesse gelungen.

Es sollte nicht unerwähnt bleiben, dass es für HYDROMOD als KMU ein wesentliches Ziel ist, im Rahmen von großen Verbundprojekten wie DELIGHT neben den im Laufe des Projektes gewonnenen Erfahrungen und Referenzen auch zusätzliche Kontakte und/oder Zugang

zu bereits existierenden, wirtschaftlich orientierten Netzwerken und damit weiteren Akquisitionspfaden in China und anderen Ländern des Fernen Ostens zu gewinnen.

- **Schutzrechtsanmeldungen**

Derzeit hat dieser Punkt für HYDROMOD keine Relevanz. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die von uns geplanten Weiterentwicklungen unseres Modellsystems ggfs. zu einem späteren Zeitpunkt urheberrechtlich geschützt werden sollten. Dieser Punkt wird jedoch erst im Zusammenhang mit geplanten zukünftigen Kooperationen in China von Bedeutung.

- **Wirtschaftliche Erfolgsaussichten**

Aufgrund der in jüngster Zeit immer stärker belasteten Gewässer (z.B. kommunale oder industrielle Abwässer mit resultierender Eutrophierung und/oder Schwermetallbelastung) kommt es schon heute des Öfteren in großen Teilen Chinas zu Versorgungsengpässen z.B. bezüglich der kommunalen Trinkwasserversorgung. Häufig sind stark verschmutzte natürliche Gewässer wie Flüsse und Seen die einzigen zur Verfügung stehenden Trinkwasserquellen einer Region oder Großstadt. Aber auch nicht-natürliche Gewässer wie z.B. Talsperren und Trinkwasserreservoirs weisen bereits häufig starke Belastungen wie Eutrophierung und/oder giftige Schadstoffe auf.

Um diese bedenkliche Situation zu verbessern, bedarf es nachhaltiger Lösungen bezüglich des Managements dieser Gewässer und ihrer umliegenden Gebiete. Vor diesem Hintergrund wird in China der Bedarf an wissenschaftlich-technischen aber vor allem auch praktischen Beratungsleistungen hinsichtlich einer zuverlässigen und leistungsfähigen Wasserwirtschaft stetig steigen. Vorausgesetzt es wird ein gewisser Bekanntheitsgrad erreicht – z.B. in Kooperation mit in China eingeführten Netzwerken, Firmen oder staatlichen Organisationen und Institutionen - kann HYDROMOD im Bereich der Wasserqualität und Trinkwasserversorgung mit seinen prognostischen Modelluntersuchungen zur Hydrodynamik und zur Wasserqualität und daraus resultierenden Vorschlägen zu Gegenmaßnahmen wesentliche Beiträge zur nachhaltigen Verbesserung der Wasserversorgung bieten.

Ein wesentlicher Aspekt der Wasserqualität in Talsperren, Seen oder ähnlichen Reservoirs ist z.B. die gute und tiefgehende Durchmischung des Wasserkörpers, um lebensfeindliche sauerstoffarme oder gar sauerstofffreie Zonen und damit in bodennahen Schichten die Zersetzung von organischen Stoffen wie z.B. von abgestorbenem Phytoplankton zu vermeiden. In einem solchen Szenario kann mit Hilfe von prognostischen Modelluntersuchungen ein Maßnahmenkatalog entwickelt werden, dessen Wirksamkeit – d.h. Effektivität und Effizienz – mit dem Modellsystem sofort überprüft werden kann.

- **Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten**

HYDROMOD sucht aktiv die Einbindung in fernöstliche Netzwerke wie zum Beispiel ASEM oder über die Nutzung von bereits existierenden Kontakten großer deutscher Konzerne der Wasserwirtschaft oder des Wasserbaus, Forschungsinstitute (z.B. Fraunhofer, DLR, etc.), öffentlicher Einrichtungen (z.B. GIZ) oder international aktiven NGOs. Nur darüber ist eine realistische und nachhaltige Erfolgsaussicht für ein spezialisiertes KMU wie HYDROMOD zu erzielen.

- **Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit**

Das HYDROMOD-Modellsystem weist aufgrund seiner langjährigen, kontinuierlichen wissenschaftlich-technischen Weiterentwicklung eine große Flexibilität und Vielfalt hinsichtlich seiner Nutzungsmöglichkeiten auf. Hinzu kommen die weltweiten langjährigen, praktischen Erfahrungen HYDROMODs hydrophysikalische und ökologische Probleme in Fließ- und Binnengewässern sowie im offenen Meer zu analysieren und zu lösen. Vor allem auch vor dem Hintergrund der immensen Umweltprobleme im Bereich der Wasser- und Gewässerqualität in vielen bevölkerungsreichen – nicht nur fernöstlichen - Ländern sehen wir deshalb gute Chancen, unsere prognostischen Modellierdienstleistungen im Bereich der Wasserwirtschaft und speziell bezüglich der nachhaltigen Trinkwasserversorgung zu vermarkten.

- **Arbeiten ohne Lösung**

Während des Projektverlaufs gab es keine Arbeiten, die zu keiner Lösung im Rahmen der geplanten Aktivitäten geführt haben. Zwischenzeitliche Verzögerungen in der Datenbeschaffung konnten innerhalb der Projektlaufzeit wieder ausgeglichen werden.

#### **4 Präsentationsmöglichkeiten**

Beispielfilme der zeitlichen Variabilität von Ausbreitungsprognosen für wasserlösliche Schadstoffe oder Ölunfälle wurden auf dem Projektserver in China präsentiert und veröffentlicht. Darüber hinaus sind dort ausgewählte Darstellungen weiterer Projekt-ergebnisse hinterlegt. Solche Präsentationsmittel sind auch weiterhin verfügbar und werden auch zukünftig für eigene Akquisitionszwecke von HYDROMOD verwendet werden.

#### **5 Einhaltung von Kosten- und Zeitplanung**

**HYD:** Die Kosten- und Zeitplanung konnte in allen wesentlichen Elementen eingehalten werden.

## C. Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) <b>Schlussbericht</b>	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] <b>Johannes Post</b>	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2016	
	6. Veröffentlichungsdatum	
	7. Form der Publikation Schlussbericht	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) <b>HYDROMOD Service GmbH</b> <b>Johannes Post</b> <b>Lister Meile 38</b> <b>30161 Hannover</b>	9. Ber. Nr. Durchführende Institution	
	10. Förderkennzeichen <b>02WCL1249J</b>	
	11. Seitenzahl 20	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) <b>Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)</b> <b>53170 Bonn</b>	13. Literaturangaben 4	
	14. Tabellen -	
	15. Abbildungen 14	
16. Zusätzliche Angaben Keine weiteren Angaben.		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) <b>Projektträger Karlsruhe, Wassertechnologie und Entsorgung (PTKA-WTE); Karlsruhe, 17. Oktober 2016</b>		
18. Kurzfassung Das Gesamtziel des Verbundvorhabens DELIGHT war der Aufbau eines umfassenden, interdisziplinären und integrierten Informationssystems für das Delta des Gelben Flusses. Auf der Basis von umfangreichen Datenrecherchen und zweier Messkampagnen (in Kooperation mit dem Franzius Institut, Hannover) steuerte HYDROMOD hierfür modellgestützte Untersuchungen zur Schadstoffausbreitung im und auf dem Wasserkörper sowie Sedimentations- und Erosionsprozessstudien im Flussbett der Schiffsverkehrswege bei. Zusätzlich wurden mit dem für das Delta des Gelben Flusses angepassten dreidimensionalen baroklinen Modellsystem interessante und erfolgreiche Untersuchungen zur Ausbreitung eines Salzkeils im Untersuchungsgebiet durchgeführt.		
19. Schlagwörter DELIGHT, Gelbe-Fluss-Delta, China, Wasser-Informationssystem, Datenakquisition zu prognostischen, hydrodynamisch-numerischen Modelstudien, Schadstoffausbreitung, Flusssufer-Erosion, Flussbodensedimentation, Schwebstoffe, Wasserqualität		
20. Verlag	21. Preis	