



Impressum

Herausgeber: Forschungszentrum Küste (FZK)

V.i.S.d.P.: Stefan Schimmels

Redaktion: Markus Brühl

Gestaltung: Martin Miranda-Lange

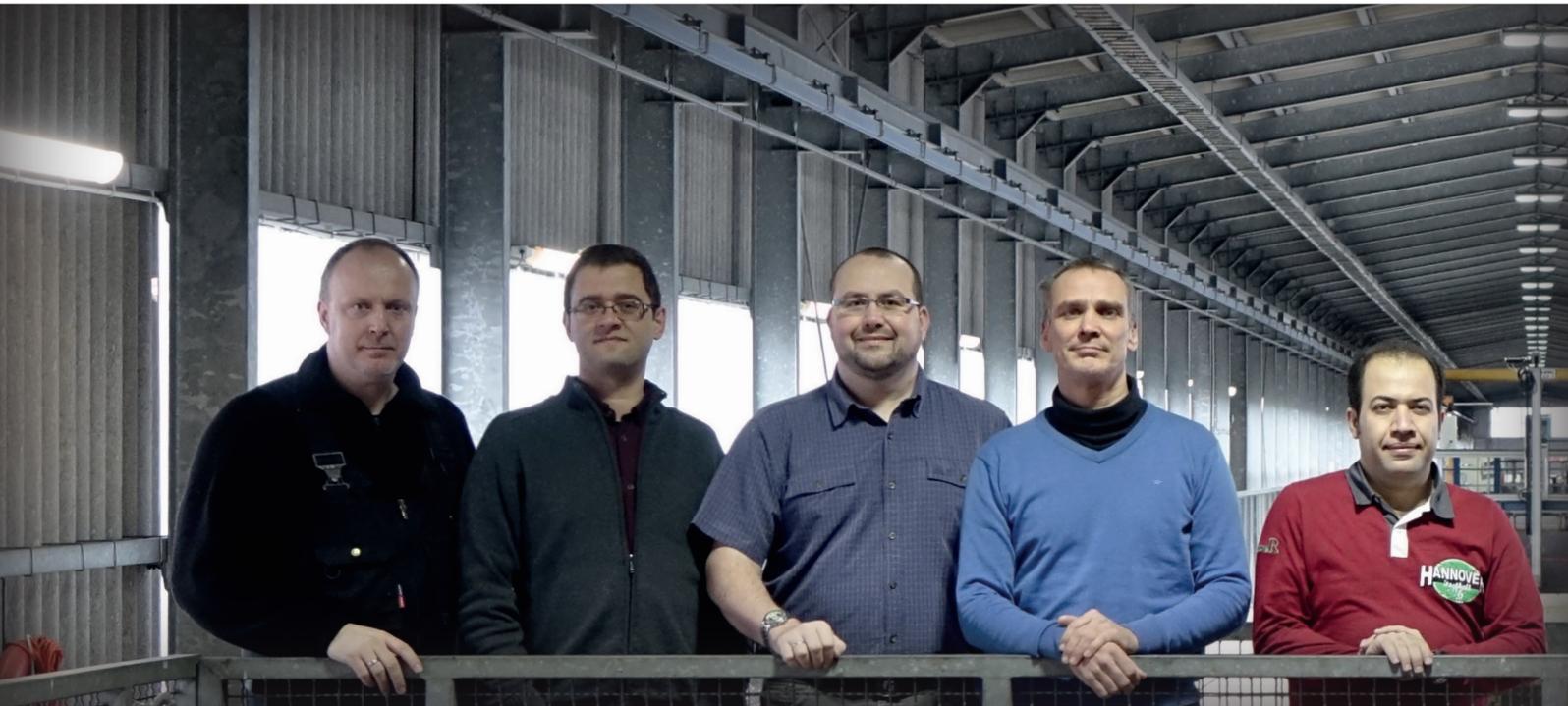
Alle nicht gekennzeichneten Fotos: FZK

Druck: Druck Team, Hannover

Auszüge aus dieser Publikation dürfen ohne weitere Genehmigung wiedergegeben werden, vorausgesetzt dass bei der Veröffentlichung das Forschungszentrum Küste genannt wird.

Um ein Belegexemplar wird gebeten. Alle übrigen Rechte bleiben vorbehalten.

Stand: 10.02.2016



Das FZK auf einen Blick

Das Forschungszentrum Küste (FZK) hat die wissenschaftliche Erforschung hydrodynamischer, morphodynamischer und ökologischer Prozesse an der Küste und im Küstenvorfeld zum übergeordneten Ziel. Es wurde im Jahr 1996 als Gemeinsame Zentrale Einrichtung der Leibniz Universität Hannover und der Technischen Universität Braunschweig gegründet und führt seitdem die etablierte Zusammenarbeit der vier Partnerinstitute in einem einzigartigen Kompetenzzentrum auf dem Gebiet des Küsteningenieurwesens fort. Die Professoren der Institute bilden das Direktorium; den Vorstand hat der Geschäftsführende Direktor, der alle drei Jahre neu gewählt wird. Derzeit ist Prof. habil. Dr.-Ing. T. Schlurmann vom Franzius-Institut für Wasserbau, Ästuar- und Küsteningenieurwesen der Universität Hannover der Geschäftsführende Direktor, seine Amtszeit endet im April 2018.

Mit dem Großen Wellenkanal (GWK) betreibt das FZK eine der größten Forschungseinrich-

tungen ihrer Art weltweit. Diese Kompetenzbündelung verbessert die Koordinierung der universitären Küstenforschung und verstärkt die Wettbewerbsfähigkeit der Forschung. Zudem verbessert sie entscheidend die Bedingungen für die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Wasserbau und Küsteningenieurwesen in Deutschland. Darüber hinaus fördert das FZK aktiv die interdisziplinäre, nationale und internationale Zusammenarbeit durch seine Präsenz in weltweiten Projekten und Forschungsverbänden. Im Verbund mit den vier Partnerinstituten bietet das FZK numerische und physikalische Modelle und entwickelt neue Messmethoden, um die physikalischen Prozesse im Küstenraum besser und hochauflösender untersuchen zu können. Des Weiteren werden am FZK Handlungsempfehlungen erarbeitet, die sicherstellen, dass erforderliche Eingriffe in das Naturgeschehen unter weitgehender Bewahrung des natürlichen Küstenraumes erfolgen.



Träger

Leibniz Universität Hannover (50%)
Technische Universität Braunschweig (50%)

Direktorium

Prof. Dr.-Ing. habil. Torsten Schlurmann (Geschäftsführender Direktor)
Franzius-Institut für Wasserbau, Ästuar- und Küsteningenieurwesen (Leibniz Universität)

Prof. Dr.-Ing. Martin Achmus
Institut für Geotechnik Hannover (Leibniz Universität)

Prof. Dr.-Ing. Hocine Oumeraci
Leichtweiß-Institut für Wasserbau
Abteilung Hydromechanik und Küsteningenieurwesen (TU Braunschweig)

Prof. Dr.-Ing. Joachim Stahlmann
Institut für Grundbau und Bodenmechanik (TU Braunschweig)

Betriebsleiter

Dr.-Ing. Stefan Schimmels

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Wissenschaftler und Doktoranden: 6
Technik und Verwaltung: 5

(Stand 01.01.2016)



Prof. Dr.-Ing. habil.
Torsten Schlurmann
Geschäftsführender
Direktor

1996 - 2016 – 20 Jahre FZK

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,
liebe Leserinnen und Leser,

dass auch nach 20 Jahren des Bestehens des Forschungszentrums Küste (FZK) (...) *das Küsteningenieurwesen ein integraler und sichtbarer Bestandteil der Küstenforschung – nicht nur in Deutschland – ist*, steht symbolisch für einen unlängst abgeschlossenen Abstimmungs- und Entwicklungsprozess auf Bundesebene und vor allem auch für das Selbstverständnis der am FZK aktiven Kollegen sowie des Teams der beschäftigten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Wissenschaft, Technik und Verwaltung.

Vor diesem Hintergrund definieren sich die wesentlichen, nach wie vor aktuellen Kernaufgaben im Küsteningenieurwesen, die in bemerkenswerter Qualität und Dichte in dem Ihnen hier vorliegenden Jahresbericht zur Geltung kommen. Zudem kommen neue Herausforderungen und Betätigungsfelder auf unsere Disziplin hinzu, die sich im Ansatz bereits verwirklicht haben und sich zumeist in interdisziplinären Verbänden und in der Interaktion von Wissenschaft, Behörden und der Öffentlichkeit widerspiegeln.

Vorausgegangene FZK-Kolloquien haben die Forschungsbedarfe im Küsteningenieurwesen immer wieder beleuchtet und diskutiert. Die dabei von uns aufgeworfenen wesentlichen Fragestellungen werden heute in Programmen der Küsten-, Meeres- und Polarforschung berücksichtigt und wertgeschätzt, so dass wir beabsichtigen, die zielgerichtete Kooperation mit den marinen Geowissenschaften in Zukunft auszubauen. Wir sehen diesen Schritt als notwendiges und auch wissenschaftlich wertvolles Entwicklungsziel.

Das im Jahr 1996 als Gemeinsame Zentrale Einrichtung der Universitäten in Braunschweig und Hannover gegründete Forschungszentrum Küste (FZK), das den Großen Wellenkanal (GWK) als Großforschungsgerät nach wie vor beinhaltet und in vielfältig angelegten Versuchsreihen einsetzt, ergab sich bereits vor 20 Jahren aus der Notwendigkeit, eine dauerhafte Basis für die Kontinuität und Koordination der universitären Forschung im Küsteningenieurwesen zu schaffen, und somit zur Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Küstenforschung beizutragen.

Dass das FZK immer schon mehr als nur ein Großforschungsgerät war, kann nicht nur durch eine Vielzahl erfolgreich abgeschlossener Projekte in den letzten zwei Jahrzehnten, sondern auch durch die Qualität und die Bandbreite der hier im Jahresbericht dargestellten Projekte eindrucksvoll verdeutlicht werden. Insbesondere der wissenschaftlich-technische Sachverstand, die einzigartige Methodenkompetenz sowie eine fortwährende intrinsische Motivation der ehemaligen und heutigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und nicht zuletzt die regelmäßigen Kolloquien haben das Profil des FZK mit nationaler und auch internationaler Sichtbarkeit geschärft. Diesen Status wollen wir fortführen, u.a. mit einer großen strukturellen Erweiterung bzw. Modernisierung des GWK, sowie die o.a. Entwicklungen in der Deutschen Küstenforschung antreiben bzw. mitsteuern.

Die Bündelung der Erfahrungen und Kompetenzen der universitären Forschung im Küsteningenieurwesen in Deutschland unter dem Dach eines Forschungszentrums Küste ist eine weitere Aufgabe in den nächsten Jahren, um den ingenieurwissenschaftlichen Kernthemen und den an unsere Disziplin gestellten Herausforderungen im interdisziplinären Kontext mit gemeinsam über die Hochschulstandorte Braunschweig und Hannover hinausgehend entwickelter wissenschaftlicher Methodik und vielschichtiger Kompetenz noch stärker gerecht zu werden.

Durch diesen Schritt werden wir aber vor allem zur Anreicherung einer Kritischen Masse der universitären Forschung im Küsteningenieurwesen beitragen, die wir im internationalen Wettbewerb und im angestrebten Verbund mit den marinen Geowissenschaften dringend benötigen.

Für Ihre Unterstützung in den letzten 20 Jahren bedanke ich mich bei Ihnen im Namen aller Kollegen und Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Forschungszentrums Küste herzlich.

Die nächsten 20 Jahre versprechen viele weitere spannende Entwicklungen. Sowohl Ihre Mitwirkung als auch Rückkopplungen mit dem FZK sind umso mehr gefragt.

Ich wünsche Ihnen nunmehr viel Spaß bei der Lektüre des Jahresberichts und freue mich über Ihre weiteren Anregungen.

Ihr Torsten Schlurmann





Dr.-Ing.
Stefan Schimmels
Betriebsleitung

Liebe Leserinnen und Leser,

nach unserem letzten Forschungsbericht der Jahre 2012 bis 2014 wollen wir Ihnen mit dem vorliegenden Jahresbericht die wesentlichen Ereignisse und Entwicklungen am FZK im Jahr 2015 präsentieren. Das vergangene Jahr war vor allem durch die Beantragung neuer Forschungsprojekte geprägt, nicht zuletzt motiviert durch die zwei großen Ausschreibungen „Küsten- und Meeresforschung in Niedersachsen“ des MWK und „Küstenmeerforschung in Nord- und Ostsee“ des BMBF. Auf die Ergebnisse der Begutachtung im Rahmen des BMBF-Programms warten wir noch gespannt, wobei wir erfreulicherweise bereits eine Zusage vom MWK für das Projekt *SeaArt*, bei dem es um die Entwicklung künstlicher Seegräser zur Ansiedlung natürlicher Seegraswiesen geht, erhalten haben. Ebenso erfreulich waren die Genehmigungen des EU-Verbundprojekts *HYDRALAB+*, das sozusagen als Nachfolger von *HYDRALAB IV* im September gestartet ist, sowie des Projekts *HYGEDE*, in dem die Arbeiten zu vergossenen Deckwerken bei den Projektpartnern am LWI und am IWW der RWTH Aachen bereits im Juni begonnen haben. In beiden Projekten sind umfangreiche Versuche im GWK vorgesehen, der damit in den kommenden Jahren wieder sehr stark ausgelastet sein wird.

Die Arbeiten im und am GWK waren im vergangenen Jahr vorrangig auf die Verbesserung der Infrastruktur und der Messtechnik fokussiert. Es wurden unter anderem eine neue und leistungsfähigere Messwerterfassung entwickelt, die vorhandenen Drahtwellenpegel und Strömungssonden grundlegend überholt, die Krananlage optimiert, die Lagerflächen neu organisiert und der GWK von innen und außen getrimmt. Darüber hinaus haben sich die Pläne für eine Erweiterung des GWK um eine größere Wellenmaschine, eine Strömungseinrichtung und einen Tieftteil erheblich konkretisiert. Dank der vollen Unterstützung durch das MWK und die beiden Trägeruniversitäten sollen Mittel für die Umsetzung der Maßnahmen bereits 2016 beantragt werden.

Wir sehen also einem für die weitere Entwicklung des FZK sehr spannenden Jahr 2016 mit Freude entgegen und können auf ein sehr erfolgreiches Jahr 2015 zurückblicken. Hierüber berichten wir auf den folgenden Seiten, bei deren Lektüre ich Ihnen viel Spaß wünsche.

Ihr Stefan Schimmels

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Schimmels'.

-
- 2 Das FZK auf einen Blick
 - 4 Vorwort des Geschäftsführenden Direktors
 - 6 Vorwort des Betriebsleiters
 - 7 Inhalt
-

AKTUELLE PROJEKTE

- 8 MARINET
 - HYDRALAB+
 - 9 RECIPE
 - COMPLEX
 - 10 FREE Data
 - 11 HYGEDE – Hydraulisch gebundene Deckwerke
 - 12 Interne Projekte
 - Test einer neu entwickelten Wellenmessboje
 - Wellenmessung mit Laserscan und Video
 - 13 Wellenmessung mit Drucksonden
-

GEPLANTE PROJEKTE

- 14 FUMCoast – Mobilität von Munition im Meer
 - SeaArt – Natürliche Seegraswiesen durch künstliches Seegras
 - 15 STENCIL – Strategien für nachhaltige Sandaufspülungen
 - 16 PaNSiWa – Parametrisierung schiffsinduzierter Wellenfelder
 - Universelles Wellenbrechkriterium
 - 17 CORMAIN – Sicherung mariner Infrastrukturen gegen Naturkatastrophen
 - T-Morph – Morphologische Auswirkung von Tsunamis auf sandige Küsten
-

GWK und Co.

- 18 Geplante Erweiterung des GWK
 - 19 Verbesserung der Infrastruktur
 - 20 Wartungsarbeiten
 - Instandhaltungsmaßnahmen
 - Erweiterung der Messtechnik
 - 21 Öffentlichkeitsarbeit
 - Führungen
 - 22 Das FZK in den Medien
 - 10. FZK-Kolloquium
 - Positionspapier des Küsteningenieurwesens und Altonaer Erklärung
 - 23 Soziale Netzwerke
 - 24 Organigramm des FZK
 - 25 Publikationen
-

MARINET

Das EU-Verbundprojekt *MARINET* sollte eigentlich am 31.03.2015 abgeschlossen sein, wurde allerdings um sechs Monate bis zum 30.09.2015 verlängert und wird zurzeit noch finanziell abgewickelt. *MARINET* zielte auf eine Optimierung der europäischen Forschungsinfrastruktur, um die Entwicklungen im Bereich der Nutzung von Maritimer Energie weiter voranzutreiben. Unter dem Dach der Leibniz Universität Hannover war das FZK zusammen mit dem Zentrum für Windenergieforschung (ForWind) als einer von insgesamt 29 Partnern beteiligt und konnte zwei wesentliche Beiträge zum Gesamterfolg des Projekts beitragen. Zum einen wurde eine Methode zur Wellenvorhersage auf Basis künstlicher Neuraler Netzwerke (Artificial Neural Networks, ANN) entwickelt, die eine genaue Prognose der Wellen an einem bestimmten Ort mit etwa einer Minute Vorlaufzeit ermöglicht. Zum anderen wurde durch Kombination moderner Video- und Laserscantechniken eine berührungslose Messmethode zur Erfassung des Wellenaufbaus entwickelt, die zeitlich und räumlich hochaufgelöste Daten mit bislang unerreichter Genauigkeit liefert. Die Arbeiten am FZK im Rahmen von *MARINET* waren bereits im Jahr 2014 abgeschlossen und mit dem offiziellen Projektende wird jetzt der Fokus auf ein mögliches Nachfolgeprojekt gelegt.

HYDRALAB+

Am 1. September 2015 startete das EU-Verbundprojekt *HYDRALAB+* mit einer Laufzeit von vier Jahren. *HYDRALAB+* knüpft an vier erfolgreich durchgeführte Vorgängerprojekte (*HYDRALAB I – IV*) an, in deren Rahmen seit 1997 ein weltweit einzigartiges Netzwerk im Bereich des hydraulischen

Versuchswesens etabliert werden konnte. Ziel aller *HYDRALAB*-Projekte waren und sind die Weiterentwicklung hydraulischer Modellversuche und die Vernetzung der entsprechenden europäischen Infrastrukturen, wobei seit Beginn an der Schwerpunkt auf Versuche mit Wellen und Seegang gelegt wurde. Mit dem Großen Wellenkanal (GWK) spielte das FZK daher schon immer eine wichtige Rolle im *HYDRALAB*-Verbund und ist im aktuellen Projekt ebenfalls wieder der zweitgrößte von insgesamt 24 Partnern.

Ein Hauptaspekt der *HYDRALAB*-Projekte ist der Transnational Access (TA), d.h. die Möglichkeit für Wissenschaftler aus Europa und assoziierten Staaten ein Projekt in einer der zur Verfügung stehenden Versuchseinrichtungen durchzuführen, wobei Reisekosten und Nutzungskosten aus *HYDRALAB* finanziert werden. Der Transnational Access war für das FZK immer von großer Bedeutung, da durch die aktive wissenschaftliche Beteiligung nicht nur gemeinschaftliche Publikationen entstanden sind, sondern die TA-Projekte vielmehr häufig den Anfang erfolgreicher Kooperationen mit international renommierten Wissenschaftlern darstellten. Im aktuellen *HYDRALAB*-Projekt steht der GWK auch wieder mit mehr als 100 Versuchstagen zur Verfügung, die die Durchführung von drei bis vier Projekten erlauben werden. Zusätzlich werden zum ersten Mal auch 25 Versuchstage im Wellenbecken Marienwerder (WBM) des Franzius-Instituts angeboten, das gerade um einen Tieftteil und eine Strömungseinrichtung erweitert wurde. Die erste Ausschreibung für TA-Projekte wurde im November 2015 veröffentlicht und Anträge können bis zum 11. März 2016 eingereicht werden. Es ist zu erwarten, dass zahlreiche Anträge für Versuche im GWK und WBM gestellt werden und die ersten Projekte bereits in 2016 stattfinden können.

Neben dem Transnational Access spielen

Joint Research Activities (JRA) in *HYDRALAB*-Projekten eine große Rolle. JRAs sind sozusagen Teilprojekte mit dem Ziel Methoden und Technologien weiterzuentwickeln, die die versuchstechnischen Möglichkeiten der beteiligten Forschungseinrichtungen verbessern. So wurden im Rahmen von *HYDRALAB IV* am FZK beispielsweise eine universelle Methode zur Erzeugung von fokussierten Wellen entwickelt, berührungslose, zeitlich und räumlich hochauflösende Messungen von Strandtopographien und Wellen mit Hilfe von Laserscans und Videoaufnahmen optimiert sowie die Eignung taktile Drucksensoren zur flächenhaften Erfassung des Wellendruckschlags getestet und verbessert. Unter dem Motto „Anpassung an den Klimawandel“ gibt es in *HYDRALAB+* drei JRAs, an denen das FZK beteiligt ist: *RECIPE* (REpresenting Climate Change in Physical Experiments), *COMPLEX* (Cross disciplinary Observations of Morphodynamics and Protective structures, Linked to Ecology and eXtreme events) und *FREE Data* (Facilitating the Re-use and Exchange of Experimental Data). Während *RECIPE* und *COMPLEX* direkt auf Versuchs-, Mess- und Auswertungsmethoden fokussiert sind, wird in *FREE Data* zum ersten Mal auch das Datenmanagement, d.h. die Speicherung, Verfügbarkeit und Präsentation von Forschungsdaten explizit adressiert. Das FZK wird sich an allen drei JRAs intensiv beteiligen und über die aktuellen Ergebnisse in Zukunft berichten. Im Folgenden werden die wesentlichen Gesamtziele der drei JRAs kurz zusammengefasst.

RECIPE

RECIPE ist insbesondere der Fragestellung gewidmet, wie man die Auswirkungen des Klimawandels in physikalischen Modellversuchen am besten berücksichtigt. Dies bezieht sich in erster Linie auf die Simulation

längerer Zeiträume, wie beispielsweise die Effekte einer Sequenz von Sturmfluten oder die jahreszeitliche Abhängigkeit von Vegetation auf Wellen und Strömungen. Daher liegt ein besonderes Augenmerk darauf, wie sich morphologische und biologische Prozesse in hydraulischen Laborexperimenten beschleunigen lassen. Bei letzteren wird in *HYDRALAB+* voraussichtlich ein Schwerpunkt auf den stabilisierenden Effekten durch Biofilme liegen, die daher auch am FZK vorrangig untersucht werden.

Projektleitung

Dipl.-Ing. Moritz Thom

Projektlaufzeit

01.09.2015 – 31.08.2018

Förderung durch

EU (Horizon 2020)

COMPLEX

COMPLEX befasst sich mit der Komplexität der Systeme und den nichtlinearen Interaktionen zwischen Systemelementen, wobei Werkzeuge und Methoden erarbeitet werden, um diese Komplexität bei der Modellierung zu berücksichtigen. Dabei ist ein wesentlicher Aspekt die Entwicklung von Messtechniken, mit denen komplizierte Prozesse in der Wasser-Boden-Grenzschicht hochauflösend erfasst werden können. Neben neuen Instrumenten sollen auch bewährte Messverfahren so weiterentwickelt werden, dass sie unter extremen Bedingungen, wie beispielsweise in der Brecherzone, im Sheet-Flow-Layer oder innerhalb von Pflanzenbewuchs eingesetzt werden können. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Durchführung von Laborversuchen, um die neuen Messtechniken zu testen und einzigartige Daten zu gewinnen. Hierbei spielt der GWK eine zentrale Rolle. Ab Sommer 2017 ist eine große Versuchskampagne an einer 1:15 geneigten Sandbö-

schung mit horizontalem Vorstrand geplant. Mit diesem generellen Versuchsaufbau soll die Strandprofilentwicklung unter unterschiedlichen Bedingungen, wie eng- und weitgestuften Sanden, vorgelagerten Strukturen oder Vegetation sowie stabilisierenden Effekten durch Biofilme untersucht werden. Dabei werden sowohl mittlerweile bewährte Methoden wie Laserscanner und Video zur Erfassung der Morphologie in der Wellenauflaufzone und des Wellenaufbaus als auch neue Messverfahren wie ein ACVP (Acoustic Concentration Velocity Profiler) oder ein CCP (Conductivity Concentration Profiler) eingesetzt. Letztere werden von Partnerinstituten zur Verfügung gestellt und von Wissenschaftlern betreut, so dass die *COMPLEX*-Versuche im GWK nicht nur zu einzigartigen Daten sondern auch zu wissenschaftlichen Kooperationen beitragen werden.

Projektleitung

Dr.-Ing. Stefan Schimmels

Projektbearbeitung

M.Sc. Gholamreza Shiravani

Projektlaufzeit

01.09.2015 – 31.08.2018

Förderung durch

EU (Horizon 2020)

FREE Data

Experimentelle Daten können häufig nur mit sehr großem Aufwand gewonnen werden. Um diese Daten anschließend möglichst effektiv nutzen zu können, ist ein freier Zugang zu den Daten und den aus ihnen gewonnenen Forschungsergebnissen erstrebenswert. Diesem Ziel will *FREE Data* näherkommen, einer Joint Research Activity (JRA) in *HYDRALAB+*.

Hierbei müssen eine Vielzahl von Aspekten betrachtet werden. Auf der untersten Ebene,

z.B. innerhalb einer Versuchseinrichtung, sollten die Messdaten so gewonnen werden, dass sie einfach zu verarbeiten und zueinander in eindeutigen zeitlichen Bezug gesetzt werden können (Synchronisation). Auch sollten die verschiedenen Datentypen auf das wirklich notwendige Maß beschränkt werden. Weiterhin müssen sie umfangreich durch Metadaten dokumentiert werden, damit sie auch von Personen genutzt werden können, die in die Datenerhebung nicht involviert waren.

Bei der Vielzahl von existierenden Datenformaten in den verschiedenen Forschungseinrichtungen ist es sehr erstrebenswert, ein gemeinsames Datenformat zu definieren, welches die vielen unterschiedlichen Datentypen darstellen kann. Für einfache Zeitreihen ist das ziemlich einfach, wenn aber mehrdimensionale Daten oder Daten aus der Ökohydraulik berücksichtigt werden sollen, ist diese Aufgabe nicht mehr trivial. Um die vielen unterschiedlichen Datenformate in ein einheitliches Format zu bringen, müssen Methoden und Programme für eine Konvertierung entwickelt werden, welche die Bearbeitung von Metadaten mit berücksichtigen. Und auch die Rückkonvertierung in Formate, die von Anwendungssoftware verarbeitet werden können, muss gewährleistet sein.

So können gewonnene Daten untereinander ausgetauscht und für verschiedene Zwecke genutzt werden. Daten aus Feldmessungen z.B. können mit Daten aus Modelluntersuchungen verglichen werden, oder experimentell gewonnene Daten aus Modelluntersuchungen können zur Kalibrierung und Validierung numerischer Modelle verwendet werden.

Wie können die Daten für Forscher allgemein verfügbar gemacht werden? Hier bieten sich internetbasierte Forschungsdatenreposit-

torien an, welche bereits für verschiedene Disziplinen verfügbar sind. In *FREE Data* soll deshalb geprüft werden, inwieweit sich vorhandene Repositorien eignen, oder ob ein eigenes für die in *HYDRALAB+* anfallenden Daten eingerichtet werden sollte. Hierfür müssen die Daten aufbereitet und mit Metadaten ergänzt werden, damit sie dann mithilfe von Suchmaschinen gezielt gesucht und gefunden werden können. In dem Repository müssen auch Visualisierungstools und notwendige Konvertierungssoftware vorgehalten werden.

Ein anderer wichtiger Aspekt von *FREE Data* ist die Übermittlung von Wissen. Auch dies soll durch internetbasierte Tools realisiert werden. Entsprechend den Interessen verschiedener Nutzergruppen soll die zur Verfügung gestellte Information aufbereitet und gefiltert werden. Durch Verknüpfungen zu weiteren Seiten kann das Wissen dann vertieft und es können z.B. Informationen zum theoretischen Hintergrund von Formeln und Methoden abgerufen werden.

Projektleitung

Dipl.-Ing. Matthias Kudella

Projektbearbeitung

M.Sc. Ali Aghaei

Projektlaufzeit

01.09.2015 – 31.08.2018

Förderung durch

EU (Horizon 2020)

HYGEDE – Hydraulisch gebundene Deckwerke

Im KFKI-Verbundvorhaben *HYGEDE* sollen wissenschaftlich-technische Grundlagen für eine geotechnische Bemessung hydraulisch gebundener Deckwerke auf Seegangsbelastung erarbeitet und daraus Bemessungsformeln und Diagramme sowie Empfehlungen

für die Ingenieurpraxis abgeleitet werden. Theoretische Untersuchungen, begleitende numerische Simulationen, Grundsatzversuche sowie klein- und großmaßstäbliche Versuche in Wellenkanälen sollen die Stabilität von Steindeckwerken im Teilverguss unter idealisierten Randbedingungen darstellen. Hieraus wird ein erweitertes Prozessverständnis der Interaktion zwischen Wellenbelastung und Stabilität verklammerter, durchlässiger Deckwerke erwartet. Diese Uferschutzlösung kann höheren Beanspruchungen schadlos widerstehen, benötigt nur einen minimalen Unterhaltungsaufwand und ist ökologisch freundlich.

Die wissenschaftliche Bearbeitung erfolgt vorrangig durch die beiden Projektpartner, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft (IWW), RWTH Aachen, und Leichtweiß-Institut (LWI), TU Braunschweig, die hierbei durch das FZK unterstützt werden. Das Projekt ist in zwei eng miteinander verzahnte Teilprojekte aufgeteilt, wobei sich *HYGEDE_A* (IWW) mit der „Bemessung hydraulisch gebundener Deckwerke auf Seegangsbelastung“ und *HYGEDE_B* (LWI) mit der „Wellenbelastung und Stabilität hydraulisch gebundener Deckwerke“ befassen. Nach Durchführung numerischer Simulationen und kleinmaßstäblicher Modellversuche in den Versuchseinrichtungen der Projektpartner sind abschließend großmaßstäbliche Modellversuche zur Seegangsbelastung und Stabilität hydraulisch gebundener Deckwerke im Frühjahr 2017 im GWK geplant.

Projektleitung

Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf

Projektlaufzeit

01.06.2015 – 31.05.2018

Förderung durch

BMBF über KFKI (FKZ: 03KIS0110 und 03KIS0111)

Projektpartner

IWW, RWTH Aachen, und LWI, TU Braunschweig

Interne Projekte

Neben den großen über mehrere Jahre laufenden Projekten wurden auch einige kleinere interne Projekte bearbeitet, die vor allem die Weiterentwicklung der vorhandenen Messtechniken und -methoden zum Ziel hatten und die Durchführung und Auswertung von Versuchen im GWK beinhalteten. Die folgenden Absätze fassen den Hintergrund und die wesentlichen Ergebnisse der Projekte kurz zusammen, weitere durchgeführte Arbeiten zur Erweiterung der Messtechnik können unter der Rubrik GWK & Co (Seite 18) nachgelesen werden.

Test einer neu entwickelten Wellenmessboje

Für die Klassifizierung von Schiffen ist es notwendig, deren Antriebsleistung zu messen. Dies geschieht durch entsprechende Messfahrten mit dem zu klassifizierenden Schiff. Da der Fahrwiderstand unter anderem von den Seegangsverhältnissen abhängig ist, muss für die korrekte Leistungsmessung der während der Messfahrt herrschende Seegang bekannt sein. Die korrekte Messung der Wellenverhältnisse im Gebiet und zur Zeit der Messfahrt ist jedoch schwierig und oft mit großen Ungenauigkeiten verbunden. Um dieses Problem zu lösen, wurde bei der Klassifikationsgesellschaft DNV GL eine Boje mit einem Gewicht von gerade einmal 4,5 kg entwickelt, die vor Beginn der Messfahrt über Bord geworfen werden kann und dann im entsprechenden Seegebiet die lokalen Seegangsverhältnisse zur Zeit der Messfahrt aufzeichnet. Diese Wellenboje wurde umfangreich für verschiedene Seegangsspektren im Großen Wellenkanal getestet. Die Messwerte wurden verglichen mit den Daten der stationären Wellenpegel des GWK und zeigten sehr gute Übereinstimmung. Mittlerweile fand die

Wellenboje mehrfach Anwendung im Gelben Meer, an der Ostküste der USA und im Persischen Golf. Zur Dokumentation der Genauigkeit und Güte der Wellenboje wird vom DNV GL auf die Tests im GWK verwiesen.

Kontakt für weitere Informationen:
jan.wienke@dnvgl.com

Wellenmessung mit Laserscan und Video

Ein Themenschwerpunkt bei der Entwicklung von Messmethoden ist die berührungslose Erfassung der Wasserspiegelauslenkung. Zeitlich und räumlich hochaufgelöste Messungen können im GWK auf zwei verschiedene Arten gewonnen werden: durch den Einsatz von 2D-Laserscannern und durch Videokameras. Beide Methoden wurden bereits mehrfach in Projekten eingesetzt, jedoch fehlte es bislang an einer systematischen Validierung der Genauigkeit und Grenzen der Messungen sowie an standardisierten Routinen für die Auswertung der Daten. Im Rahmen zweier interner Projekte wurde daher die Wellenmessung mit Laserscan und Video intensiv untersucht und weiterentwickelt.

Die Einsatzmöglichkeiten von Laserscannern wurden mit den beiden am FZK verfügbaren Scannern Faro Focus 3D (ein 3D-Laserscanner, der für den 2D-Modus konfiguriert wurde) und Sick LMS 291-S14 untersucht. Diese wurden nebeneinander unter dem Dach des Wellenkanals befestigt. Die Veränderung der Messposition während der Untersuchungen ermöglichte die Aufzeichnung unterschiedlicher Bereiche des Seegangs: vor der Brecherzone, in der Brecherzone und im Bereich des Wellenaufbaus. Variationen der Wellenparameter lieferten diverse Brechertypen von Schwallbrechern bis hin zu Reflexionsbrechern. Für die Auswertung

der von den Lasern ermittelten Messwerte wurde eine Vielzahl von Routinen in Matlab entwickelt. Damit können die Daten jetzt automatisch referenziert, gerastert, gefiltert, interpoliert und visualisiert werden. Auch für die weitere Analyse der Daten, um sie z.B. mit den Signalen von Wellenpegeln oder Wellenauflaufpegeln zu vergleichen, wurden einfach anzuwendende Routinen entwickelt. Die Ergebnisse sehen vielversprechend aus, so dass für Anwendungen mit brechenden Wellen und Wellenauflauf am FZK nun eine standardisierte Messmethodik zur Erfassung der zeitlichen Entwicklung des Wasserspiegelprofils zur Verfügung steht.

Das Wasserspiegelprofil lässt sich auch sehr gut an der Kanalwand beobachten. Bei weiß gestrichener Wand liefert das dunkle Wasser einen Kontrastunterschied, der ausreichend ist, um Videoaufzeichnungen dieses Bereichs durch automatische Bildbearbeitungsverfahren auswerten zu können. Hierfür wurden ebenfalls einfach verwendbare Funktionen in Matlab entwickelt, um die Kameras zu kalibrieren und die Bilddaten in das kartesische Koordinatensystem des GWK zu transformieren. Es wurden verschiedene Algorithmen zur automatischen Kantenermittlung getestet und angepasst, um die Wasseroberfläche automatisch aus den Videoaufzeichnungen zu extrahieren. Die entwickelte Methode wurde dann anhand von Versuchen mit regelmäßigen Wellen im GWK überprüft. Eine systematische Analyse der Anwendbarkeit sowie die Entwicklung von automatisierten Routinen konnte bislang allerdings noch nicht durchgeführt werden und verbleiben Aufgaben für die nahe Zukunft.

Wellenmessung mit Drucksonden

Neben der Entwicklung von Messmethoden wurden auch bereits vorhandene Messdaten weiter ausgewertet. Hierfür wurden Daten aus dem im Jahr 2013 durchgeführten Projekt SaltMarsh herangezogen, bei dem es vorrangig um die Bestimmung der Energiedissipation über Salzwiesen bei Sturmflutbedingungen ging. In der ersten Veröffentlichung des Projekts wurde bereits unter anderem die resultierende Energiedissipation über der 40 m langen Salzwiese vorgestellt, aber nicht wie sich die Dissipation innerhalb dieses Bereichs entwickelt. Direkte Messungen der Wasserspiegelauslenkung mit Drahtwellenpegeln wurden innerhalb des Feldes nur an drei Stellen vorgenommen. Eine Verdichtung der Messpunkte wurde zusätzlich mit sechs Druckmessungen an der Sohle erreicht. Basierend auf der linearen Wellentheorie wurden die Wasserspiegelauslenkungen aus den Druckmessungen ermittelt, mit den direkten Pegelmessungen kalibriert und empirische Formeln zur Beschreibung der Energiedissipation über der untersuchten Salzwiese aufgestellt. Für die Zielsetzung der Auswertung war diese Methode zwar ausreichend, aber es wurden auch die Anwendungsgrenzen der linearen Wellentheorie bei kurzperiodischen Wellen eindeutig nachgewiesen. Für zukünftige Auswertungen bzw. Versuche mit extrem kurzen Wellen sollte die Wellenmessung mit Drucksonden entsprechend kritisch betrachtet und verbessert werden. Daher werden wir uns diesem Thema weiter annehmen.

Im Laufe des Jahres wurden insgesamt sieben Forschungsanträge am FZK erarbeitet und eingereicht. Davon entstanden vier Anträge unter direkter Federführung des FZK, einer in direkter Zusammenarbeit mit dem Technion in Haifa, Israel und zwei weitere als Partner in einem EU-Verbundprojekt sowie in einem vorrangig nationalen Projekt aus Portugal.

FUMCoast – Mobilität von Munition im Meer

Die im Ersten und Zweiten Weltkrieg in Nord- und Ostsee verklappten Kampfmittel stellen mit einer geschätzten Gesamtmenge von 1,6 Mio. Tonnen alleine in den deutschen Gebieten ein latentes Risiko hinsichtlich einer Kontamination und der Sicherheit jeglicher Nutzung der Meere und Küsten (z.B. Fischerei, Offshore-Windenergie, Kabel- und Pipelineverlegung, Tourismus) dar. Das FZK hat sich daher der Thematik „Munition im Meer“ angenommen und im Rahmen der MWK-Ausschreibung „Küsten- und Meeresforschung in Niedersachsen“ einen Antrag für das Projekt eingereicht.

Das Projekt *FUMCoast* (Fate of Underwater Munitions in Coastal Areas) widmet sich insbesondere der Verlagerung, Versandung und Freispülung von Munitionskörpern am Meeresboden durch Wellen und Strömungen. Zusammen mit dem Franzius-Institut und der Forschungsstelle Küste des NLWKN soll durch Laborversuche und numerische Simulationen dieses bislang meist vernachlässigte Thema erforscht werden. *FUMCoast* wurde ausdrücklich vom Expertenkreis „Munition im Meer“ unter dem Dach des Bund/Länderausschuss Nord- und Ostsee (BLANO) unterstützt, aber dennoch kam Anfang 2016 leider die Nachricht, dass das Projekt nicht gefördert wird. Die generell positive Bewertung der Gutachterkommission stimmt

aber positiv mit einem verbesserten Antrag an anderer Stelle erfolgreich sein zu können und dieses Ziel wird zeitnah weiterverfolgt. Hierbei wird die Beteiligung des FZK an dem ZIM-Projektantrag *MUNITECT* für ein Kooperationsnetzwerk zur Entwicklung eines integrativen Munitions-Detektionssystems, der Ende des Jahres eingereicht wurde, sicherlich einen positiven Beitrag leisten können.

SeaArt – Natürliche Seegraswiesen durch künstliches Seegras

Seegraswiesen sind bedeutende Ökosysteme, die unter anderem im Küstenschutz durch Wellendämpfung und Sedimentstabilisierung zahlreiche Ökosystemdienstleistungen erbringen. Obwohl die Dienstleistungen von Seegraswiesen erkannt wurden, sind diese Ökosysteme durch anthropogenen Druck stark gefährdet. Daraus resultiert, dass in den letzten Jahrzehnten ein globaler Rückgang beobachtet werden konnte. Wiederansiedlung von Seegras gestaltet sich jedoch problematisch, da ohne Seegrasbewuchs hydrodynamische Energie und Trübung steigen und damit Seegraswachstum verhindert wird. Um diese Feedback-Schleife zu durchbrechen wurde das Projekt *SeaArt* (Longterm establishment of SEAgrass ecosystems through biodegradable ARTificial meadows) im Rahmen der MWK-Ausschreibung „Küsten- und Meeresforschung in Niedersachsen“ beantragt.

In Zusammenarbeit zwischen dem FZK, dem Institut für Biokunststoffe und Bioverbundstoffe der Hochschule Hannover, dem Franzius-Institut der Leibniz Universität Hannover, dem Institut für Geoökologie der Technischen Universität Braunschweig, dem Niederländischen Institut für Meeresfor-

schung und der Soiltec GmbH soll künstliches Seegrass (artificial seagrass, ASG) entwickelt werden, das optisch dem natürlichen Seegrass ähnelt, wichtige Ökosystem-Ingenieurleistungen der echten Pflanzen nachahmt und somit gute Anwuchsbedingungen für transplantierte Seegräser herstellt. Eine Schlüsselrolle in dem Projekt kommt dabei der Materialauswahl für das ASG zu: Es werden ausschließlich bioabbaubare Materialien verwendet, damit keine möglicherweise schädlichen Substanzen in das System eingebracht werden und auch keine künstlichen Strukturen langfristig im System erhalten bleiben. Das Ziel dieser Methode ist es, langfristig eine rein natürliche Seegrasswiese zu etablieren; und zwar ohne die Notwendigkeit ursprüngliche Strukturen im Nachhinein zu entfernen, da diese sich mit der Zeit auflösen.

Es wird angestrebt, im Laufe des Projekts einen Prototypen zu entwickeln, dessen Leistungsfähigkeit und Stabilität unter kontrollierten Extrembedingungen im GWK überprüft werden. Positive Stabilitätstests sollen schließlich die Basis für ein Folgeprojekt bilden, in dem die entwickelten ASG erstmalig zur Seegrass-Transplantation in einer Pilot-Studie verwendet werden. Erfreulicherweise wurde das Projekt Anfang 2016 genehmigt und soll Mitte 2016 starten, so dass wir in Zukunft öfter über den aktuellen Stand und die neusten Erkenntnisse berichten können.

STENCIL – Strategien für nachhaltige Sandaufspülungen

Sandaufspülungen werden seit mehreren Jahrzehnten weltweit ausgeführt und werden heutzutage als routinemäßige Küsten-

schutzmaßnahme angesehen. Der aktuelle Paradigmenwechsel zu einem Integrierten Küstenzonenmanagement (IKZM) und einem ökosystembasierten Management-Ansatz (EAM) erfordern allerdings neue Konzepte, Modelle und Werkzeuge zur Umsetzung nachhaltiger und umweltfreundlicher Sandaufspülmaßnahmen. Dieser Herausforderung möchte sich das FZK annehmen und hat das Projekt *STENCIL* (Strategies and Tools for Environment-friendly Shore Nourishments as Climate Change Impact Low-Regret Measures) im Rahmen der BMBF-Ausschreibung „Küstenmeerforschung in Nord- und Ostsee“ beantragt.

Mit dem Projekt soll ein erster Schritt in Richtung des langfristigen Ziels der Etablierung eines IKZM und eines EAM für Sandaufspülungen gemacht werden, wobei der Fokus auf das deutsche Wattenmeer in vollem Einklang mit der „Wattenmeerstrategie 2100“ steht. Die Projektpartner FZK, Franzius-Institut, Leichtweiß-Institut, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen und Alfred-Wegener-Institut Sylt vereinen die Expertise von Küsteningenieuren, Geologen, Biologen und Toxikologen. Damit kann und soll ein entscheidender Beitrag zu verbesserten Werkzeugen und Methoden für die Vorhersage der Hydro- und Morphodynamik an der Küste sowie zur Abschätzung der Auswirkungen von Sandentnahme und -aufspülung auf benthische Habitate und Prädatoren geleistet werden. Durch Anwendung von Feldmessungen und Laborversuchen sowie konzeptioneller und numerischer Modelle sollen wertvolle Datensätze, verbesserte Vorhersagemethoden sowie Prozess- und Arbeitsablaufstudien für die Entwicklung operativer Beobachtungs- und Analyseverfahren für die Praxis entstehen. Schließlich soll gemeinsam mit den Küstenbehörden eine Strategie für die Planung und Überwachung zukünftiger Sandaufspülmaßnahmen sowie die notwen-

digen zukünftigen Forschungsaktivitäten hinsichtlich umweltfreundlicher Sandaufspülungen als „low-regret“-Maßnahmen unter Auswirkungen des Klimawandels erarbeitet werden. Eine Projektskizze wurde Ende Oktober eingereicht, so dass mit dem Ergebnis der Begutachtung wahrscheinlich im Frühjahr 2016 zu rechnen ist.

PaNSiWa – Parametrisierung schiffsinduzierter Wellenfelder

In den letzten 15 Jahren wurden vermehrt Schadensfälle an Buhnen, Leitwerken sowie Deckwerken der deutschen Seeschiffahrtsstraßen festgestellt. Die Untersuchungen dieser Schäden haben gezeigt, dass die derzeit für die Bemessung der Deckschichten an Strombauwerken in Seeschiffahrtsstraßen bislang verwendeten Ansätze, die für die Belastung der Deckschichten durch Windwellen entwickelt wurden, nicht ausreichend sind, um die zunehmenden Belastungen durch schiffserzeugte Wellen zu berücksichtigen. Im Rahmen eines im Frühjahr 2015 bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) eingereichten Forschungsantrags sollen daher wissenschaftliche Grundlagen für die Parametrisierung schiffsinduzierter 3D-Wellenfelder erarbeitet werden.

Das Projekt PaNSiWa (Parameterisation of Nonlinear Ship-induced 3D Wave fields) knüpft an ein BAW-internes Verbundprojekt an, das seit 2011 durch die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW, Dienststelle Hamburg), dem Leichtweiß-Institut der TU Braunschweig und dem Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen bearbeitet wird. Mit der Implementierung sowohl einer nichtlinearen Fourier-Transformation (3D-NLFT) für die nichtlineare Analyse im Frequenz-

bereich als auch einer Hilbert-Huang-Transformation (3D-HHT) für die nichtlineare und instationäre Analyse im Zeit-Frequenz-Bereich werden gezielt die nichtlinearen und instationären Eigenschaften der komplexen räumlichen Schiffswellenfelder untersucht. Das Ziel des Projektes ist es, die für die Bemessung der Strombauwerke relevanten Parameter bereitzustellen, insbesondere auch unter Berücksichtigung der räumlichen Struktur der schiffsinduzierten Wellen.

Die Förderung des Projektes wurde durch die DFG trotz zweier sehr positiver Gutachten im Herbst 2015 abgelehnt. Jedoch wurde empfohlen, das Projekt noch einmal einzureichen. Dieser Empfehlung wird im Frühjahr 2016 gefolgt.

Universelles Wellenbrechkriterium

Brechende Wellen können enorme Kräfte auf Schiffe sowie Offshore- und Küstenstrukturen ausüben und spielen eine signifikante Rolle im Energiebudget eines Wellenfeldes. Daher ist das Verständnis der Physik des Wellenbrechens von großer Bedeutung für das Küsten- und Offshoreingenieurwesen sowie im Bereich der Ozeanographie und auch Meteorologie. Die genaue Bestimmung des Zeitpunkts und Orts wann und wo eine Welle bricht ist dabei eine grundlegende Voraussetzung, die allerdings bis heute nicht eindeutig gelöst werden konnte. Daher will sich das FZK zusammen mit dem Technion in Haifa, Israel, dieser Problematik widmen und hat ein Kooperationsprojekt mit dem Titel „In search of universal water waves breaking criteria aided by the development of a phase-time based method for detection of breaking events“ bei der German Israeli Foundation (GIF) eingereicht.

Die Suche nach dem universellen Brechkriterium startet natürlich nicht bei null, sondern baut auf jüngsten am Technion gemachten Fortschritten hinsichtlich eines kinematischen Kriteriums auf, bei dem das Brechen der Welle über das Verhältnis der Wasserpartikelgeschwindigkeiten zur Wellenfortschrittsgeschwindigkeit definiert ist. Neben dem kinematischen Kriterium soll auch die sogenannte „Phase-Time-Method“ (PTM) weiterentwickelt werden, die auf Messungen der Wasserspiegelauslenkung basiert. Dabei werden die Zeitreihen der Wellen über eine Hilberttransformation in zeitabhängige Frequenzen und Amplituden umgewandelt und auf dieser Grundlage der Brechpunkt bestimmt. Für die Weiterentwicklung beider Methoden werden umfangreiche Daten benötigt, so dass im Rahmen des Projekts zahlreiche Versuche im GWK sowie im Wind-Wellen-Kanal am Technion vorgesehen sind. Der Projektantrag wurde Ende Oktober eingereicht und das Ergebnis der Begutachtung wird im Sommer 2016 erwartet.

CORMAIN – Sicherung mariner Infrastrukturen gegen Naturkatastrophen

Das FZK war als einer von 17 Partnern an der Antragstellung für das EU-Projekt CORMAIN (Development of Guidelines and Methods for Upgrading the Existing Standards and Codes for Disaster Resiliency of Vulnerable and Strategic Marine Infrastructures) beteiligt, bei dem es um eine sicherere Bemessung kritischer mariner Infrastrukturen geht. Das FZK will sich im Rahmen des Projekts auf Caisson-Bauwerke konzentrieren und vor allem die Wellen-Boden-Struktur-Interaktion genauer betrachten, um hieraus Versagensmechanismen ableiten zu können

und die bestehenden Bemessungsrichtlinien und -standards zu überarbeiten. Hierzu ist eine umfangreiche Messkampagne im GWK geplant, um basierend auf den Ergebnissen bestehende numerische Modelle zu verbessern bzw. neue Modelle zu entwickeln. Im Januar 2016 wurde das Projekt leider abgelehnt. Der Projektkoordinator von der Technischen Universität Istanbul sieht jedoch gute Chancen den Antrag zu verbessern und im Rahmen eines zukünftigen Calls erneut einzureichen.

T-Morph – Morphologische Auswirkung von Tsunamis auf sandige Küsten

Ende Januar 2015 wurde ein Antrag für das Projekt T-Morph (Tsunami-induced morphodynamic changes in sandy coasts) unter Federführung der Universität Lissabon beim portugiesischen Wissenschaftsministerium eingereicht. Ziel des Projekts ist es, die durch Tsunamis verursachten morphologischen Veränderungen an sandigen Küsten besser zu verstehen und abschätzen zu können. Dabei sind Laborversuche und numerische Simulationen geplant, auf deren Basis am Ende ein konzeptionelles Modell entstehen soll. Versuche im GWK spielen dabei eine zentrale Rolle, um die hydro- und morphodynamischen Prozesse genau analysieren zu können und genaue Daten für die Entwicklung der numerischen Modelle zur Verfügung zu stellen. Leider kam im Sommer die Nachricht, dass das Projekt trotz einer guten Gesamtbewertung mit nur wenigen Schwächen nicht gefördert wird. Seitens des Projektleiters besteht aber die Absicht die GWK-Versuche als Transnational-Access-Projekt im Rahmen von *HYDRALAB+* zu beantragen.

Geplante Erweiterung des GWK

Obwohl der GWK bereits seit über 30 Jahren in Betrieb ist, zählt er mit etwa 300 m Länge, 5 m Breite, 7 m Tiefe und generierbaren Wellenhöhen von über 2 m nach wie vor zu den weltweit größten und bedeutendsten Forschungseinrichtungen im Offshore- und Küsteningenieurwesen. Die hochkomplexen hydrodynamischen Vorgänge brechender Wellen, der wellen- und strömungsinduzierte Transport von Sedimenten oder die immer mehr an Bedeutung gewinnende Interaktion zwischen Wellen, Pflanzen und Boden werden auf absehbare Zeit weder zuverlässig analytisch noch numerisch durch Computersimulationen beschrieben werden können und bedingen die Durchführung großmaßstäblicher Versuche bis hin zum Naturmaßstab. Die Wichtigkeit und Notwendigkeit solcher Versuche wird durch die Errichtung neuer großer Wellenkanäle weltweit bestätigt. So wurden beispielsweise 2015 von Deltares in den Niederlanden der neue Delta Flume (Länge: 300 m, Breite: 5 m, Tiefe: 9,5 m, max. Wellenhöhe: 3,5 m) und 2014 vom Tianjin Institute for Water Transport Engineering (TIWTE) in China der Large Hydrodynamic Flume (Länge: 450 m, Breite: 5 m, Tiefe: 8 m, max. Wellenhöhe: 3,5 m) in Betrieb genommen.

Um den zukünftigen Anforderungen gerecht werden zu können und die bereits vorhandene national und international herausragende Position des FZK im Offshore- und Küsteningenieurwesen weiter auszubauen und somit mittelfristig den Standort Niedersachsen als weltweit führendes Zentrum in der Spitzenforschung auf diesem Gebiet zu stärken, bestehen am FZK schon länger Überlegungen zu einer Erweiterung des GWK. Hierdurch soll im Rahmen der internationalen Entwicklungen langfristig die Wettbewerbsfähigkeit

gesichert bzw. durch innovative Maßnahmen und Vorhaben sogar weltweit wieder die führende Rolle übernommen werden. Die Erweiterung des GWK umfasst drei sich gegenseitig ergänzende, infrastrukturelle Maßnahmen: (i) Erweiterung der Wellenmaschine, (ii) Erzeugung von Strömungen, (iii) Einbau eines Tiefteils, die im Folgenden kurz umrissen werden.

Die Erweiterung der Wellenmaschine sieht insbesondere eine Verdopplung des Hubs von derzeit 4 m auf 8 m vor, wobei gleichzeitig der momentan installierte öldruckantrieb durch leistungsstärkere und präziser steuerbare elektrische Servomotoren ersetzt werden soll. Hierdurch können nicht nur höhere Wellen, sondern vor allem auch längere Wellen erzeugt werden, die in einer ähnlichen Größenordnung wie die der meisten nach dem GWK neu errichteten Wellenkanälen liegen und Versuche in noch größerem Maßstab als bisher ermöglichen. Darüber hinaus erschließen sich auch völlig neue Forschungsthemen, wie beispielsweise die Erzeugung geophysikalisch korrekt skaliertes Tsunamis in vergleichsweise großem Maßstab oder die Untersuchung der Auswirkung von Schiffswellen an Uferböschungen und Deckwerken.

Die Strömungseinrichtung soll die Erzeugung gleichförmiger Strömungen mit und ohne Wellenüberlagerung erlauben und stellt im Vergleich zu nahezu allen anderen Kanälen derselben Größenordnung ein Alleinstellungsmerkmal dar, das die Untersuchungsmöglichkeiten am GWK signifikant verbessert. Beispielsweise kann somit der Einfluss der Tideströmung bzw. der Kombination aus Wellen und Tide auf die Kolkbildung und die Stabilität von Kolk Schutzmaßnahmen um Fundamente von Offshore-Windenergieanlagen erstmalig in einem großen Maßstab untersucht werden. Weiterhin sind weltweit einzigartige Grund-

lagenexperimente im Bereich des Sedimenttransports oder das Testen von Anlagen zur Nutzung der Tideströmungsenergie unter kontrollierten naturnahen Randbedingungen (in Analogie zu einem großmaßstäblichen Windkanal) möglich. Die Strömung soll im mittleren Teil des Wellenkanals über eine Strecke von etwa 150 m erzeugt werden, sich wahlweise mit oder entgegen der Wellenausbreitungsrichtung fortbewegen und bis zu einem maximalen Durchfluss von 12,5 m³/s geregelt werden können. Hiermit kann bei einem maximalen Wasserstand im GWK von 5 m eine Strömungsgeschwindigkeit von 0,5 m/s erreicht werden.

Auch ein Tiefteil ist in großen Wellenkanälen nach wie vor selten, obwohl hiermit zahlreiche Vorteile verbunden sind. Somit erlaubt ein Tiefteil einen ebenerdigen Einbau des Bodens und eröffnet damit völlig neue Versuchsmöglichkeiten in größeren Maßstäben als bisher für alle Versuche in denen die Interaktion zwischen Wellen und Strömungen mit dem Boden bzw. mit Strukturen oder Pflanzen und Boden von Bedeutung ist. Weiterhin können mit einem Tiefteil auch tiefgegründete Offshorebauwerke (Monopile, Tripod, Jacket) realistischer untersucht werden, da sie wie in der Natur eingebaut werden können und nicht mehr wie bislang künstlich befestigt werden müssen. Hierfür muss der Tiefteil allerdings eine ausreichende Tiefe aufweisen, während für die zuvor genannten Versuche eher die Länge von Bedeutung ist. Daher ist für den GWK ein gestaffelt konstruierter Tiefteil angedacht, d.h. ein flacherer Abschnitt über eine Länge von 40 m in dem ein tieferer Teil mit 8 m Länge und 10 m Tiefe integriert ist.

Bereits im Juni 2014 wurde eine Projektskizze zur Erweiterung des GWK beim Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) eingereicht und stieß dort auf äußerst positive Resonanz.

Im August 2015 wurde dann die „Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung von Innovation durch Hochschulen und Forschungseinrichtungen“ vom MWK veröffentlicht, die eine Förderung zum Aufbau und zur Erweiterung von Infrastrukturen der Spitzenforschung vorsieht. In einem Gespräch beim MWK im September stellte sich allerdings schnell heraus, dass die Erweiterung inhaltlich zwar hervorragend in das Programm passt, die Kosten aber zu hoch für das vorhandene Budget sind. Als Alternative wurde die Beantragung eines Forschungsbaus vorgeschlagen, die seitdem intensiv vorbereitet wird. Ziel ist es, im September 2016 eine Projektskizze einzureichen, deren Ausarbeitung uns das erste Halbjahr entsprechend stark beschäftigen wird. Wir hoffen im nächsten Jahr dann positiv über die weiteren Entwicklungen berichten zu können.

Verbesserung der Infrastruktur

Das FZK verfügt über eine große Palette an Messinstrumenten und spezieller Forschungsinfrastruktur. Diese Geräte sind die Voraussetzung für erfolgreiche Versuche und hochauflösende Daten, die zu bahnbrechenden Forschungsergebnissen führen. Wie die Forschung selbst, entwickeln sich auch Mess- und Anlagentechnik stetig weiter. Darum investiert das FZK kontinuierlich in neue Geräte und Technologien um weiterhin effizient arbeiten zu können und seinen Wissenschaftlern und Kunden eine ausgezeichnete Forschungsinfrastruktur zu bieten. Im Jahr 2015 wurden einige Wartungsarbeiten und Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt, um die Funktionsfähigkeit dieser Infrastruktur auch weiterhin aufrecht zu erhalten.

Wartungsarbeiten

Mit der Anschaffung des neuen Krans im Jahr 2013 wurde es notwendig, auch die Kranschienen zu überprüfen. Sie wurden neu ausgemessen, ausgerichtet und alle Schraubverbindungen überprüft.

Nicht nur an der technischen Infrastruktur wurde gearbeitet, auch an der Optik des Bürogebäudes. Das Treppenhaus und drei weitere Räume bekamen einen neuen Anstrich; in einem Büro wurde der löchrige Teppichboden durch einen neuen Linoleumbelag ersetzt.

Das viele Material, das sich im Laufe der vielen Jahre im laufenden Versuchsbetrieb angesammelt hatte, bedurfte dringend einer Umorganisation, sowohl auf dem Freigelände als auch auf den Lagerflächen in der Franzius-Halle. Nicht mehr benötigtes oder veraltetes Material wurde aussortiert und entsorgt. Alles andere wurde thematisch zusammengefasst und so gelagert, dass ein leichter Zugriff möglich ist. Im Zuge dieser Maßnahmen bekam auch das große Sanddepot eine Abdeckung. Die Folie, beschwert durch Geotextil und Spannseile, verhindert jetzt zuverlässig den Nachwuchs von Ackerschachtelhalm und Distel, die zuvor in mühsamer Arbeit entfernt werden mussten.

Feuchtigkeit und Licht ließen auch die Pflanzen im GWK wachsen, so dass sich an den Kanalwänden im Laufe der Zeit eine Algenschicht gebildet hat. Diese sieht nicht nur unschön aus, sondern greift auch langfristig den Beton an. Daher wurden die Algen mit einem Hochdruckreiniger, der an der Messbühne befestigt war, effektiv und kräfteschonend entfernt.

Instandhaltungsmaßnahmen

Schon kurz nach Fertigstellung des Wellenkanals im Jahr 1982 zeigten sich an der südlichen Seitenwand außen leichte Risse im Betonkörper an den Dehnungsfugen. Diese vergrößerten sich im Laufe der Zeit und deshalb entstand die Frage, ob diese Risse etwa den statischen Verbund zwischen den einzelnen Kanalsektionen beeinflussen. Das Problem wurde umfangreich mit Statikern und Betonspezialisten erörtert und Verformungsmessungen an den Kanalwänden wurden unter Wellenbelastung vorgenommen. Die Auswertung der Messergebnisse zeigt, dass Entwarnung gegeben werden kann. Die Risse haben fertigungstechnische Ursachen und keinen Einfluss auf die Funktionsfähigkeit und die Standsicherheit des Großen Wellenkanals. Deshalb ist es ausreichend, nur eine kosmetische Sanierung vorzunehmen, damit kein Wasser mehr in Risse eindringen kann.

Die Arbeit mit schweren Baumaschinen im Kanal zieht manchmal die Kanalwände in Mitleidenschaft. Wenn die „Kollisionsstellen“ die Beobachtungsfenster sind, führte das in der Vergangenheit schon zu dem einen oder anderen Sprung. Ein lädiertes Fenster wurde im Laufe der Zeit aber undicht, so dass es jetzt gegen ein neues ausgetauscht werden musste.

Erweiterung der Messtechnik

Im GWK werden mit Hilfe entsprechender Messinstrumente hauptsächlich Wasserbewegungen, Drücke und andere physikalische Parameter gemessen. Um die so gewonnenen zeitlich hochaufgelösten Messdaten zuverlässig erfassen und speichern zu können, wurde 2015 die Messwerterfassung des GWK entsprechend erweitert.

Mit der neuen am PCI-Bus des Computers angeschlossenen Messwerterfassung können jetzt auch hochfrequente Messungen durchgeführt werden. Die 64 Kanäle werden simultan mit einer maximalen Frequenz von 20 kHz aufgezeichnet. Für die Bedienung wurde am FZK eine eigene Software entwickelt. Sie ermöglicht eine effektive und nutzerfreundliche Datenaufzeichnung, unterstützt die Durchführung und Auswertung von Kalibrierungsmessungen sowie die Visualisierung und Analyse von Signalen in Echtzeit. Zusammen mit der bereits vorhandenen USB-Bus-basierten Messwerterfassung verfügt der GWK jetzt über ein flexibles und über einen zentralen Taktgeber komplett synchronisiertes System mit insgesamt 184 Kanälen.

Die Wellenpegel verrichten schon über viele Jahre zuverlässig ihre Arbeit. Jetzt wurden sie grundlegend überholt. Geschweißte Bögen aus Edelstahl ersetzen nun die korrosionsanfälligen Aluminiumfittings. Ebenso wurden die Anschlusskabel ersetzt und dabei auch noch die Kabelführung optimiert.

Um den Aufwand bei der Kalibrierung von Wellenpegeln zu reduzieren, wird der Wasserstand jetzt nicht mehr durch Beobachtung am Lattenpegel, sondern mit einer Genauigkeit von ± 2 mm von einer Druckmessdose erfasst. Das entsprechende Spannungssignal wird direkt in die Datenerfassung bei der Kalibrierungsmessung eingespeist und liefert so automatisch den Wasserstand für die Messung.

Bisher wurden von den Informationen, die die ADV-Strömungssonden von der Firma Nortek liefern, nur die Strömungsgeschwindigkeiten als analoges Spannungssignal in die Messwerterfassung eingespeist. Für eine detaillierte Auswertung sind jedoch auch Informationen über die Korrelation und das Signal-Rausch-Verhältnis des Signals wichtig.

Damit alle diese Informationen synchronisiert aufgezeichnet werden können, wurden die Sonden umgebaut. Bei einer Messung werden sie dann mit dem zentralen Taktgeber verbunden. Darüber hinaus wurden die Sonden im Wellenbecken des Franzius-Instituts bei konstanter Strömung systematisch untersucht. Alle Einstellparameter der Sonden wurden variiert, um im „Ernstfall“ dann die optimale Konfiguration einstellen zu können.

Öffentlichkeitsarbeit

Das FZK beteiligt sich an Informationsveranstaltungen für die breite Öffentlichkeit und richtet Veranstaltungen und Führungen für Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung aus. Darüber hinaus nutzen auch Film und Fernsehen den Großen Wellenkanal gerne, um beeindruckende Bilder von der Kraft des Wassers zu erhalten. Auf unserem Youtube-Kanal kann sich jeder Interessierte ebenfalls einen Eindruck von verschiedenen im GWK erzeugten Wellen und deren imposanter Gewalt verschaffen.

Führungen

Auf Nachfrage finden Besichtigungen des GWK statt, wodurch Privatgruppen, Schüler- und Studierendengruppen sowie Vertretern aus Wirtschaft und Politik ein Einblick in den Forschungsbetrieb am FZK gewährt wird. Im Berichtszeitraum wurde dieses Angebot insgesamt 27 Mal wahrgenommen, wobei unter anderem drei Kommissare des Niederländischen Königs und eine große koreanische Delegation zu Gast waren. Zusätzlich wurde das FZK gezielt von einzelnen internationalen Wissenschaftlern und Fachbesuchergruppen (z.B. aus Israel und Thailand) besucht, um sich über die Forschungsaktivitäten und -möglichkeiten zu informieren.

Das FZK in den Medien

Im vergangenen Jahr wurde das FZK von der Redaktion und von Filmteams des NDR besucht, um sich über die aktuelle Forschung zu informieren. Als Ergebnis dieser Besuche wurde mehrfach im NDR über die Arbeit des FZK berichtet:

In der Sendung Hallo Niedersachsen am 23.02.2015 wurde in einem Filmbeitrag gezeigt, dass im FZK daran geforscht wird, wie man aus Wellen Energie gewinnt oder wie man unsere Küsten schützen kann.

Im Februar fanden Filmaufnahmen durch den NDR am FZK statt. Danach ging es im Nordseereport am 23.03.15 im NDR Fernsehen nicht nur um Wind. Ab Minute 27 wird erklärt wie wir im GWK Wellen erzeugen und damit Spitzenforschung betreiben:

Im April war die Redaktion des NDR zu Besuch am FZK und berichtete anschließend auf der NDR-Webseite, wie am FZK die Energiegewinnung aus Wellen untersucht wird.

Die Links zu den einzelnen Berichten sind auf der Webseite des FZK unter der Rubrik *Aktuelle Meldungen* zu finden: www.fzk-nth.de/meldungen.html

10. FZK Kolloquium

Das 10. FZK-Kolloquium im Februar 2015 stand unter dem Thema „Klimafolgen & Küstenschutz – Risiken und Anpassungsstrategien“. 120 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Wissenschaft, Behörden und Politik folgten der Einladung des FZK und diskutierten aktuelle Forschungsprojekte, Küstenschutzpraktiken und -strategien sowie die EU-politisch vorgegebenen Rahmenbedingungen zur Gestaltung und Umsetzung eines

nachhaltigen Küstenschutzes unter Berücksichtigung des Klimawandels.

Denn auch wenn der Küstenschutz in Deutschland eine lange Tradition hat, dessen hohes Niveau nicht zuletzt während des großen Sturmtiefs „Xaver“ Ende 2013 erfolgreich unter Beweis gestellt werden konnte, gibt es noch großen Forschungsbedarf. Die beobachteten massiven Dünenabbrüche sowie ein generell starker Abtrag der sandigen Küsten verdeutlichen beispielhaft den noch vorhandenen Optimierungsbedarf des Küstenschutzes aus heutiger Sicht. Gleichzeitig wird der Küstenschutz durch die notwendige Anpassung an den Klimawandel sowie die zunehmend geforderten Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung vor neue Herausforderungen gestellt, die nur durch gezielte Forschungsarbeiten zu bewältigen sind. Die Vortragspräsentationen stehen auf der Webseite des FZK zum Download bereit: www.fzk-nth.de/696.html

Positionspapier des Küsteningenieurwesens und Altonaer Erklärung

Die deutschen Professoren im Küsteningenieurwesen haben im Februar 2015 ein Positionspapier zu den Bedarfen und Innovationspotenzialen für die Küstenforschung verfasst, das im Rahmen des 10. FZK-Kolloquiums am 26. Februar 2015 vorgestellt und diskutiert wurde. Unterzeichner des Papiers sind die Universitätsprofessoren Peter Fröhle, Technische Universität Hamburg-Harburg, Jürgen Jensen, Universität Siegen, Hocine Oumeraci, Technische Universität Braunschweig, Holger Schüttrumpf, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen und Torsten Schlurmann, Leibniz Universität

Hannover. In dem Positionspapier wird eine stärkere Integration des Küsteningenieurwesens in der aktuellen Schwerpunktsetzung der Küsten-, Meeres- und Polarforschung der Bundesregierung gefordert. Konkret geht es darum, die aus dem Küsteningenieurwesen gewonnenen Forschungsergebnisse der letzten Jahrzehnte und aufgezeigten Bedarfe stärker zu berücksichtigen sowie die dargelegten Innovationspotenziale zu nutzen, wenn es um effektives und nachhaltiges Küstenmanagement geht.

Das Positionspapier kann auf unserer Webseite heruntergeladen werden:
www.fzk-nth.de/696.html

Auf dem Symposium „Küste 2025“ vom 15.-17. April 2015 in Hamburg-Altona initiierte das Konsortium Deutsche Meeresforschung (KDM) die Erstellung einer gemeinsamen Erklärung zu zukünftigen Forschungsbedarfen in der Küstenforschung mit Teilnehmern aus Wissenschaft, Vertretern von Behörden und Ämtern sowie mit Zuwendungsgebern. Dieser Erklärung ging ein rund zweijähriger Diskussionsprozess mit verschiedenen Interessensgruppen voraus, der im Symposium seinen Höhepunkt fand. Im Anschluss an das Symposium erfolgte dann nochmals ein dreimonatiger Konsultationsprozess, der mit dem endgültigen Beschluss der Altonaer Erklärung durch die KDM-Strategiegruppe Küste am 02. Juli 2015 abschloss. Am 06. Oktober 2015 wurde die Altonaer Erklärung im Rahmen eines Empfangs Vertretern des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) übergeben, bei dem auch Vertreter des Küsteningenieurwesens anwesend waren. Die Altonaer Erklärung steht auf der Webseite des KDM zum Download bereit:
www.deutsche-meeresforschung.de/de/altona

Soziale Netzwerke

Das FZK ist auch in den sozialen Medien aktiv, um auf aktuelle Termine und Veranstaltungen hinzuweisen sowie über aktuelle Forschungsprojekte und -ergebnisse zu informieren. Wir laden sie herzlich ein, sich über folgende Kanäle über die Aktivitäten des FZK zu informieren.

Youtube



Der Youtube-Kanal des FZK zeigt eindrucksvolle Videos von verschiedenen Modellversuchen im GWK, z.B. die Generierung von fokussierten Wellenpaketen, die Druckschlagbelastungen von Pfahlbauwerken, Pfahlgruppen und senkrechten Wänden oder den Wellenaufbau auf ein Deckwerksmodell:
<https://www.youtube.com/channel/UCTDJ22goH7t52vwMP2QcZg>

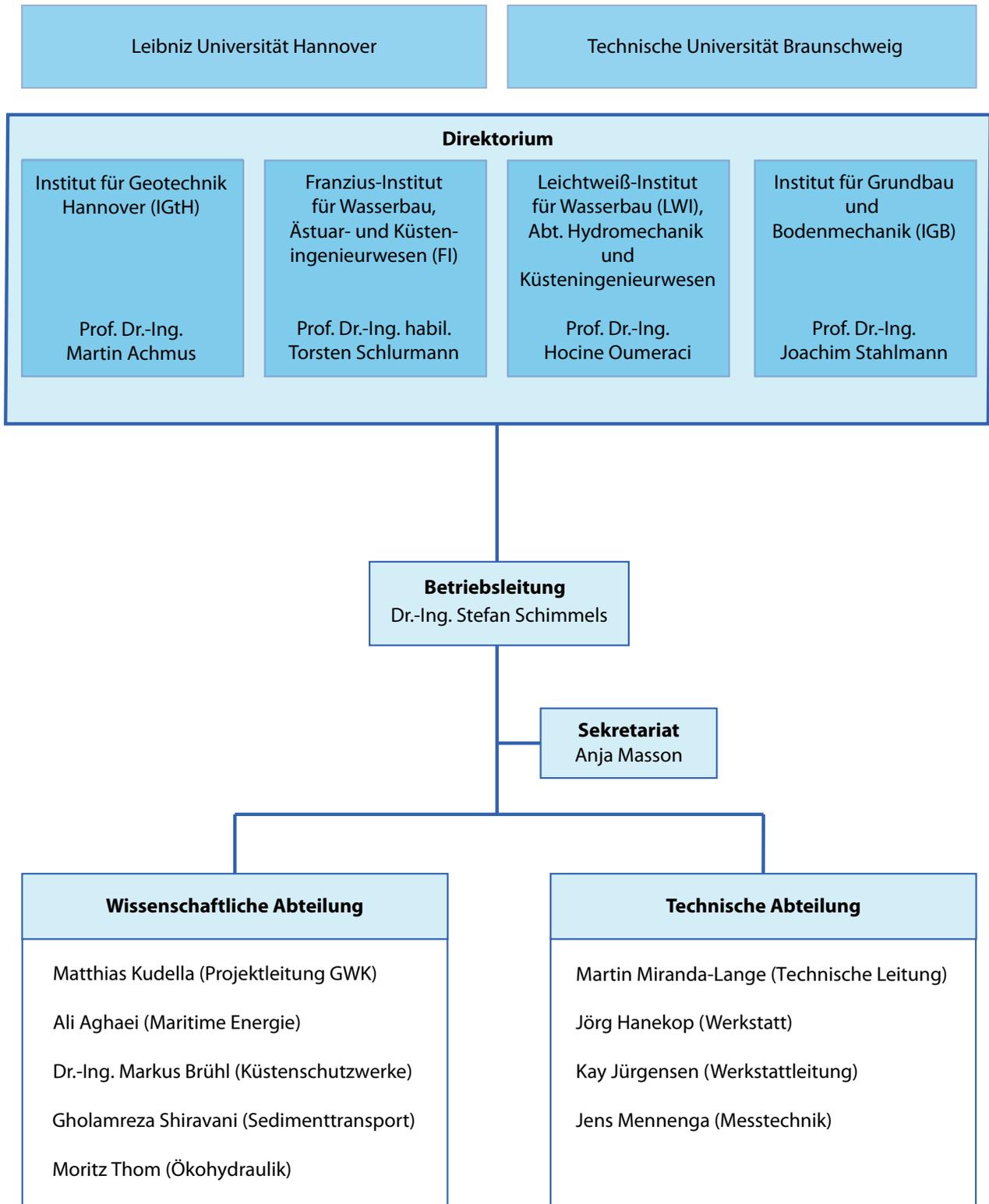
XING und LinkedIn



Über die Profile bei XING und LinkedIn informiert das FZK über aktuelle Termine, Veranstaltungen und Projekte am FZK. Während XING eher von deutschsprachigen Nutzern verwendet wird, wird über LinkedIn das internationale Fachpublikum angesprochen:
<https://www.xing.com/companies/forschungszentrumkueste>

<https://www.linkedin.com/company/forschungszentrum-kueste>

Organigramm des FZK



Stand: 01.01.2016

Publikationen

Paul, M. (2015): Let's get physical - Wave attenuation by vegetation. International Workshop on Coastal Ecosystem Services at the Land-Sea Interface, Kiel

Paul, M.; Gillis, L.G. (2015): Do surrogates tell the true story? - A comparison of wave attenuation for natural and artificial seagrass. E-proceedings of the 36th IAHR World Congress, The Hague, the Netherlands

Paul, M.; Gillis, L.G. (2015): Let it flow: how does an underlying current affect wave propagation over a natural seagrass meadow?. Marine Ecology Progress Series 523, 57-70
DOI: 10.3354/meps11162

Paul, M.; Rupprecht, F.; Möller, I.; Bouma, T.; Spencer, T.; Kudella, M.; Wolters, G.; van Wesenbeeck, B.; Jensen, K.; Miranda-Lange, M.; Schimmels, S. (2015): Plant stiffness and biomass as drivers for drag forces under extreme wave loading: a flume study on mimics. Coastal Engineering, submitted

Rupprecht, F.; Möller, I.; Paul, M.; Kudella, M.; Spencer, T.; van Wesenbeeck, B.; Wolters, G.; Jensen, K.; Bouma, T.J.; Miranda-Lange, M.; Schimmels, S. (2015): Vegetation-wave interactions in salt marshes under storm surge conditions. Ecological Engineering, submitted

Schimmels, S.; Sriram, V.; Didenkulova, I. (2015). Tsunami generation in a large scale experimental facility. Coastal Engineering, accepted for publication.

Spencer, T.; Möller, I.; Rupprecht, F.; Bouma, T.J.; van Wesenbeeck, B.K.; Kudella, M.; Paul, M.; Jensen, K.; Wolters, G.; Miranda-Lange, M.; Schimmels, S. (2015): Salt marsh transplant surface response to true-to-scale simulated storm surges. Earth Surface Processes and Landforms, submitted

Sriram, V.; Didenkulova, I.; Sergeeva, A.; Schimmels, S. (2015). Tsunami evolution and run-up in a large scale experimental facility. Coastal Engineering, accepted for publication.

Sriram, V.; Schlurmann, T.; Schimmels, S. (2015). Focused wave evolution using linear and second order wavemaker theory. Applied Ocean Research 53, 279-296. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apor.2015.09.007>

Thomas, Robert E.; McLelland, Stuart J.; Henry, Pierre-Yves T.; Paul, Maike; Eiff, Olivier; Evertsen, A.-J.; Aberle, Jochen; Teaca, A. (2015): Not all Laminaria digitata are the same! Phenotypic plasticity and the selection of appropriate surrogate macroalgae for ecohydraulic experimentation. Geophysical Research Abstracts Vol. 17 EGU General Assembly, Vienna.

Für Publikationen der Trägerinstitute wird auf die jeweiligen Webseiten verwiesen:

www.fzk-nth.de/partnerinstitute

