

# BAWAktuell

Das Infomagazin der Bundesanstalt für Wasserbau

1/2018



Im Fokus:  
Fische wandern  
im Modell

# Inhalt



14

**FORSCHUNG XPRESS**  
Schiffsführungssimulation  
der Revierfahrt



6

**IM FOKUS**  
Fische wandern im Modell



18

**IM GESPRÄCH MIT**  
Dr. Matthias Schmid,  
Leiter des Referats Stahlbau/Korrosionsschutz

4 NOTIZEN  
11 PANORAMA  
20 KALENDER

# Editorial

## BAW mit neuer Publikationsstrategie

Liebe Leserin, lieber Leser,

mit dieser Ausgabe präsentieren wir unser Infomagazin **BAWAktuell** in neuem Look. Seit dem Jahr 2010 erscheint dieses Magazin regelmäßig drei Mal im Jahr. Die Resonanz unserer Leser, dies sind vor allem unsere Kunden in der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, sowie unsere Partner in Ingenieurbüros, Unternehmen und Forschungseinrichtungen, ist durchweg positiv. Auch in den einschlägigen Ausschüssen des Deutschen Bundestages und ausgewählter Landtage wird **BAWAktuell** regelmäßig gelesen. Mit dem jetzigen Facelift tragen wir vor allem dem gewandelten gestalterischen Empfinden unserer Leser Rechnung. An der bewährten Struktur des Magazins nehmen wir dagegen nur wenige Änderungen vor.

Die Neugestaltung von **BAWAktuell** ist ein Ergebnis unserer kürzlich grundlegend überarbeiteten Publikationsstrategie. Ziel war es, alle unsere Publikationen auf den Prüfstand zu stellen: sie neu zu strukturieren, sie hinsichtlich der Zielgruppen zu überprüfen, sie gestalterisch zu überarbeiten sowie neue Publikationsformate zu etablieren.

Neu ist beispielsweise das Format „Forschung Xpress“, mit dem wir in kompakter Form und schneller Folge über unsere breit angelegten Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet des Verkehrswasserbaus informieren. Unsere Forschungsleistungen, die wir in den letzten Jahren deutlich ausweiten konnten, sind die wissenschaftliche Vorsorge, die wir heute treffen müssen, um auch morgen die hohe Qualität unserer wissenschaftsbasierten Beratungsleistungen zu sichern. Mit „Forschung Xpress“ haben wir ein Format entwickelt, das uns als Wissenschaftseinrichtung besser sichtbar macht. Die Ausgaben erscheinen mehrmals in der Woche in digitaler Form unter: [http://www.baw.de/DE/service\\_wissen/publikationen/forschung\\_xpress/forschung\\_xpress.html](http://www.baw.de/DE/service_wissen/publikationen/forschung_xpress/forschung_xpress.html).

Eine interessante Lektüre wünscht Ihnen

**Prof. Dr.-Ing. Christoph Heinzelmann**  
Leiter der Bundesanstalt für Wasserbau





## Auszeichnungen Für herausragende Leistungen

Mittels Modellversuchen, numerischen Berechnungen und Parameterstudien entwickelte Dr. Jörg Bauer eine Formel zur Berechnung des Seitendrucks auf Pfahlgründungen. Gleich zwei Preise durfte er für seine Dissertation „Seitendruck auf Pfahlgründungen in bindigen Böden infolge quer zur Pfahlachse wirkender Bodenverschiebungen“ in Empfang nehmen: den Leopold-Müller-Preis der Österreichischen Gesellschaft für Geomechanik und den Wissenschaftspreis der Vereinigung der Absolventen und Förderer des Bauingenieur- und Umweltingenieurwesens an der Universität Kassel.

Auch die weiblichen Ingenieure ließen aufhorchen. Die Hafentechnischen Gesellschaft (HTG) ehrte Julia Benndorf für ihre Masterarbeit „Numerical simulation and analysis of particle-fluid flow with Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH)“ mit dem HTG-Förderpreis. Bei der SPH-Methode werden Fluide durch einzelne, mitbewegte Partikel diskretisiert und nicht anhand eines Gitters. Die Absolventin der Leibniz-Universität Hannover näherte sich mit ihrer Arbeit der Frage an, ob und wie das komplexe Phänomen des Sedimenttransports mit dieser Methode darstellbar ist.

Das Thema Sedimenttransport beschäftigte auch Michael Akstaller, den die Oemke + Herbert Planungsgesellschaft im Bauwesen mbH für seine Versuche zur „Beeinflussung des Sedimenttransports durch Lenkbuhnen“ mit dem Karl-Rieger-Preis ausgezeichnete. In seiner Bachelorarbeit untersuchte der einstige Student der Technischen Hochschule Nürnberg experimentell, wie Lenkbuhnen den Transport des Sandes quer zur Fließrichtung des Wassers verändern und es ermöglichen, Wasserstraßen ohne Ausbaggerung freizuhalten.



oben: Preisverleihung an Julia Benndorf  
(Quelle: Thomas Hauss)

links: Preisverleihung an Dr. Jörg Bauer  
(Quelle: Österreichische Gesellschaft für Geomechanik)

rechts: Preisverleihung an Michael Akstaller  
(Quelle: Melanie Scheller)

Geotechnik

## Neu: BAWMerkblatt Homogenbereiche (MEH)

Gemäß den technischen Vertragsbedingungen der VOB, Teil C ist für den Bauvertrag der Baugrund in Homogenbereiche einzuteilen. Ein Homogenbereich ist nach VOB/C ein begrenzter Bereich, der für die Geräte und Verfahrenstechnik des jeweiligen Bauverfahrens vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die VOB selbst enthält keine Kriterien, anhand derer die Einteilung erfolgen kann. Als Hilfestellung hat die BAW daher das Merkblatt „Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche nach VOB/C (MEH)“ erstellt. Auf einem BAWKolloquium am 30. Januar 2018 in Hannover wurde das Merkblatt vorgestellt. Über 180 Teilnehmer erhielten wichtige Informationen zu geotechnischen, planerischen, vertragsrechtlichen und baubetrieblichen Aspekten der Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche.

(jan.kayser@baw.de)



Wasserbau im Binnenbereich

## Leitung TELEMAC- MASCARET Konsortium



Das open source Software Paket Telemac (opentelemac.org) zur Berechnung von Strömungen mit freier Oberfläche kommt weltweit zum Einsatz. Es wird von der BAW mitentwickelt und im Flussbau als Standardsoftware eingesetzt. Die Software wird von sechs europäischen Instituten (Artelia, BAW, Cerfacs, Cetmef, EDF, HRW) durch das sogenannte TELEMAC-MASCARET Konsortium betreut, dessen zweijährlich wechselnde Leitung derzeit von Frau Dr.-Ing. Rebekka Kopmann wahrgenommen wird.

(rebekka.kopmann@baw.de)



Wasserbau im Binnenbereich

# Fische wandern im Modell

Seit Jahrhunderten werden Stauanlagen zur Energieerzeugung, zur Schiffbarmachung von Flüssen, zur Verbesserung des Schutzes vor Hochwasser und zum Zweck der Speicherung von Trink- und Betriebswasser errichtet. Dies führte im Zusammenspiel mit der Zerstörung von Laichgewässern sowie Überfischung und Wasserverschmutzung zu einem dramatischen Rückgang der Fischbestände. Bei der Errichtung der meisten Stauanlagen an den Bundeswasserstraßen Main, Neckar und Mosel wurden Fischtreppe angelegt, um eine Wanderung flussaufwärts zu ermöglichen. Diese waren jedoch oftmals zu steil, zu klein oder zu weit von natürlichen Wanderrouten entfernt und wurden zudem nicht ausreichend gewartet, um einen bestandserhal-

tenden Fischeaufstieg zu gewährleisten. Die Entwicklungen des internationalen und nationalen Umweltrechts, die einem breiten gesellschaftlichen Bewusstseinswandel Rechnung trugen, führten ab den 1970er-Jahren sukzessive zu einer Verbesserung der Wasserqualität. Ein umweltpolitischer Meilenstein war die Verabschiedung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) durch das Europäische Parlament im Jahr 2000. Diese fordert die EU-Mitgliedstaaten auf, Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Bedingungen in heimischen Fließgewässern zu ergreifen. Ziel ist es, einen „guten ökologischen Zustand“ oder bei erheblich veränderten Gewässern ein sogenanntes „gutes ökologisches Potenzial“ zu erreichen.

**„Mit dem gewählten interdisziplinären Ansatz steht ein neues Werkzeug bereit, um die Wirkung der Strömung auf den Fisch besser zu verstehen und zu nutzen.“**

Um die Ziele der WRRL in Bezug auf die ökologische Durchgängigkeit zu erfüllen, muss die Durchgängigkeit an den Bundeswasserstraßen an ca. 250 Stauanlagen sichergestellt werden. Dies erfordert in den meisten Fällen den Bau einer neuen Fischaufstiegsanlage. Deren Funktionsfähigkeit und Effizienz soll für mehr als 60 heimische Fischarten gewährleistet werden, obwohl sich Eigenschaften wie Leistungsfähigkeit, Migrationsverhalten und Schwarmverhalten von Art zu Art stark unterscheiden können. Feldstudien zur Gewinnung der notwendigen Daten werden durch die natürliche Variabilität der Fischbestände und weiterer variabler

Einflussgrößen erschwert. Laboruntersuchungen sind in ihren Dimensionen begrenzt und werden durch die künstliche Umgebung beeinflusst. Eine alternative Möglichkeit für die Bewertung der Effizienz von Fischtreppen sind numerische Simulationsmethoden für die Hydraulik und das Verhalten von Fischen. Sie zielen auf eine quantitative Bewertung von baulichen Alternativen ab, wie sie in der Planungspraxis häufig benötigt wird. 2015 wurde in der BAW in enger Kooperation mit der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) ein Forschungsprojekt begonnen, um einen neuen Ansatz auf der Basis individueller Modellierung zu entwickeln.

**ELAM-Modell**

Individuenbasierte Modellierung ist eine junge Disziplin der Ökologie, die sich in den letzten Jahrzehnten entwickelt hat. Im Projekt wird sie genutzt, um das Verhalten virtueller Fische in einem numerischen Strömungsmodell abzubilden. Als Modellkonzept wurde die „Eulerian-Lagrangian-Agent“-Methode (ELAM) gewählt. Diese kombiniert numerische Strömungssimulationen in der Euler'schen Beschreibung und individuelle Bewegung und Transport in der Lagrange'schen Beschreibung mittels eines Verhaltensmodells (Agent). Das



Bild 2: Ermittlung von Verhaltensdaten in der Ethohydraulischen Rinne

Verhaltensmodell ist die mathematische Repräsentation eines Fisches (Bild 1). Beobachtete Verhaltensdaten von Bachforellen wurden analysiert, um typische Verhaltensmuster für die Entwicklung, Kalibrierung und Validierung des neuen Verhaltensmodells zu identifizieren. Sechs Verhaltensmuster wurden aus Bewegungsdaten von wilden Bachforellen in zwei Strömungsfeldern abgeleitet. Die Daten stammten aus einem weiteren Forschungsprojekt von BAW und BfG, das an der neuen ethohydraulischen Rinne in Karlsruhe (Bild 2) durchgeführt wurde. In diesen Untersuchungen wurde das Verhalten von Fischen unter bestimmten hydraulischen Bedingungen untersucht. Es wurden verschiedene hydraulische Situationen in der Rinne getestet, die sich unter anderem darin unterschieden, dass die Strömung durch die Existenz eines Schlitzes beeinflusst wurde oder nicht (Bild 3). Die dreidimensionalen Strömungsfelder wurden mit dem freien Programmpaket OpenFOAM® berechnet. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die Simulation der freien Wasseroberfläche und der Turbulenz gelegt.

Bild 1  
**ELAM-Methode: Ein Fisch (Agent) transportiert Informationen durch ein Strömungsfeld**

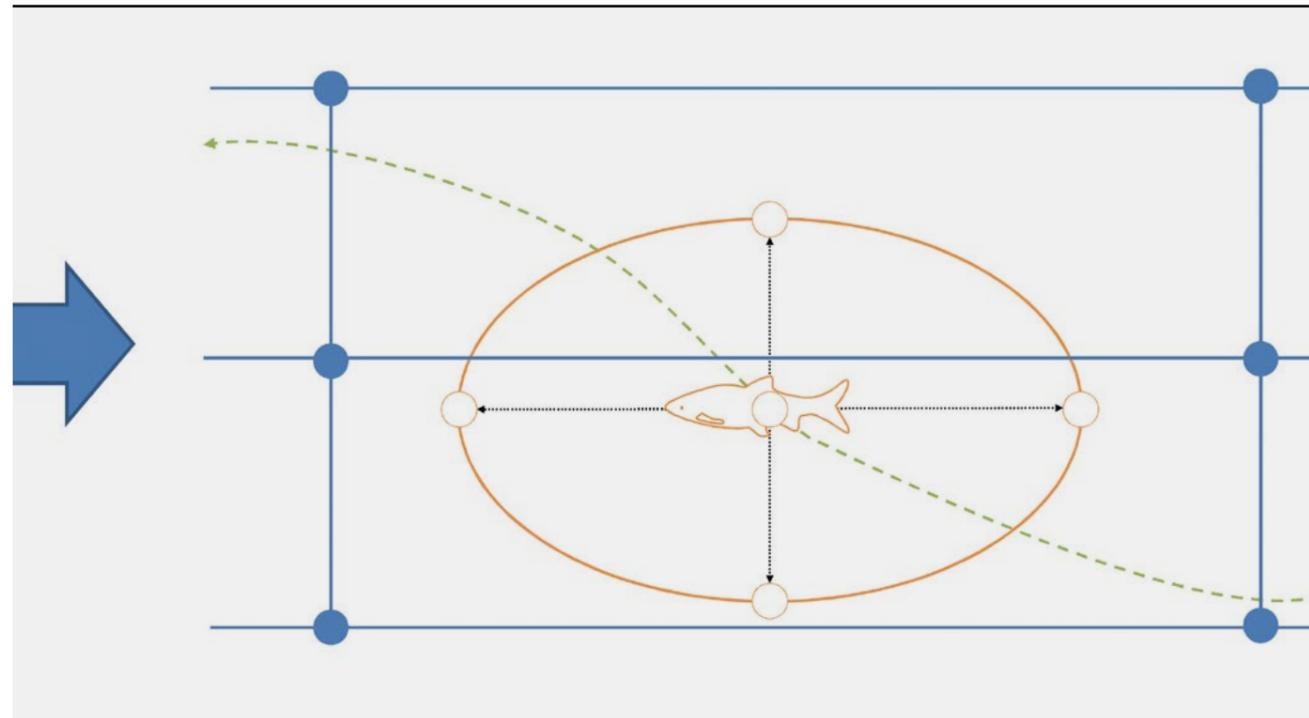
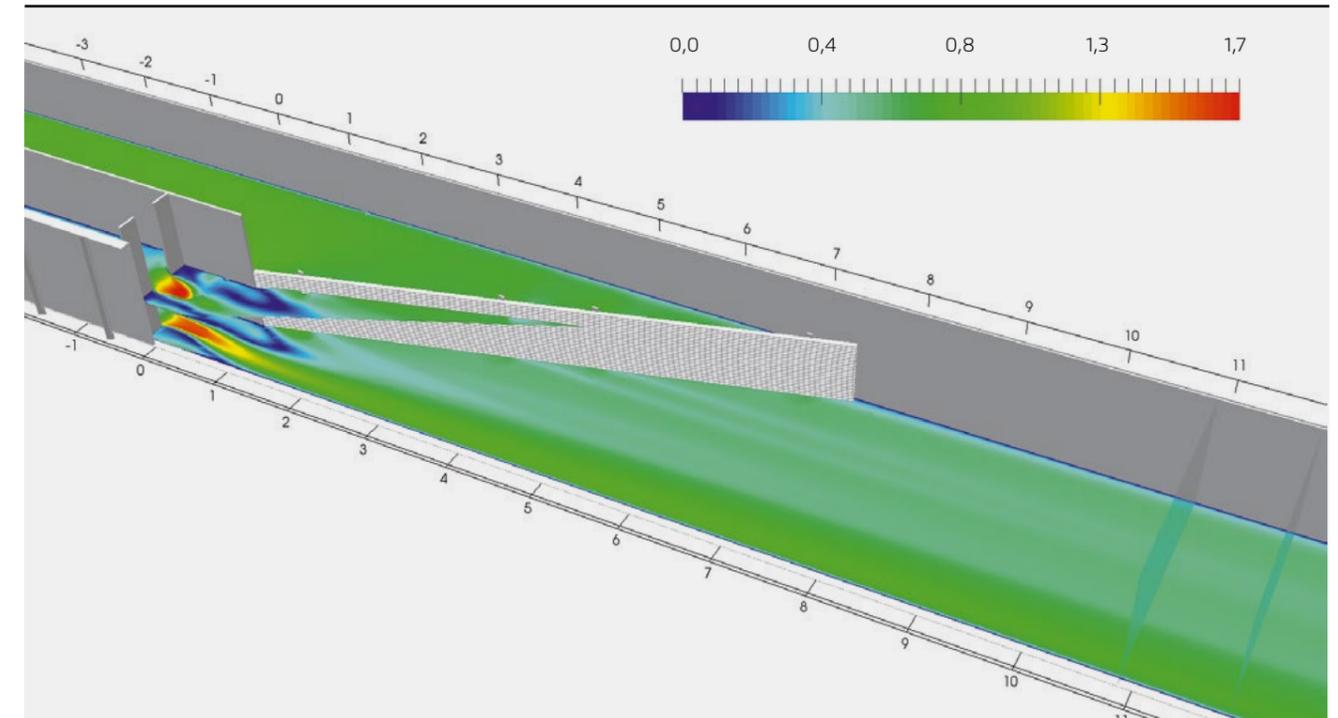


Bild 3  
**Strömungsmodell der Ethohydraulischen Rinne**



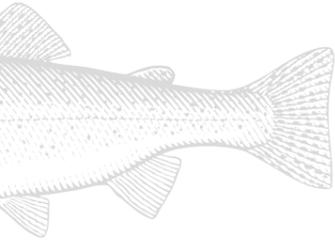
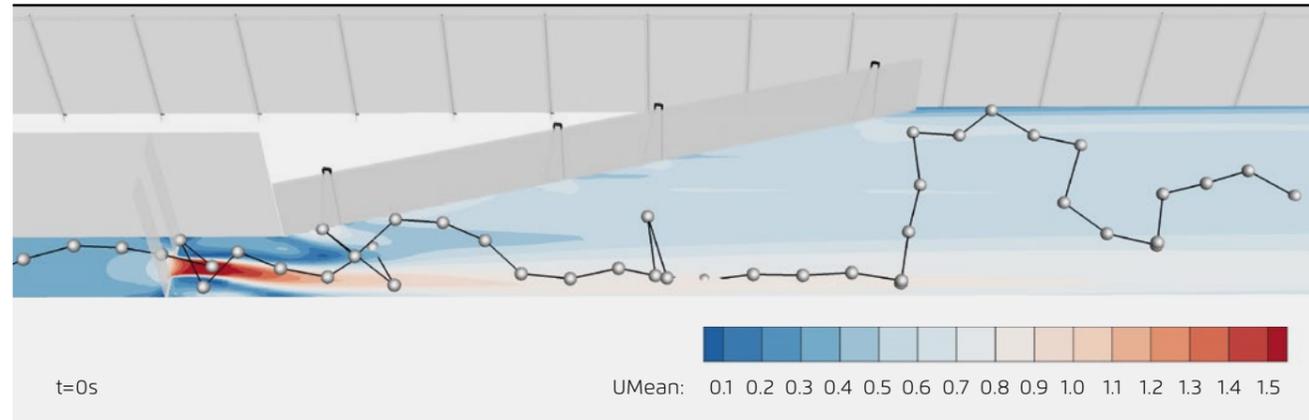


Bild 4  
Modellierter Schwimmpfad einer Bachforelle



Es wird angenommen, dass Migrationsverhalten stark von der Wahrnehmung des Strömungsfeldes geprägt ist. Andere Stimuli (z. B. visuelle oder akustische Wahrnehmung) wurden zur Vereinfachung des Modells ausgeklammert. Strömungsinformationen, die der Fisch mit seinem Seitenlinienorgan aufnimmt, stehen unter allen Umgebungsbedingungen zur Verfügung und können in Strömungsmodellen durch viele verschiedene hydraulische Parameter modelliert werden, beispielsweise Geschwindigkeitsvektoren, Beschleunigung oder turbulente kinetische Energie. Die Parameter wurden vom diskreten numerischen Netz auf den Schwerpunkt des Fisches und sechs umliegende Sensorpunkte interpoliert, die die Wahrnehmung über das Seitenlinienorgan repräsentieren. Als Modellergebnis wurden Schwimmvektoren der Fische ausgegeben, die sich zu einem Pfad zusammensetzen ließen (Bild 4).

**Ergebnisse & Diskussion**

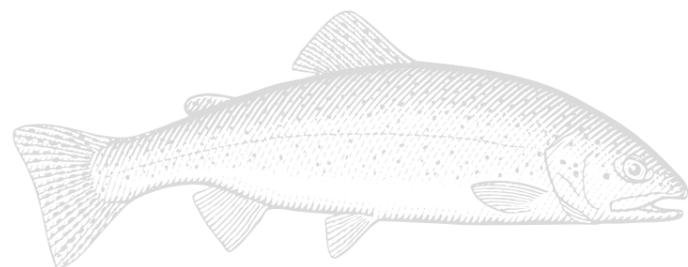
Das kalibrierte Modell konnte die sechs in der ethohydraulischen Rinne beobachteten Verhaltensmuster der Bachforellen im Strömungsfeld mit Schlitz erfolgreich reproduzieren. Eine Validierung anhand

des Strömungsfelds ohne Schlitz war bei fünf Mustern erfolgreich. Allein die Verzögerung im Schlitzbereich wurde noch nicht zufriedenstellend abgebildet.

Die Analyse der finalen Struktur des Verhaltensmodells kann Erklärungen für reales Verhalten liefern. Es liegt in der Natur eines Modells, dass die Erkenntnisse über die reale Welt indirekt sind. Es zeigte sich in den hier dargestellten Untersuchungen, dass die advective Beschleunigung ein funktionierender hydraulischer Stimulus für flussaufwärts wandernde Bachforellen ist. Diese Größe wurde bereits in früheren Publikationen zur Simulation von flussabwärts wandernden juvenilen Lachsen an Stauanlagen verwendet. Der durch die vertikale Tiefe angenäherte Stimulus Druck

war wichtig für die Reproduktion des beobachteten vertikalen Verhaltensmusters. Diese beiden Parameter sollen auch zukünftig weiter untersucht werden. Nach erfolgreichem Abschluss der hier dargestellten ersten Projektphase soll das Forschungsprojekt zusammen mit der BFG in den Bereichen Softwareentwicklung, Untersuchung weiterer Arten in der Rinne und Weiterentwicklung für Untersuchungen im Feld fortgesetzt werden. Mit dem gewählten interdisziplinären Ansatz steht ein neues Werkzeug bereit, um die Wirkung der Strömung auf den Fisch besser zu verstehen und zu nutzen.

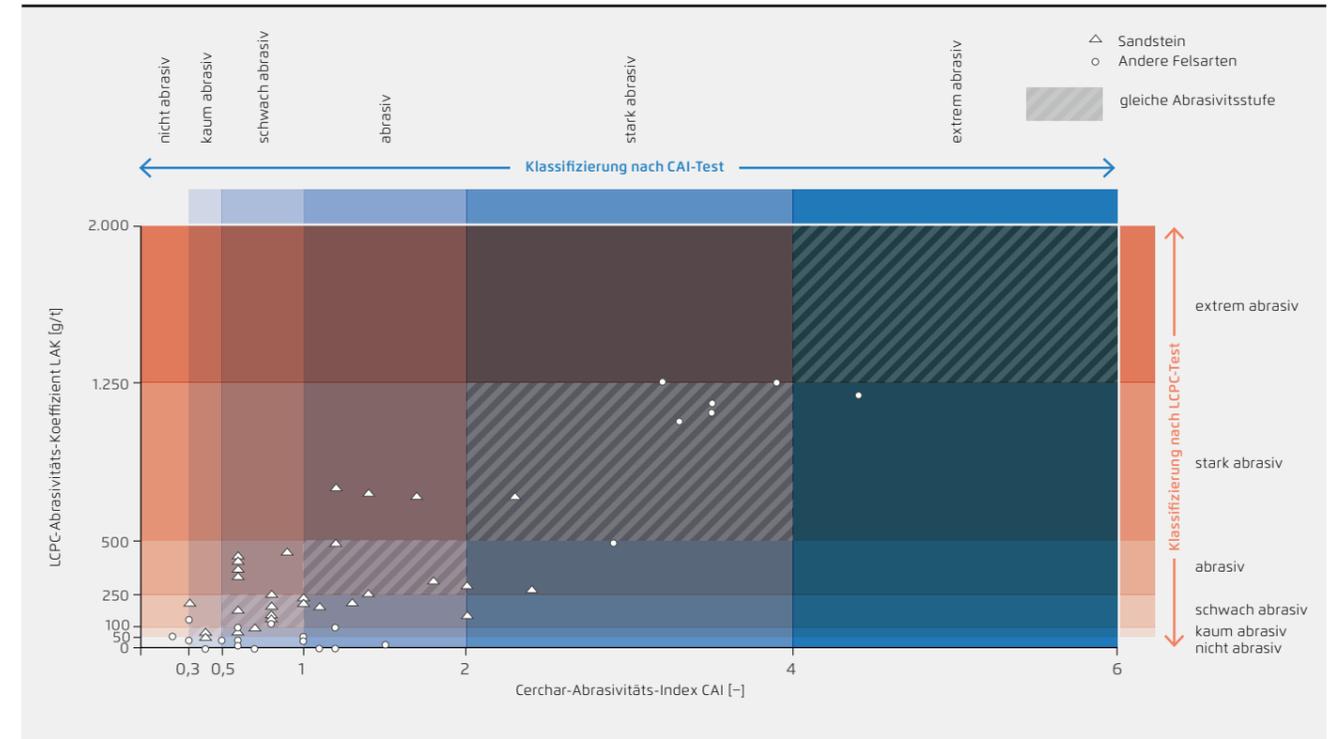
**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. D. Gisen  
(david.gisen@baw.de)



Geotechnik

# Abrasivität von Fels und Boden

Bild 1  
Korrelation von Versuchswerten der Felsproben aus dem Cerchar- und dem LCPC-Abrasivitätsversuch



Mit dem Begriff der Abrasivität werden in der Geotechnik Eigenschaften von Fels und Boden beschrieben, die einen Verschleiß an Werkzeugen hervorrufen und dadurch einen direkten Einfluss auf die Effektivität der eingesetzten Werkzeuge haben. Zur Bestimmung der Abrasivität von Fels stehen neben mineralogischen Untersuchungen zwei Laborversuche zur Verfügung. Beim Cerchar-Abrasivitätsversuch wird ein Stahlstift unter konstanter Auflast über eine Gesteinsprobe bewegt und aus dem Verschleiß der Stiftspitze der Cerchar-Abrasivitäts-Index (CAI) abgeleitet. Beim LCPC-Test, entwickelt am Laboratoire Central des Ponts et des Chaussées in Paris, wird die Probe im Probenbehälter mit einem Stahldrehflügel zermahlen und aus dem Verschleiß des Flügels der LCPC

Abrasivitäts-Koeffizient (LAK) gewonnen. Bei zahlreichen Projekten der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes wurden Abrasivitätsversuche durchgeführt. Bild 1 zeigt die Korrelation von seit 2010 an Felsproben ermittelten CAI-Werten und LAK-Werten. Für einige Gesteinsarten, insbesondere für Sandstein, können sich aus den beiden Versuchen unterschiedliche Klassifizierungen ergeben, die im Einzelnen zu bewerten sind.

Lange Zeit galt die Abrasivität im Wesentlichen für Fels als relevant. In letzter Zeit gewinnt dieser Parameter aber auch für Boden zunehmend an Bedeutung. Mit Einführung der Homogenbereiche sind nach VOB/C daher nun auch die Abrasivitäten für Boden anzugeben. In der BAW wird

derzeit eine praktikable Umsetzung der normativen Vorgaben der Durchführung des LCPC-Tests an Böden untersucht.

**Ansprechpartnerin:**  
Dipl.-Ing. A. Richter  
(annette.richter@baw.de)

# Neue Gittertechnik für CFD-Simulationen

Eine zentrale Fragestellung der Befahrbarkeitsanalyse einer Wasserstraße wird durch die Bestimmung der schiffsdynamischen Parameter Trimm und Squat erreicht. Beide Parameter beschreiben die dynamische Tiefertauchung und Vertrimmung von Schiffen im Flachwasser. Die Verwendung von Methoden der numerischen Strömungsmechanik (engl. „computational fluid dynamics“, CFD) ermöglicht die Berechnung dieser Parameter.

In den bisherigen Simulationen wird das fixierte Schiff in Längsrichtung vom Wasser angeströmt. Die resultierende Trimm- und Squatbewegung wird durch geringe Gitterverformung („Morphing“) realisiert. Hierbei treten zwei Einschränkungen auf: Es lassen sich nur konstante Kanalquerschnitte realisieren, da das Rechengebiet feste Ränder besitzt. Zusätzlich entsteht an der Sohle eine „unphysikalische“ Scherströmung durch die Anströmung des Wassers, anstelle der Vorausfahrt des Schiffes (Wechsel des Bezugssystems).

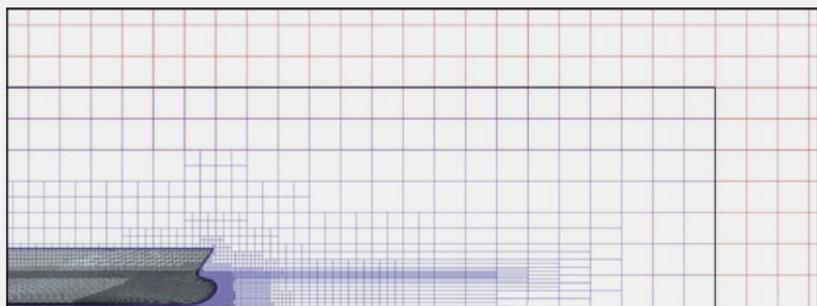
Zur Beseitigung dieser Nachteile wird eine neue Gittertechnik verwendet, welche die Kombination eines überlappenden Gitters (engl. „Overset-Gitter“, s. Schon gewusst?)

und Morphing verwendet. Hierbei bewegt sich das fein aufgelöste, das Schiff umgebende Overset-Gitter in Schiffslängsrichtung durch das Hintergrund-Gitter und folgt somit der Vorausfahrt des Schiffes. Die schiffsdynamische Bewegung wird dabei wie bisher durch Morphing innerhalb des Overset-Gitters realisiert. Die Kombination von Overset und Morphing bietet den Vorteil einer konsistenten Schnittstelle am Übergang von Overset-Gitter und Hintergrund-Gitter: Interpolationsfehler werden dadurch verringert.

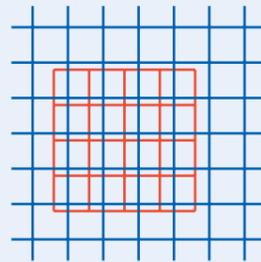
Der wesentliche Vorteil dieser neuen Methode ist die Möglichkeit der Verwendung räumlich variierender Kanalquerschnitte bei gleichzeitig realistischer Bewegung des Schiffes durch das Wasser. Durch die Verwendung der Gitterverformung für die dynamische Bewegung des Schiffes innerhalb des feinen Overset-Gitters kann das Hintergrund-Gitter erheblich gröber aufgelöst werden. Dadurch kommt es zu einer großen Ersparnis an Berechnungszellen und somit Berechnungszeit.

**Ansprechpartner:**  
J. Bechthold M. Sc.  
(jonas.bechthold@baw.de)

Bild 1  
Längsschnitt durch ein Modellgitter mit Schiffsrumpf (grau), Overset-Gitter (blau) und Hintergrund-Gitter (rot)



## Schon gewusst?



**Overset-Gitter** häufig auch überlappende- oder „Chimära-Gitter“ genannt, werden für CFD Simulationen mit einem oder mehreren beweglichen Körpern verwendet.

In der Regel besteht das Gitter aus einem Hintergrund-Gitter (Background), welches sich über das gesamte Gebiet erstreckt, und einem oder mehreren Overset-Gittern innerhalb davon. Diese werden in der Regel unabhängig voneinander erstellt und anschließend ineinander gelegt.

Bei der Overset-Methode unterscheidet man folgende Zelltypen: Aktive Zellen, für die die strömungsmechanischen Gleichungen gelöst werden; passive Zellen, für die keine Gleichungen gelöst werden, und Akzeptor/Donor Zellen, welche die aktiven und passiven Zellen des Hintergrundgebiets trennen und zum Overset-Gitter gehören. Letztere werden zur Kopplung der Gitter verwendet, indem Werte zwischen den Gittern mit Hilfe von Interpolation ausgetauscht werden.

(jonas.bechthold@baw.de)

# Instandsetzung Wehr Geesthacht: Energieumwandlung und Kolkenschutz

Die Wehranlage Geesthacht wurde 1958 fertig gestellt und ist mit ihren vier, je 50 m breiten Wehrfeldern das einzige bewegliche Wehr an der Elbe auf deutschem Bundesgebiet. Nach fast 60 Jahren Betrieb müssen nun grundlegende Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden. Gravierende Schäden an den Sektoren, Hydroabrasionsschäden im Tosbecken, Risse in den Wehrpfeilern, Chloridbeanspruchung des Betons sowie massive Auskolkungen im Unterwasser stehen auf der Mängelliste. Bei der Planung der Instandsetzungsmaßnahmen muss u. a. die Frage beantwortet werden, ob eine Anpassung des Tosbeckens und der anschließenden Kolkstrecke möglich ist, um eine weitere rückschreitende Erosion und eine damit verbundene Gefährdung der Standsicherheit der Anlage zu verhindern. Im Referat Wasserbauwerke werden daher seit April 2016 hybride Modelluntersuchungen an einem gegenständlichen und einem numerischen Modell der Wehranlage durchgeführt.

In einem ersten Schritt wurde mit Hilfe eines numerischen Ausschnittmodells das Strömungsverhalten für verschiedene Sektorstellungen und Unterwasserstände simuliert. Dabei konnten kritische Betriebszustände identifiziert und erste Tosbeckenvarianten mit einer verbesserten Energieumwandlung entwickelt werden. Es zeigte sich, dass der Wechselsprung schon bei kleineren Abflüssen und Tideniedrigwasser abwandern kann und die hohen Fließgeschwindigkeiten zur Erosion der vorhandenen Kolkstrecke führen. Um die Stabilität des Kolksschutzes im Anschluss an das neue Tosbecken zu beurteilen, wurde in einer 60 cm breiten Versuchsrinne ein Ausschnittmodell mit einer beweglichen Sohle im Maßstab 1:20 aufgebaut. Mit Hilfe dieses Modells soll untersucht werden, ob die mit dem numerischen

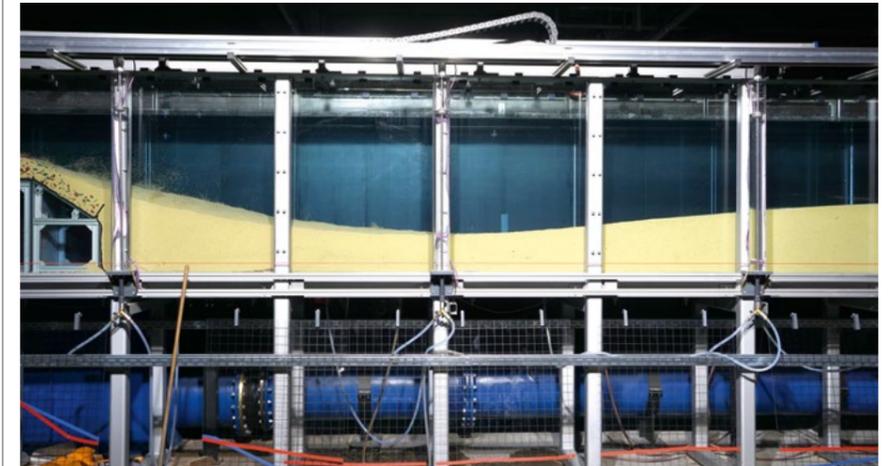


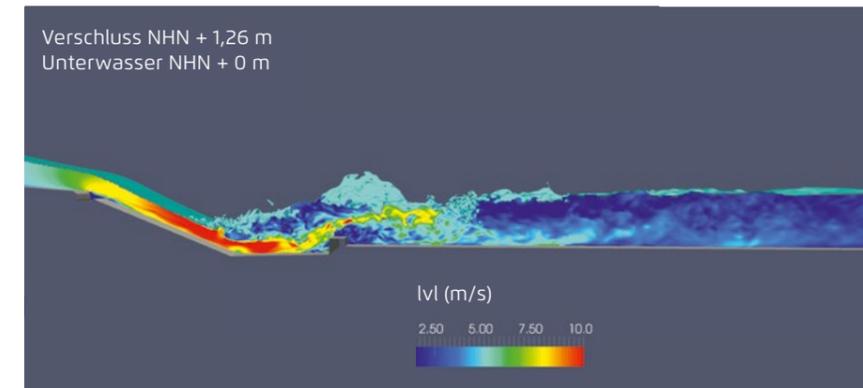
Bild 2: Kolkuntersuchungen im gegenständlichen Modell

Modell ermittelten Tosbeckenvarianten weiter angepasst werden müssen, wie die Nachbettsicherung auszubilden ist, welche Schüttsteingrößen für die Nachbettsicherung erforderlich sind und wie sich die Maßnahmen auf den Kolkprozess auswirken. Hierzu wurde zunächst der Kolkprozess im Modell analysiert. Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurde die zeitliche Entwicklung des Kolkes bei unterschiedlichen Abflüssen und Unterwasserständen mit einer berührungslosen videometrischen Methode erfasst und anschließend ausgewertet. Für die Modellbildung ergaben sich dabei mehrere Herausforderungen: Da sich das Wehr im Tideeinfluss befindet, variiert der Unterwasserstand mit den Gezeiten um mehrere Meter. Des Weiteren ist der Elbsand zu fein, um maßstäblich skaliert werden zu können, sodass im Modell ein leichteres Kunststoffgranulat verwendet werden musste. Es zeigte sich aber, dass der Kolkprozess im Modell sehr gut nachgebildet werden kann, sodass die Voraussetzungen gegeben sind, das Tosbecken und die anschließenden Kolkstrecke im Modell zu dimensionieren.

Modell ermittelten Tosbeckenvarianten weiter angepasst werden müssen, wie die Nachbettsicherung auszubilden ist, welche Schüttsteingrößen für die Nachbettsicherung erforderlich sind und wie sich die Maßnahmen auf den Kolkprozess auswirken. Hierzu wurde zunächst der Kolkprozess im Modell analysiert. Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurde die zeitliche Entwicklung des Kolkes bei unterschiedlichen Abflüssen und Unterwasserständen mit einer berührungslosen videometrischen Methode erfasst und anschließend ausgewertet. Für die Modellbildung ergaben sich dabei mehrere Herausforderungen: Da sich das Wehr im Tideeinfluss befindet, variiert der Unterwasserstand mit den Gezeiten um mehrere Meter. Des Weiteren ist der Elbsand zu fein, um maßstäblich skaliert werden zu können, sodass im Modell ein leichteres Kunststoffgranulat verwendet werden musste. Es zeigte sich aber, dass der Kolkprozess im Modell sehr gut nachgebildet werden kann, sodass die Voraussetzungen gegeben sind, das Tosbecken und die anschließenden Kolkstrecke im Modell zu dimensionieren.

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. (FH) U. Pfrommer  
(udo.pfrommer@baw.de)

Bild 1  
Simulationsergebnis mit OpenFOAM



# Schiffsführungssimulation der Revierfahrt

## Detailgetreue Schiffsführungssimulation mit verfeinerten Flachwasser-Effekten



Bild 1: Manövriersituation im Hamburger Hafen

### Aufgabenstellung und Ziel

Die Schiffsführungssimulation bietet die einzigartige Möglichkeit, risikolos die Grenzen der Befahrbarkeit einer Wasserstraße zu untersuchen. Um daraus die Grenzen der sicheren und leichten Befahrbarkeit abzuleiten, muss der Schiffsführungssimulator das Verhalten und die Fahrdynamik des Seeschiffs nicht nur physikalisch ähnlich abbilden, wie es für die Ausbildung von nautischem Personal gemäß STCW-95 vollkommen ausreichend ist, sondern diese mit hoher Präzision berechnen und berücksichtigen. Für die Bemessung und Befahrbarkeitsanalyse sind alle Effekte bei Fahrt im seitlich begrenzten Flachwasser von übergeordneter Bedeutung und müssen im Simulator naturähnlich abgebildet werden. Für die Aus- und Weiterbildung am Simulator reicht hingegen die Abbildung der Effekte als Phänomen aus.

Untersuchungsziel ist zunächst die Ermittlung und Festlegung der notwendigen Präzision der fahrdynamischen Modelle in der Schiffsführungssimulation zur belastbaren Bemessung. Parallel dazu erfolgt die Entwicklung von Modellen und Ansätzen der Fahrdynamik von Seeschiffen bei Flachwasserbedingungen entsprechend den festgelegten Vorgaben an Präzision und Einsatzbereich. Ziel dieses Vorhabens ist es, fahrdynamische Modelle bestehender Schiffsführungssimulatoren so zu verfeinern, dass sie für die belastbare Befahrbarkeitsanalyse der Wasserstraßen an der Küste erweitert

werden. Dies soll in einer Weise erfolgen, dass die Wasserstraßen- und Schiff-fahrtsverwaltung des Bundes (WSV) diese Entwicklungen in einer großen Simulatoranlage bei jedem dafür geeigneten Auftragnehmer einsetzen kann.

### Bedeutung für die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

Die kontinuierliche Steigerung der Schiffsgrößen erzeugt überproportional steigende Kosten für die Bereitstellung und Unterhaltung der Wasserstraßen. Einsparungen sind nur möglich, indem sich auf die tatsächlich zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs notwendigen Dimensionen beschränkt wird. Eine fachlich abgesicherte Möglichkeit zur Überprüfung und Festlegung des notwendigen Raumbedarfs ist die Grundlage einer verbesserten Ausnutzung der Seeschiffahrtsstraßen und eines entsprechenden Einsparpotenzials bei den Unterhaltungskosten.

### Untersuchungsmethoden

Mit Sensitivitätsstudien werden die einzelnen fahrdynamischen Größen und Effekte gemeinsam mit der jeweilig notwendigen Genauigkeit für eine belastbare, wirklichkeitsnahe Simulation der Revierfahrt ermittelt. Daraus ergeben sich direkt die Anforderungen an die (Weiter-)Entwicklung der jeweiligen analytischen Ansätze und fahrdynamischen Modelle. Im letzten Schritt werden

diese in Form von Softwaremodulen zum Einsatz bei Simulationen der Revierfahrt aufbereitet und für die Belange der WSV bereitgestellt.

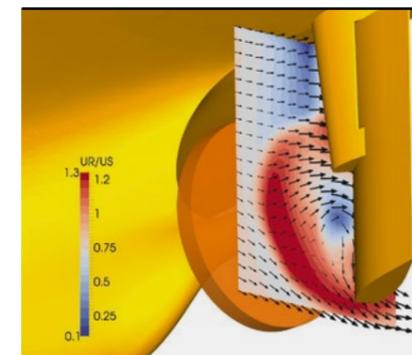
### Ergebnisse

Zur Projektlaufzeit wurden alle wesentlichen Flachwasser-Effekte der Revierfahrt untersucht. Es liegen die Ergebnisse zu folgenden Sensitivitätsstudien vor: Schiff-Schiff-Interaktion, Schiff-Bank-Interaktion, Schiff-Gewässerssole (Squat), dynamische Leinenkräfte bei Festliegern unter Passage eines Schiffes und dynamische Leinenkräfte bei Schleppmanövern. Um eine möglichst breite und gesicherte Verfügbarkeit der Modellerweiterungen zu erreichen, wurde der Umsetzung durch den Hersteller des Schiffsführungssimulators gegenüber der Erstellung von Zusatzprogrammen der Vorzug gegeben. So ist sichergestellt, dass die Flachwassereffekte auf allen Anlagen dieses Typs zur Verfügung stehen und in zukünftigen Entwicklungen berücksichtigt bleiben. Der Hersteller hat zur Projektlaufzeit folgende Effekte im Simulator eingeführt oder weiterentwickelt: Windschatten in Lee von Schiffen, Windabdeckung durch Gebäude und Gelände sowie eine Weiterentwicklung des Banking-Modells zur Berechnung der Interaktionskräfte nahe einer Unterwasserböschung.

Der Einfluss des Flachwassers zeigt sich durch erhöhten Widerstand und Trägheit der Schiffsreaktionen auf Manöverkommandos. Im Rahmen des Projekts

Bild 2

### Analyse der Strömungsverhältnisse in einer Ebene kurz vor dem Ruderblatt, bei angestelltem Ruderblatt und Driftfahrt (TU-Berlin)



wurden die einzelnen Komponenten Längswiderstand, Gierwiderstand und Driftwiderstand in ihrer Varianz bei unterschiedlicher Kielfreiheit und Enge des Kanals (Verblockungseffekt bei Einschränkung der Strömung an Böschungen und Kaimauern) detailliert numerisch und experimentell untersucht. Die Ergebnisse gingen gemeinsam mit vorhergehenden Untersuchungen zur Wechselwirkung Seeschiff-Seeschiffahrtsstraße in eine Datenbank ein, welche die Grundlage für die systematische Entwicklung fahrdynamischer Ergänzungen für den Simulator ist.

Die Breite des Gültigkeitsbereichs unterschiedlicher Kielfreiheiten für eine

Einstellung einer Fahrdynamik wurde anhand von Manövern mit freifahrenden Modellen im Wellenbecken analysiert (Böttner et al., 2013). Die Eignung von Manöverversuchen im Modellmaßstab für die Kalibrierung der Fahrdynamik in der Schiffsführungssimulation konnte erfolgreich exemplarisch durchgeführt werden (Sponholz, 2011). Als „proof of concept“ wurde ein erstes Plug-In (Zusatzmodul für die Schiffsführungssimulation) für einen Betreiber einer großen Simulator-Anlage erstellt, dort installiert und erfolgreich in Betrieb genommen.

Wesentliches Steuerorgan an einem Schiff ist das Ruderblatt, dessen lokale Anströmung erzeugt die Steuerkräfte und Steuerwirkung. Einer präzisen Modellierung der Ruderwirksamkeit während der Manöver kommt daher eine hohe Bedeutung bei der Revierfahrt zu. Insbesondere bei Fahrt mit Drift (Ausrichtung des Rumpfes etwas schräg zur Fahrtrichtung, die bei Drehmanövern auftritt) von bis zu 20° ist die Anströmung deutlich verändert gegenüber der Geradeaus-Fahrt auf Reise über die Ozeane. Die jeweilige Kombination aus dem Belastungsgrad des Propellers, dem anliegenden Ruderwinkel und der Drehbewegung des Schiffes führt zu einer charakteristischen Ruderanströmung und Ruderwirksamkeit. Diese Effekte wurden detailliert numerisch untersucht (Bild 2), für deren Anpassung in der Schiffsführungssimulation ausgewertet und in Form von Empfehlungen und Handlungsanweisungen zusammengestellt.

### Projekt-Nr.:

B3955.02.04.70132

### Projektleitung:



**Dr.-Ing. Carl-Uwe Böttner**  
carl-uwe.boettner@baw.de  
Projektbearbeiter:  
Martin Wezel  
martin.wezel@baw.de

### Laufzeit:

05/2010 bis 12/2016

### Literatur:

**Böttner, C-U.; Uliczka, K.; Carstens, D. und Sponholz, J. (2013):** Free Sailing Manoeuvres for Tuning of Analytical Shallow Water Models. In: Third International Conference on Ship Manoeuvring in Shallow and Confined Water, Ghent, Belgium.

**Sponholz, J. (2011):** Optimierung der Flachwasser-Manöviereigenschaften eines Schiffsmodells des Ship Handling Simulators, auf Grundlage einer Serie von Versuchsfahrten mit einem Maßstabsmodell. Diplomarbeit, Hochschule Bremen.

# Modellierung der Verformung nichtbindiger Böden unter zyklischer Belastungseinwirkung von Schleusenbauwerken

## Stoffgesetzentwicklung im Rahmen der Bounding Surface Plasticity

### Aufgabenstellung und Ziel

Nichtbindige Böden zeigen infolge zyklischer Belastung eine bedeutende Akkumulation plastischer Verformungen. Dies kann sowohl in Laborexperimenten als auch bei Setzungsmessungen wechselbeanspruchter Bauwerke beobachtet werden. Insbesondere bei Schleusen, die in der Regel eine sehr hohe Lastamplitude aufweisen, können beachtliche Langzeitsetzungen verzeichnet werden. Sind diese Verformungen nicht schon in der Planungsphase hinreichend genau bekannt, können sie zu erheblichen Bauwerksschäden führen.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Stoffgesetzes, das es erlaubt, Langzeitsetzungen von Schleusenbauwerken hinreichend genau zu berechnen. Mit den derzeit verfügbaren elastoplastischen sowie den inkrementell formulierten Stoffgesetzen (z. B. Hypoplastizität) in Verbindung mit der Methode der Finiten Elemente (FEM) ist dies nur unzulänglich möglich. Zudem erfordert eine hohe Anzahl von Lastzyklen bei diesen Modellen eine sehr hohe Rechenleistung, da jeder Lastzyklus einzeln berechnet werden muss. In einem FE-Programm (ABAQUS/PLAXIS) implementiert, soll das Rechenmodell in der Lage sein, das Bodenverhalten entlang sowohl elementarer als auch zusammengesetzter Spannungspfade abzubilden. Letztere umfassen neben komplexen Bauprozessen auch Belastungsszenarien mit einer hohen Anzahl an Lastzyklen, die mit akzeptablem Rechenaufwand und ohne rein empirische Ansätze erfasst werden sollen. Damit soll

ein Stoffmodell für baupraktische Anwendungen einschließlich einer umfassenden Dokumentation der Funktionsweise und Einsatzgrenzen bereitgestellt werden.

### Bedeutung für die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)

Sowohl zur Vermeidung von Bauwerksschäden als auch für die wirtschaftliche Bemessung einzelner Bauteile ist eine gute Abschätzung der zu erwartenden Langzeitsetzungen unbedingt erforderlich. So ist z. B. die Wahl der einzubauenden Fugenbänder direkt von der Setzungsdifferenz abhängig.

### Untersuchungsmethoden

Zur Entwicklung von Stoffmodellen kommen vorrangig numerische Methoden zum Einsatz. Ein explizit formuliertes Elementversuchsprogramm (constitutive driver) diente zur Erarbeitung und Verifizierung des Modells. Dabei wird die Performance des Materialmodells durch den Abgleich mit Ergebnissen aus entsprechenden in der Literatur dokumentierten Laborversuchen bewertet. Anhand von systematischen Nachrechnungen elementarer und komplexer Spannungspfade werden die Möglichkeiten und Grenzen des Stoffmodells aufgezeigt. Nach der Überführung des Stoffgesetzes in eine Routine mit implizitem Integrationsschema für die Anwendung in einer FEM-Software können Randwertprobleme gelöst und im Sinne einer Validierung mit In-situ-Langzeitmessungen verglichen werden.

### Ergebnisse

Das aus der Anfangsphase der Forschungsarbeit resultierende elastoplastische Stoffgesetz aus der Klasse der Bounding-Surface-Modelle (z. B. Manzari und Dafalias, 1997; Papadimitriou und Bouckovalas, 2002) wurde durch konstitutive Änderungen den Bedürfnissen praktischer Anwendungen angenähert. Die Struktur des implementierten Modells besteht aus den im Bild 1 dargestellten Komponenten: den Modellflächen der Bounding Surface Plasticity (B, C, D), einer konischen, kinematisch verfestigenden Fließfläche (Y), sowie einer kappenartigen, isotrop verfestigenden Fließfläche (links). Ein klarer Vorteil des Modellkonzepts ist die zustandsabhängige Formulierung im Rahmen der Theorie der kritischen Zustände, sodass das Verhalten von Böden unterschiedlicher Ausgangsspannungszustände und Initialporenzahlen mit einem Parametersatz simuliert werden kann (Bild 2). Darüber hinaus erlaubt die kinematische Verfestigung des Konus die Akkumulation von Verformungen (bzw. Porenwasserdrücken) bei zyklischer Scherung. Die in Anlehnung an das Hardening-Soil-Modell implementierte zusätzliche Kappe ermöglicht plastische (irreversible) Deformationen entlang oedometrischer Spannungspfade.

Da die realitätsnahe Abbildung grundlegender Bodeneigenschaften (z. B. Dilatanz, Entfestigung, Barotropie) Voraussetzung für die erfolgreiche Simulation zyklischen Tragverhaltens und anderer baupraktisch relevanter Belastungssituationen ist, wurden zahlreiche Elementversuche

simuliert: Anhand von Labordaten wurden Parametersätze für verschiedene Sande kalibriert und sowohl oedometrische/isotrope Kompressionsversuche als auch drainierte/undrainierte Triaxialversuche zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Stoffgesetzes nachgerechnet. Alternative Modellierungsansätze für die Dilatanzformulierung und für Verfestigungsmechanismen des Konus wurden im Hinblick auf eine bessere Abbildung experimenteller Daten untersucht und in das neue Modell implementiert. Des Weiteren wurde die Kappe mit einem belastungs- bzw. dehnungsrichtungsabhängigen Verfestigungsmechanismus versehen, um das Zusammenwirken der Fließflächen zu optimieren.

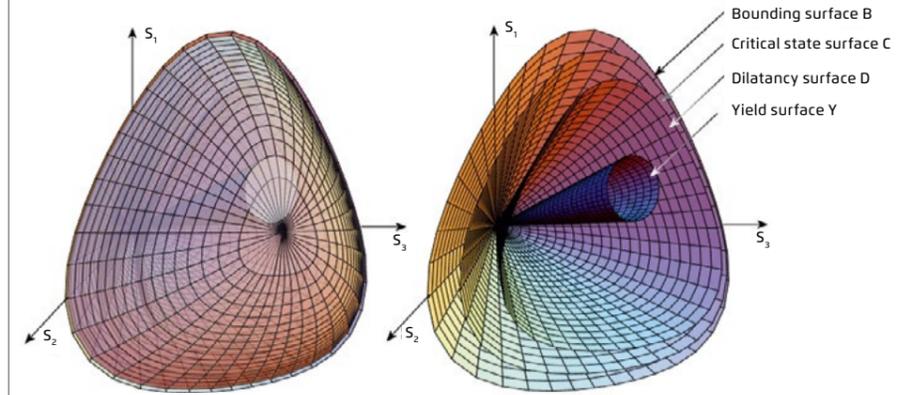


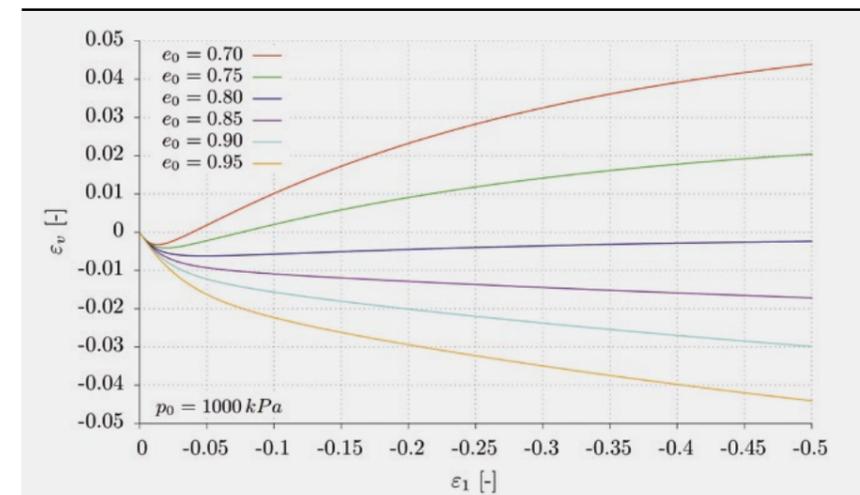
Bild 1: Räumliche Darstellung der Modellflächen im multiaxialen Spannungsraum

In einem früheren Stadium des Projektes wurde die Bedeutung der erhöhten Steifigkeit bei kleinen Dehnungen herausgearbeitet, die zur Entwicklung der Small-Strain-Erweiterung des Hardening-Soil-Modells geführt hat (Benz, 2007). Ein den Verfestigungsmodul skalierender Mechanismus sorgt auf ähnliche Weise auch im neuen Bounding-Surface-basierten Modell für die Berücksichtigung des graduellen Steifigkeitsabfalls mit zunehmender Scherdehnung. Aufbauend auf diesem Prinzip beeinflusst ein weiterer Mechanismus das Akkumulationsverhalten des Bodens bei fortschreitender zyklischer

Scherung. Die Implementierung eines Algorithmus zum Überspringen und zur Extrapolation von Zyklen zur Bewältigung hoher Zyklenanzahlen für die Prognose von Langzeitsetzungen wurde ansatzweise getestet. Um die Etablierung des Materialmodells in der Ingenieurspraxis zu erleichtern, wurde ein populationsbasierter Optimierungsalgorithmus erarbeitet und erprobt, der allgemein verwendete bodenmechanische Kenngrößen in einen Teil der im Modell intern verwendeten Parameter konvertiert. Dem Open Source Gedanken folgend, soll die Materialmodellroutine zudem frei verfügbar sein.

Bild 2

### Dilatanz und Barotropie: volumetrisches Verformungsverhalten bei triaxialer Kompression unterschiedlicher Ausgangsdichten



### Projekt-Nr.:

B3952.02.04.10045

### Projektleitung:



Dipl.-Ing. Katharina Bergholz  
katharina.bergholz@baw.de

### Laufzeit:

07/2002 bis 12/2018

### Literatur:

**Manzari, M. T.; Dafalias, Y. F. (1997):** A critical state two-surface plasticity model for sands. In: Géotechnique, 47(2), S. 255–272.

**Papadimitriou, A. G.; Bouckovalas G. D. (2002):** Plasticity model for sand under small and large cyclic strains – a multiaxial formulation. In: Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 22(3), S. 191–204.

**Benz, T. (2007):** Small-strain stiffness of soils and its numerical consequences. Dissertation, Universität Stuttgart.



## Dr. Matthias Schmid

Leiter des Referats Stahlbau/Korrosionsschutz

**BAWAktuell: Herr Dr. Schmid, Sie haben zum 1. November 2017 die Leitung des Referates Stahlbau/Korrosionsschutz der Abteilung Bautechnik der BAW übernommen. Wie sind Sie ursprünglich zur BAW gekommen?**

Matthias Schmid: Ich habe Chemie am Karlsruher Institut für Technologie studiert und im Bereich Elektrochemie promoviert. In meiner Doktorarbeit habe ich mich mit der Thermodynamik von Lithium-Ionen-Batterien beschäftigt. Anschließend wollte ich meinen Horizont nochmal erweitern und ein weiteres volkswirtschaftlich relevantes Gebiet kennenlernen: Die Korrosion. So bin ich als Postdoc zur BAW gekommen. Ich habe gemerkt, dass sich meine fachliche Erfahrung sehr gut mit den anstehenden Projekten im Referat Stahlbau/Korrosionsschutz verbinden lässt. Die einzigartigen und interessanten Aufgaben bei der BAW führten schnell zum Wunsch, die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) als Referatsleiter langfristig zu unterstützen.

**Was ist für Sie so interessant an der Arbeit der BAW?** Die BAW verknüpft anwendungsorientierte mit konzeptioneller und wissenschaftlicher Arbeit. Hier

hat man die seltene Gelegenheit, Themen von der Forschung über die Normung bis in die praktische Anwendung zu begleiten. Aber es geht auch umgekehrt, wenn Anwendungen dazu führen, dass wir uns mit neuen Themen beschäftigen. Dieses Nebeneinander von Bauwerksbegutachtungen und Praxisberatung der WSV sowie der Arbeit in Normungsausschüssen, wie beispielsweise beim DIN, und der BAW-eigenen Forschung, ermöglicht einen leichten Wissenstransfer zwischen den sonst getrennten Bereichen.

**Woran arbeiten Sie konkret in Ihrem Referat?**

Das Referat hat mit Stahlbau und Korrosionsschutz zwei Schwerpunkte: Im Stahlbau unterstützen wir die WSV dabei, Bestandsbauwerke und Konzepte im Neubau zu bewerten. Hauptsächlich sind das statische Bewertungen von Stahltragwerken. Durch unsere Untersuchungs- und Analysemöglichkeiten können wir Stähle mit ihren mechanischen und chemischen Eigenschaften charakterisieren.

Im Bereich Korrosionsschutz beraten wir die WSV bei der Konzeption von Korrosionsschutzsystemen, speziell bei Beschichtungen und kathodischem Korrosionsschutz. Im Stahlwasserbau sind die Anforderungen

diesbezüglich sehr hoch. Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter untersuchen daher Korrosionsschutzsysteme auf ihre qualitative Eignung und führen ständig eine Liste der zugelassenen Beschichtungssysteme, die sich in Labor- und Naturversuchen bewährt haben. Daher sind meine Kolleginnen und Kollegen im Referat häufig auch an den Bauwerken der WSV im Einsatz. Eine typische Fragestellung im Stahlbau ist die Bewertung im Hinblick auf die Restnutzungsdauer von Stahlwasserbauwerken wie Schleusentore und Wehre; im Korrosionsschutz beraten wir häufig zu kleinen und größeren Schadensfällen.

**Haben Sie Beispiele für die Verknüpfung von Forschung und Praxis, die Sie angesprochen haben?**

Ein Beispiel ist der Zusammenhang von Korrosion und Ermüdung, also dem langsam fortschreitenden Schädigungsprozess unter Belastung. Erste Ergebnisse der Versuche zeigen, dass durch Korrosion die Ermüdungsfestigkeit von Konstruktionsdetails abnimmt. Dies gilt allerdings nicht für alle Konstruktionsdetails in gleichem Maße. Details mit geringer Kerbschärfe sind stärker betroffen als Details mit hoher Kerbschärfe. Das Ergebnis dieser Arbeit fließt in das künftige Merkblatt zur Bewertung bestehender Verschlüsse im Stahlwasserbau ein, an dem wir derzeit arbeiten. Ein weiteres Beispiel ist die Bemessung von Schlauchwehren: Im Referat erarbeiten wir dazu eine Eurocodegerechte Vorschrift, die dabei helfen soll, die Planung von Schlauchwehren in der WSV zu vereinfachen und zu beschleunigen.

Als letztes Beispiel untersuchen wir in unserem Programm „Smart Repair“, wie bestehende Korrosionsschutzbeschichtung möglichst einfach und dauerhaft ausgebessert werden können. Denn wird eine solche Beschichtung regelmäßig ausgebessert, kann ihre nächste Vollerneuerung einige Jahre später erfolgen, was wirtschaftlicher ist und auch Personalaufwand spart. Wir prüfen im Labor und in der Natur, wie leistungsfähig die Korrosionsschutzbeschichtungen auf dem Markt sind, und wie gut sie sich handhaben lassen. Auf dieser Grundlage konnten wir die WSV bereits bei aktuellen Schadensfällen beraten.

**Was ist in Ihrem Referat besonders herausfordernd?**

Im Stahlbau haben wir es bei unserer Arbeit mit bestehenden und teilweise recht alten Bauwerken eigentlich immer mit Einzelfällen zu tun, die wir mit Ingenieurverstand ganzheitlich bewerten müssen. Anspruchsvoll wird es, wenn wir die Tragfähigkeit von teilweise degradierten Bauteilen neu beurteilen müssen, gerade wenn sich seit der Bauzeit die Anforderungen geändert haben. Ebenso fordert uns die Bewertung des Spröbruchversagens heraus, also eines nicht angekündigten Bruchs. Denn es gibt sehr viele davon potenziell betroffene Altstahlkonstruktionen. Grundsätzlich gilt es, Konzepte zu entwickeln, die bestehenden Bauwerken gerecht werden, da die Normen für den Neubau nicht immer sinnvoll anwendbar sind.

**„Hier hat man die seltene Gelegenheit, Themen von der Forschung über die Normung bis in die praktische Anwendung zu begleiten.“**

Dr. Matthias Schmid

Im Korrosionsschutz beschäftigt uns der Umgang mit schadstoffhaltigen Altbeschichtungen, darunter vor allem Asbest und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Wenn eine Ausbesserungsbeschichtung aufgebracht oder eine Altbeschichtung entfernt wird, können schädliche Kleinstpartikel entstehen. Dann kann es nötig werden, die Baustelle mit einer Einhausung abzudichten. Unser Referat unterstützt die WSV, indem wir die Schadstoffe in Altbeschichtungen ermitteln und Sanierungskonzepte entwickeln. Zuletzt fordert uns sicher auch die große fachliche Breite des Referats heraus, die vom Laboranten bis zum konstruktiven Ingenieur reicht. Diese fachliche Breite ist aber gleichzeitig auch besonders spannend, können unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter doch erst dadurch Bauwerke ganzheitlich bewerten. Ich habe daher keine Zweifel, dass das Referat den beschriebenen Aufgaben gewachsen ist.

**Wie sieht Ihr Kontakt zu anderen Forschungseinrichtungen und Behörden aus?**

Gerade im konstruktiven Bereich suchen wir bewusst den fachlichen Austausch mit externen Experten. Die Themen platzieren wir bedarfsgerecht. Das Spektrum reicht von der Stoffanalyse, über Bemessungskonzepte bis zu alternativen Verstärkungsverfahren. Im Rahmen des BMVI-Expertennetzwerks arbeiten wir mit der Bundesanstalt für Gewässerkunde, der Bundesanstalt für Straßenwesen und dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie (BSH) sehr eng zusammen. Hier geht es um Verfahren zur Ermittlung einer möglichen Schadstoffbelastung durch aktuelle Korrosionsschutzprodukte. Seit einiger Zeit beraten wir zusätzlich das BSH in Korrosionsschutzfragen im Genehmigungsverfahren von Offshorebauwerken, beispielsweise bei Windenergieanlagen. Durch alle diese gemeinsamen Projekte erhalten wir Anregungen für unsere eigene Arbeit bei der Prüfung von Korrosionsschutzbeschichtungen und der Beratung der WSV.

**Wir bedanken uns für dieses Gespräch.**

**Kontakt:**  
matthias.schmid@baw.de

## APRIL 2018

18.04. – 19.04.  
BAW-Kolloquium  
**Entwicklungen und Fortschritte im Brücken- und massiven Verkehrswasserbau**  
Karlsruhe

## JUNI 2018

06.06. – 07.06.  
BfG-/BAW-Kolloquium  
**Standardisierung von Fischaufstiegsanlagen – Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen**  
Koblenz

07.06./08.06.  
Gemeinsames Kolloquium des Instituts für Schiffstechnik, Meerestechnik und Transportsysteme der Universität Duisburg-Essen, des Duisburger Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e. V. und der BAW  
**Das Schiff im Spannungsfeld von Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit**  
Duisburg

18.06. – 19.06.  
BAW-/BfG-Kolloquium  
**Technisch-biologische Ufersicherungen an der Versuchsstrecke am Rhein – Chancen und Herausforderungen hinsichtlich Uferschutz und Ökologie**  
Worms

19.06.  
Gemeinsames Kolloquium der TU Dresden und der BAW  
**Ohde-Kolloquium 2018 – Aktuelle Themen aus der Geotechnik**  
Dresden

## SEPTEMBER 2018

13.09.  
BAW-Kolloquium  
**Baumaschinen – Baugrund – Wechselwirkung: Der Einfluss von Herstellprozessen auf die Standsicherheit und Tragfähigkeit**  
Hamburg

## OKTOBER 2018

23.10.  
BAW-Kolloquium  
**Projekte und Entwicklungen für aktuelle Fragestellungen im Küstenwasserbau**  
Hamburg

## NOVEMBER 2018

14.11. – 15.11.  
BAW-Kolloquium  
**Festkolloquium 70 Jahre BAW**  
Karlsruhe

21.11.  
BAW-Kolloquium  
**Building Information Modeling für die WSV**  
Hannover

06.06./13:00 Uhr – 07.06./13:00 Uhr | Koblenz

## Standardisierung von Fischaufstiegsanlagen – Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen



Die Standardisierung von Fischaufstiegsanlagen steht im Spannungsfeld von biologischen, hydraulischen und konstruktiven Anforderungen auf der einen und knappen Ressourcen auf der anderen Seite. Im Rahmen dieses gemeinsam von BAW und BfG ausgerichteten Kolloquiums sollen Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen einer Standardisierung thematisiert werden. Ausgehend von den Anforderungen an eine Standardsetzung werden aktuelle Ergebnisse von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten vorgestellt und hinsichtlich des Potenzials für eine Standardisierung von Fischaufstiegsanlagen bewertet.

07.06./13:00 Uhr – 08.06./13:00 Uhr | Duisburg

## Das Schiff im Spannungsfeld von Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit

Die moderne Binnenschifffahrt des 21. Jahrhunderts kann einen wichtigen Beitrag zum wachsenden Güterverkehrssektor innerhalb Deutschlands und zu den europäischen Nachbarstaaten leisten. Dieser Rolle wird das Binnenschiff bei steigenden Umweltauflagen und einem sich abzeichnenden Klimawandel nur dann gerecht werden, wenn moderne, zukunftsweisende Methoden verstärkt eingesetzt werden, um antriebstechnische und betriebliche Konzepte weiterzuentwickeln. Das gemeinsam vom Institut für Schiffstechnik, Meerestechnik und Transportsysteme der Universität Duisburg-Essen, dem Duisburger Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e. V. und der Bundesanstalt für Wasserbau veranstaltete Kolloquium widmet sich den Themenbereichen Schiffsantriebe, Klima und Umwelt, Daten und Logistik sowie Vorschriften und Standards.



## Impressum

Herausgeber (im Eigenverlag):  
Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)  
Kußmaulstraße 17, 76187 Karlsruhe  
Postfach 21 02 53, 76152 Karlsruhe  
Telefon: +49 (0) 721 9726-0  
Telefax: +49 (0) 721 9726-4540  
E-Mail: [info@baw.de](mailto:info@baw.de), [www.baw.de](http://www.baw.de)



Creative Commons BY 4.0  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Soweit nicht anders angegeben,  
liegen alle Bildrechte bei der BAW.

ISSN 2192-3078

©BAW März 2018

**BAW**online – mit den digitalen Angeboten der BAW haben Sie Zugriff auf das geballte Wissen rund um den Verkehrswasserbau der letzten Jahrzehnte bis heute. [www.baw.de](http://www.baw.de)



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

Kußmaulstraße 17 · 76187 Karlsruhe  
Tel. +49 (0) 721 97 26-0  
Fax +49 (0) 721 97 26-45 40

Wedeler Landstraße 157 · 22559 Hamburg  
Tel. +49 (0) 40 81 908-0  
Fax +49 (0) 40 81 908-373



**BAW**

Bundesanstalt für Wasserbau

[www.baw.de](http://www.baw.de)