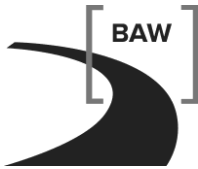


Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

***Kompetenz für die Wasserstraßen – Heute und in
Zukunft***

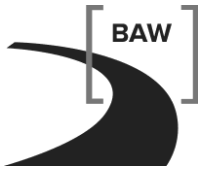
**Forschungsprogramm Verkehrswasserbau
der Bundesanstalt für Wasserbau**

Juni 2015



Inhalt

1	Einleitung	3
2	Forschungsfelder.....	5
2.1	Infrastruktur	5
2.1.1	Zuverlässigkeit der Infrastruktur	5
2.1.2	Erhaltung der Infrastruktur.....	7
2.1.3	Wirtschaftlichkeit der Infrastruktur	10
2.1.4	Nachhaltiges Sedimentmanagement.....	11
2.1.5	Strombau der Zukunft.....	12
2.2	Mobilität.....	12
2.2.1	Schiffssteuerung und Verkehrslenkung	13
2.2.2	Anpassungen an den Klimawandel	14
2.3	Umwelt.....	15
2.3.1	Fischdurchgängigkeit an Wasserstraßen.....	15
2.3.2	Energiewende	15
2.3.3	Baubedingte Emissionen und Immissionen	16
2.3.4	Technisch-biologische Ufersicherungen	17
3	Daten und Methoden.....	17
3.1	Übergreifende Konzeption zur Bereitstellung von Daten und Informationen	17
3.2	Datensammlungen und Informationssysteme.....	18
3.3	Methoden	19
3.3.1	Methoden im Fachbereich Bautechnik	20
3.3.2	Methoden im Fachbereich Geotechnik	22
3.3.3	Methoden im Fachbereich Wasserbau	24
4	Weiterentwicklung von Regelwerken und Empfehlungen	28
5	Wissensmanagement und Wissenstransfer	29
5.1	Informationsbereitstellung	29
5.2	Kooperationen.....	30
5.3	Veranstaltungen.....	30
5.4	Mitnutzung der wissenschaftlichen Infrastruktur	31



5.5	Unterstützung der Lehre an Hochschulen und Universitäten	31
5.6	Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses	31
6	Qualitätssicherung und Organisation	32
6.1	Veröffentlichungen und Vorträge	32
6.2	Methodendokumentation	32
6.3	Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis	32
6.4	Forschungsmanagement	33
6.5	Personalpolitik	33
6.6	Wissenschaftlicher Beirat	34
7	Priorisierung und Finanzierung	34

Einleitende Bemerkungen

Im vorliegenden Text wird aus pragmatischen Gründen die männliche Form verwendet. Es sind jedoch in allen Fällen Frauen und Männer in gleicher Weise angesprochen.

Sofern nicht anders angegeben, sind alle Kostenangaben in Euro und als Bruttokosten abgebildet.

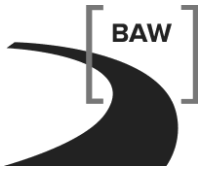
1 Einleitung

„Kompetenz für die Wasserstraßen“ lautet der Leitspruch der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW). Auf dem Gebiet des Verkehrswasserbaus verfügt die BAW über weltweit anerkannt hohe fachwissenschaftliche Kompetenz und langjährige praktische Erfahrung. Um diese Kompetenz für die Zukunft zu sichern und systematisch auszubauen und damit die Basis für künftige Dienstleistungen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik zu legen, haben Forschung und Entwicklung für die BAW eine zentrale strategische Bedeutung. Forschung und Entwicklung zählen deshalb zu den Kernaufgaben der BAW.

Als technisch-wissenschaftlicher Dienstleister für die Dienststellen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) und für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) steht die BAW in den kommenden Jahren vor großen fachlichen Herausforderungen. So werden vor allem der Umfang, die fachliche Komplexität und die Anforderungen an die Genauigkeit und Belastbarkeit der Beratungs- und Unterstützungsleistungen im Verkehrswasserbau mit seinen klassischen Disziplinen der Bautechnik, der Geotechnik und des Wasserbaus im Binnen- und im Küstenbereich weiter zunehmen.

Angesichts der hohen Erwartungen an die Zuverlässigkeit des Verkehrssystems Schiff/Wasserstraße stellt sich insbesondere die Frage, welche Strategien zu ergreifen sind, um die künftigen Anforderungen der Schifffahrt vor dem Hintergrund der alternden Infrastruktur, gewachsener wasserwirtschaftlicher und ökologischer Anforderungen sowie möglicher klimabedingter Veränderungen sicher, wirtschaftlich und umweltfreundlich zu bewältigen. Neben Sicherheits- und Zuverlässigkeitsaspekten, Maßnahmen zur Bauwerkserhaltung, Fragen der Qualitätssicherung sowie Möglichkeiten der Standardisierung verkehrswasserbaulicher Lösungen werden hierbei einem erweiterten Wasserstraßenmanagement, der Bereitstellung aktueller Informationen mittels moderner Telematiksysteme sowie der Bewertung von Ausbaupotenzialen auf der Basis hoch genauer fahrdynamischer Analysen zentrale Bedeutung zukommen.

Als Ressortforschungseinrichtung des Bundes führt die BAW stets angewandte, praxisorientierte Forschung und Entwicklung durch. Dabei sind die Forschungsthemen auf die aktuellen und zukünftig zu erwartenden Fragestellungen, letztere im Sinne einer vorausschauenden Forschung („Vorlauforschung“) ausgerichtet. Eng damit verknüpft ist die „Antennenfunktion“ der BAW-Forschung und -Entwicklung. Dabei gilt es, neue Entwicklungen, Chancen und Risiken für das Verkehrssystem Schiff/Wasserstraße möglichst frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig geeignete Handlungsempfehlungen zu entwickeln. Die auf diese Weise gebildete Kompetenz steht direkt für Beratungs- und Unterstützungsleistungen zur Verfügung. In der kurzfristig abrufbaren wissenschaftlichen Kompetenz und der Fähigkeit, langfristig angelegte Fragestellungen kontinuierlich bearbeiten zu können, liegt eine besondere Stärke der BAW.



Die Wissenschaftler der BAW sind auf vielfältige Weise mit der universitären Forschungslandschaft vernetzt. Viele von ihnen haben Lehraufträge an Universitäten und Hochschulen. Gemeinsame Forschungsprojekte, die von der BAW angestoßen und begleitet werden, liefern zusätzlichen wissenschaftlichen Input. Bachelor-, Master- sowie Promotionsarbeiten dienen der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und geben ebenfalls neue Impulse für die eigene Forschung. Wesentliche Elemente der Vernetzung und der Qualitätssicherung sind auch die zahlreichen Publikationen und Vorträge auf wissenschaftlichen Veranstaltungen. Die hohe fachliche Kompetenz der Wissenschaftler der BAW ermöglicht es, erfolgreich in nationalen und internationalen Gremien tätig zu sein und dort auch Führungsaufgaben zu übernehmen.

Ein besonders enger wissenschaftlicher Austausch besteht mit den beiden „nassen“ Ressortforschungseinrichtungen, die, wie die BAW, ebenfalls zum Geschäftsbereich des BMVI gehören: Mit der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) werden Forschungsvorhaben bearbeitet, die neben verkehrswasserbaulichen Anteilen auch gewässerkundliche oder ökologische Aspekte enthalten. Mit dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) wird etwa auf dem Gebiet der operationellen Wasserstandsvorhersage für Tideästuare, zu den Folgen des Klimawandels im Küstenbereich und im Bereich Informationssysteme kooperiert. Auch in der Entwicklung und Anwendung numerischer Methoden besteht eine enge Kooperation mit dem BSH.

Mit Einrichtung der Haushaltstitelgruppe „Forschung und Entwicklung für die Bundeswasserstraßen“ im Jahr 2011 hat das BMVI die finanziellen Rahmenbedingungen für Forschung und Entwicklung in der BAW deutlich verbessert. Die Finanzmittel stehen für Personal- und Sachausgaben zur Verfügung, sodass sowohl die Eigenforschung der BAW als auch die in Kooperation mit anderen Wissenschaftseinrichtungen durchgeführten Forschungsaktivitäten signifikant erhöht werden konnten. Auch in den nächsten Jahren ist mit einer Finanzierung in gleicher Größenordnung zu rechnen. Ziel der BAW ist es, die gegenwärtig hohen Forschungsleistungen mittelfristig zu verstetigen.

Das vorliegende Forschungsprogramm Verkehrswasserbau schreibt das Programm aus dem Jahr 2011 fort. Eigene Überlegungen sowie die fortlaufende Diskussion mit dem wissenschaftlichen Beirat der BAW, der ebenfalls im Jahr 2011 eingerichtet wurde, haben eine grundlegende Überarbeitung des bisherigen Programms ausgelöst. Wesentliche Änderungen sind: Die Zuordnung der Forschungsthemen zu den neu formulierten Forschungsfeldern Infrastruktur, Mobilität und Umwelt, eine stärkere Aggregation und Akzentuierung der Forschungsthemen sowie eine Ergänzung des Forschungsprogramms um das Kapitel „Daten und Methoden“.

Das Forschungsprogramm Verkehrswasserbau richtet sich in erster Linie an die Auftraggeber der Bundesanstalt für Wasserbau: BMVI und WSV. Wichtiger Adressat ist außerdem die

Wissenschaft, die zu unterstützender Bearbeitung der Forschungsthemen motiviert werden soll. Schließlich wendet sich das Forschungsprogramm auch an die Wissenschaftler der BAW selbst, um die Inhalte auszugestalten, zu bearbeiten und fortzuschreiben.

2 Forschungsfelder

Das vorliegende Forschungsprogramm bildet den mittelfristigen strategischen Rahmen der BAW-Forschung und gliedert sich auf der obersten Ebene in die drei Forschungsfelder: Infrastruktur, Mobilität und Umwelt. Diese Forschungsfelder werden jeweils durch Themenfelder untersetzt, die wiederum ein oder mehrere Oberthemen umfassen. Die Oberthemen bilden schließlich den Rahmen für die konkreten Forschungsprojekte. Im Forschungsprogramm erfolgt die Betrachtung bis auf die Ebene der Oberthemen. Informationen zu den einzelnen laufenden Forschungsprojekten sind in dem jährlich erscheinenden „Forschungskompendium Verkehrswasserbau“ enthalten.

2.1 Infrastruktur

Im Bestand der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes befinden sich 290 Wehre, 315 Schiffsschleusenanlagen, 350 Düker, 1.300 Brücken, 15 Kanalbrücken, fünf Sperrwerke und zwei Schiffshebwerke sowie zahlreiche weitere Bauwerke zur Unterstützung des Wasserstraßenbetriebs und zur Aufrechterhaltung eines geordneten Wasserabflusses. Darüber hinaus bilden Strombauwerke wie Uferdeckwerke und Buhnen einen wesentlichen Anteil an der Wasserstraßeninfrastruktur. Das Bundeswasserstraßennetz umfasst ca. 7.300 km Binnenwasserstraßen und 23.000 km² Seewasserstraßen, die von zunehmend größeren Schiffseinheiten befahren werden. Dieses komplexe System will angesichts des zunehmenden Alters, das Durchschnittsalter zum Beispiel der Schleusen beträgt mehr als 65 Jahre, optimal gewartet und modernisiert werden. Eine gut ausgebaute, leistungsfähige Wasserstraßeninfrastruktur ist zentrale Voraussetzung für den bedarfsgerechten Transport von Gütern, aber auch wesentlicher Bestandteil des „nassen“ Transeuropäischen Verkehrsnetzes (TEN). Fachwissenschaftliche Beiträge zur Erhaltung der Infrastruktur sind daher von hoher strategischer Bedeutung.

2.1.1 Zuverlässigkeit der Infrastruktur

Sicherheit und Zuverlässigkeit von Bauwerken sind eine gesetzlich und gesellschaftlich verankerte Forderung, die für Verkehrswasserbauwerke als Bauwerke mit hohem Gefährdungspotenzial in besonderer Weise zu erfüllen ist und für die Regelwerke und Methoden zu entwickeln sind. Die Umsetzung neuer Zuverlässigkeitskonzepte, aber auch die Bewertung und Anpassung bestehender Bauwerke erfordert die Beurteilung der Zuverlässigkeit auf der

Grundlage von Erfahrungen, Bauwerksbeobachtungen und numerischen, auch risikoanalytischen Untersuchungen.

Bemessen in der Geotechnik

Mit der schnellen Weiterentwicklung von numerischen Berechnungsmodellen ergeben sich in der Geotechnik in immer größerem Umfang Möglichkeiten für eine realistischere Bemessung von Erdbauwerken, Gründungen und Stützbauwerken im Verkehrswasserbau, wo bislang mit vereinfachenden analytischen Ansätzen gearbeitet wurde. Dem bisher in den Normen verankerten Sicherheitsniveau liegen diese klassischen bodenmechanischen Berechnungsmodelle zugrunde. Die Anwendung neuer Berechnungsmodelle erfordert daher eine Kalibrierung am bewährten oder gewünschten Sicherheitsniveau.

Für die Bemessung von Pfählen und Ankern sind statische Probelastungen erforderlich, die mit einem erheblichen Zeit- und Kostenaufwand verbunden sind. Bei Pfählen wird versucht, sie durch die einfacheren und preiswerteren dynamischen Pfahlprobelastungen zu ersetzen, deren Prognosesicherheit allerdings bislang unbefriedigend ist. Zur Verbesserung der Prognose ist die systematische Auswertung von dynamischen und statischen Probelastungen an Pfählen und von Eignungsprüfungen an Ankern erforderlich. Ferner ist ein besseres Verständnis der Lastabtragung notwendig, wozu Versuche im Modell und im Feld sowie numerische Simulationen unverzichtbar sind. Dabei müssen insbesondere die Auswirkungen von zyklischen Lastwechseln, die bei vielen Wasserbauwerken maßgebliche Beanspruchungen darstellen, vertieft untersucht werden.

Wechselwirkung von Wasser und Boden

Strömendes Wasser bedeutet für den Boden immer auch eine Erosionsbeanspruchung. Bei Über- und Anströmung kann Oberflächenerosion (Kolkbildung) bis hin zur Zerstörung der Struktur auftreten, bei Durchströmung besteht die Gefahr innerer Erosion bzw. Suffosion. Diese Beanspruchungen sind für Neubau und Bestand zu berücksichtigen. Wesentlich ist diese Fragestellung auch für die Wiederverwendung bindigen Aushubmaterials und bei der Bemessung von Dräns und Filtern, z. B. zur Sicherung gegen hydraulischen Grundbruch oder zur Grundwasserdruckentlastung. Die Untersuchungsmethoden, Berechnungsverfahren und Gegenmaßnahmen sind oft nicht ausreichend und müssen weiterentwickelt werden. Gleiches gilt für die gegenläufigen Vorgänge wie Sedimentation und Kolmation, die die Wechselwirkung von Grundwasser und Oberflächenwasser wesentlich beeinflussen.

Realitätsnahe Tragwerksmodellierung

Strukturen von Verkehrswasserbauwerken weichen von klassischen Bauteilen des Hoch- und Ingenieurbaus ab und benötigen häufig spezielle numerische Betrachtungen zur wirklichkeitsnahen Nachweisführung. Insbesondere bestehende Bauwerke lassen sich nur mittels nichtlinearen FE-Berechnungen und der Berücksichtigung von nichtlinearem Werkstoff-

verhalten noch als gerade tragsicher nachweisen, was aufwändige Instandsetzungen oder gar Abriss und Neubau verhindern hilft. Für Verkehrswasserbauwerke und deren Baustoffe sind Simulationsmethoden und modelltheoretische Grundlagen auf der Basis von 2D/3D-FE-Modellen zu entwickeln, die sowohl den bestehenden Strukturen als auch dem gewünschten Sicherheitsniveau gerecht werden. Zusätzlich sind Methoden zur Berücksichtigung räumlicher Tragwirkungen zu entwickeln, die vielfach nur qualitativ für die Einschätzung der tatsächlichen Sicherheit von Bauwerken Eingang finden. Zuverlässigkeitstheoretische Methoden stellen eine sinnvolle Erweiterung dar. Eine zuverlässige numerische Simulation bedarf zudem der Validierung und der Qualitätssicherung durch Vergleichsbetrachtungen. Numerische Simulationsmethoden stellen im Bauwesen zudem eine effektive Alternative zu aufwändigen experimentellen Untersuchungen dar.

Sicherheit bestehender Wasserbauwerke

Wasserbauwerke sind langlebige Infrastrukturgüter. Etwa 30 Prozent der Schleusen und Wehre haben ihre theoretische Nutzungsdauer erreicht bzw. überschritten. Erkenntnisfortschritte und Änderungen bei den Einwirkungen lassen die rechnerische Standsicherheit und Tragfähigkeit bestehender Bauwerke als ungenügend erscheinen. Nach einer Analyse von rechnerischen Defiziten bestehender Bauwerke sollen Modelle für Einwirkungen und Lastabtragung sowie angepasste Nachweisformate entwickelt werden.

Schutz von Wasserbauwerken vor terroristischen Angriffen

Bauwerke werden im Allgemeinen nicht gegen Einwirkungen aus Vorsatz (Sabotage, terroristische Angriffe) bemessen. Für stark risikobehaftete Bauwerke (Bauwerke, deren Versagen zu großen Schäden führen würde), aber auch Bauwerke, deren Zerstörung eine weit reichende Nutzungseinschränkung einer Wasserstraße nach sich ziehen würde, sollen Analysen der baulichen Robustheit sowie ergänzende oder alternative Sicherheitskonzepte (Abwehr-Strategien, Katastrophenpläne) erarbeitet werden. Zu untersuchen sind Gefährdungen, Risikopotenziale, Präventionen, Maßnahmen zur Schadensbegrenzung und Katastrophenbewältigung.

2.1.2 Erhaltung der Infrastruktur

Das zunehmende Alter der baulichen Infrastruktur und die zunehmende Beanspruchung durch den Schiffsverkehr, aber auch sich ändernde Einwirkungen und Expositionen erfordern Methoden und Verfahren zur Instandhaltung von Bauwerken und machen Management-Konzepte für die Erhaltung von Bauwerken erforderlich. Erhaltung ist ein besonders wichtiges Thema der Zukunft, zumal der Aus- und Neubau an die Grenzen der zeitlichen und finanziellen Ressourcen stößt. Erhaltung hat zudem bei Betrachtung der Stoffkreisläufe eine starke Komponente der Nachhaltigkeit.

Erhaltungsmanagementsystem

Ein Erhaltungsmanagementsystem stellt Daten und Kennzahlen für Teile des betrachteten Systems zur Verfügung und ermöglicht verschiedenen Hierarchieebenen eine Entscheidung. Fortschrittliche Managementsysteme enthalten zudem eine Prognose des zukünftigen Zustandes des Systems (z. B. des Bauwerksbestands) unter Berücksichtigung von diversen Entscheidungen, wie z. B. einem Nichtstun oder der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen. Ziel ist es, den Einsatz der Maßnahmen so zu steuern, dass die Ressourcen (Finanzmittel, Personal) optimal genutzt werden. Die ingenieurwissenschaftliche Aufgabe besteht in der Prognose des Zustandes mit und ohne Instandsetzungsmaßnahmen sowie der Optimierung der möglichen Instandhaltungsszenarien. Während für Brückenbestände international Systeme existieren, fehlen derzeit für Verkehrswasserbauwerke ausgereifte Verfahren. Das in der Entwicklung befindliche Erhaltungsmanagementsystem für die WSV (kurz EMS-WSV), das für Wasserstraßenbauwerke auf der Bauwerksinspektion aufbaut, ist zu vervollständigen. Für weitere Teilsysteme der verkehrswasserbaulichen Infrastruktur, wie z. B. maschinenbauliche Anlagenteile, das Gewässerbett etc., ist das Erhaltungsmanagement zu erweitern. Zuverlässigkeitstheoretische Methoden stellen eine notwendige Ergänzung dar.

Bauwerksmonitoring

Auffälligkeiten und Schäden an Verkehrswasserbauwerken werden in der Regel erst bei der turnusmäßigen Bauwerksinspektion erkannt. Zwecks frühzeitigem Erkennen, Erfassen und Aufnehmen von kritischen Bauwerkszuständen für Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit sollen Voraussetzungen und Anforderungen an Monitoringsysteme entwickelt werden, die zu „intelligenten“ Bauwerken führen. Alarmierungssysteme bei Grenzwertüberschreitungen und Warnsysteme, die „intelligent“ auf Grundlage von Trenddaten reagieren, können hier Lösungen liefern. Die statische und konstruktive Charakteristik der Bauwerke ist durch Auswahl typischer Bauwerke zu berücksichtigen. Service-orientierte Software-Architekturen für ein ganzheitliches Bauwerks- und Umweltmanagement mit Datenerfassungs- und Datenübertragungssystemen sollen eingesetzt werden. Darüber hinaus ist eine Wechselwirkung mit dem Erhaltungsmanagement zu untersuchen. Monitoring beinhaltet im weiteren Sinne auch die Erfassung von gemessenen Bauteilzuständen (z. B. Restwanddicken von Stahlteilen) und deren datenbankgestützte Prognose.

Erhaltungsfreundliche Bauwerke

Verschleiß, Havarien oder Änderungen bei Einwirkungen oder dem statischen System führen notwendigerweise zur Instandsetzung von Bauteilen und Bauwerken des Verkehrswasserbaus. Bereits bei der Herstellung von Bauwerken sollte an Möglichkeiten gedacht werden, Bauteile und Bauwerke wartungsarm und erhaltungsfreundlich zu konstruieren, eine gute Zugänglichkeit sicherzustellen sowie Austauschbarkeit, Verstärkungsmöglichkeit und Trag-

fähigkeitserhöhung mit einzuplanen. Aus der Analyse typischer Instandsetzungen sollen Vorgehensweisen, Methoden und Bauteile entwickelt werden.

Erhaltung des Gewässerbetts

Durch die Entwicklung zu größeren und stärker motorisierten Schiffen nehmen die Beanspruchungen von Sohle und Ufer zu. Deshalb sollen die Untersuchungen zur Kolkbildung aus Schraubenstrahl fortgesetzt werden. Die Berechnungsverfahren, bisher entwickelt für normale Böden, sollen auf grobkörniges Substrat erweitert werden, um sie im Verfahren GBBSOFT, der Software zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen, für die Deckwerkbemessung nutzen zu können. Darüber hinaus sind die Auftretenswahrscheinlichkeiten bestimmter Belastungsszenarien zu analysieren, um die Wahrscheinlichkeit der Akkumulation von Einzelschäden bei der Deckwerkbemessung einzubeziehen.

Bei Deckwerken an Wasserstraßen können, je nach Randbedingung, begrenzte Abweichungen vom Sollzustand zugelassen werden, ohne dass die Gesamtstabilität des Bauwerkes gefährdet ist. Eine optimale Strategie zur wirtschaftlichen Dimensionierung und Unterhaltung der Deckwerke trotz Zustandsverschlechterung erfordert eine verlässliche Prognose und die Festlegung einer kritischen Grenze auf der Grundlage einer detaillierten Bestandsaufnahme und entsprechender Modellansätze zu Versagensmechanismen unter Berücksichtigung von statistischen Kenngrößen.

Instandsetzung unter Betrieb

Für die Instandsetzung von Bauwerken und Bauteilen des Verkehrswasserbaus, vor allem Schleusen, Wehre und Düker, aber auch z. B. Fugen, sollen neue Verfahren, Methoden und Anwendungsbereiche für Bauprodukte entwickelt werden, die eine Instandsetzung dieser Bauwerke unter Betrieb, d. h. bei Aufrechterhaltung der Schifffahrt, aber auch des Wasserabflusses ermöglichen, um betriebliche Einschränkungen zu vermeiden oder zu minimieren.

Anpassung von Bauwerken an geänderte Nutzungsbedingungen

Wasserstraßenbauwerke, wie z. B. Schleusen, sind langlebige Infrastrukturgüter. Die verkehrliche Entwicklung, d. h. hauptsächlich zunehmende Schiffsgrößen, aber auch eine Änderung der Einwirkungen (Verkehrslasten, Erddrücke, Wasserstände) können eine Anpassung der Bauwerke erforderlich machen, was in der Regel zum Ersatzneubau des Bauwerks führt. Für den künftigen Entwurfsprozess sollen Sensitivitätsbetrachtungen definiert und hieraus Strategien für deren Berücksichtigung während der Betriebsphase erarbeitet werden. Dabei wird an anpassungsfähige Lastmodelle (z. B. Lastverteilungen), anpassungsfähige Baustoffe sowie anpassungsfähige Tragsysteme (z. B. Umlagerungs- und/oder von Verstärkungsmöglichkeiten) gedacht.

2.1.3 Wirtschaftlichkeit der Infrastruktur

Die Ausnutzung von Systemreserven bei Aufrechterhaltung der Sicherheit und Zuverlässigkeit sowie die technische und zeitliche Optimierung von Herstellung, Unterhaltung und Betrieb von Verkehrswasserbauwerken ermöglichen nicht nur wirtschaftlichere Bauwerke, sondern insgesamt auch einen volkswirtschaftlichen Vorteil. Die nachfolgenden Forschungsthemen zielen auf die Entwicklung innovativer Methoden, Bauverfahren und neuer Anwendungsbereiche für Baustoffe zur Herstellung, Betrieb oder Erhaltung von Wasserstraßenbauwerken und -netzen. Zu entwickelnde Standardisierungen von Verfahren, Bauteilen und Bauwerken sollen für eine qualitätsgesicherte, letztlich wirtschaftlichere Herstellung sorgen, die den Nutzen einer Infrastruktur schneller wirksam werden lässt. Standardisierungen erleichtern darüber hinaus den Betrieb und die Erhaltung durch überschaubare Ersatzteilverhaltung und einheitliche Erhaltungsstrategien. Diese Verfahrensentwicklungen berühren mehrere Disziplinen sowie die Themenbereiche Material, Hydraulik, Bemessung und Konstruktion.

Neue Bauweisen für Verkehrswasserbauwerke

Die Herstellung von Verkehrswasserbauwerken erfolgt überwiegend auf konventionelle Weise und vor Ort. Innerhalb von Machbarkeitsstudien sollen neue und alternative Bauweisen sowie die Verwendung vorgefertigter Bauteile (Systemteile, Fertigteile oder auch ein-schwimmbare Baugruppen, Schlitzwand mit Vorsatzschale) entwickelt und für typische Bauwerksarten konzipiert werden. Für Schlauchwehranlagen, die in jüngster Zeit erstmals auch an Bundeswasserstraßen gebaut wurden, sind gezielte Weiterentwicklungen (Optimierung der Füll- und Entleersysteme, Anbindung an automatische Abfluss- und Stauzielregelung, Optimierung von Maßnahmen gegen Schwingungen, ergänzende Werkstoffuntersuchungen) erforderlich.

Standardisierung von Verkehrswasserbauwerken

Durch Vergleich bereits ausgeführter, bewährter Lösungen („best practice“) sowie gezielte ergänzende Untersuchungen (z. B. zur Hydraulik fester Wehrtypen, wie Streich-, Labyrinth- und Piano-Key-Wehr, und zur Energieumwandlung an Schleusenfüllsystemen) sollen für Bauteile, Baugruppen oder auch ganze Bauwerke einheitliche Standards entwickelt werden. Hierbei soll auch der Verkehrsbedeutung der Wasserstraße Rechnung getragen werden, indem z. B. an die jeweilige Netzkategorie angepasste Standards entwickelt werden.

Hydraulisch-konstruktive Optimierung von Verkehrswasserbauwerken

Für Schleusen und Wehre sollen nach Analyse bestehender Bauwerke Optimierungen aus hydraulischer (Strömungsführung, Leistungsfähigkeit) und bautechnischer (Formgebung, Bemessung, Baustoff) Sicht erarbeitet werden. Für Bemessungen sind darüber hinaus Ansätze für hydrodynamische Wasserdrücke auf z. B. Störkörper und Gitterwände zu entwi-

ckeln. Dreidimensionale numerische Verfahren sollen so weiterentwickelt werden, dass auch die Durchströmung der Bauwerke mit Luft-Wasser-Gemischen beurteilt werden kann (z. B. bei Schleusenfüllsystemen). Auch die Interaktion gegeneinander bewegter und eventuell deformierbarer Objekte muss langfristig Berücksichtigung finden.

Bei Schleusenanlagen stellt sich die Aufgabe, einen möglichst reduzierten baulichen Aufwand mit den Zielen einer hinreichenden Leistungsfähigkeit, d. h. kurze Schleusungsdauer sowie begrenzte, während der Füllung und Entleerung auftretende Schiffskräfte, in Einklang zu bringen. Hierzu sind die bisherigen Ansätze für zulässige Schiffskräfte bei Schleusungsvorgängen zu überprüfen und die Grenzwerte ggf. anzupassen.

Regelungssysteme für Stauhaltungsketten

Mit einer koordinierten Bewirtschaftung mehrerer Stauhaltungen kann eine Vergleichmäßigung der Abflüsse und Wasserstände erreicht werden. Hierzu bedarf es einer Modellstrategie zur stauhaltungsübergreifenden Regelung, wobei tolerierbare Fehlergrößen im Hinblick auf die Auswirkungen der unsicheren Eingangsgrößen (Wasserstände, Zu- und Abflüsse) zu bestimmen sind. Langfristiges Ziel ist die Entwicklung einer stauhaltungsübergreifenden Leittechnik, die sich automatisch adaptiert und verbessert.

2.1.4 Nachhaltiges Sedimentmanagement

Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Regulierung durch nationales und europäisches Umweltrecht werden für das Baggern und Umlagern von Sedimenten fachlich transparente Entscheidungsgrundlagen benötigt. Für die unterschiedlichen Strategien des Sedimentmanagements erarbeitet die BAW Handlungsoptionen für die WSV. Zunehmend sind langfristige Effekte der Sedimentumlagerungen auf den unausgeglichene Feinsedimenthaushalt der großen Tideflüsse an der Nordseeküste sowie auf die Flussgeometrie und Habitate der Gewässersysteme im Binnen- und Küstenbereich einzubeziehen.

Optimierung von Baggerstrategien

In staugeregelten Flussabschnitten und den ausgedehnten Schlickstrecken der Seeschiffahrtsstraßen kommt es ebenso wie in Stillwasserzonen und Hafenbecken zu erheblichen Sedimentablagerungen, die durch periodische Baggerungen entfernt werden müssen. Hierbei handelt es sich um sehr feinkörnige Sedimente, die aufgrund von Kohäsions- und Konsolidationsvorgängen eine besondere Charakteristik aufweisen. Um die Baggerstrategien für Feinsedimente zu optimieren, ist es erforderlich, die Dynamik kohäsiver Sedimente im Wasserkörper und am Gewässerboden zu untersuchen. Ergänzend hierzu sind Strategien zu entwickeln, wie das Baggermaterial sinnvoll aufbereitet und weiterverwendet werden kann.

Optimierung des Geschiebemanagements

Eine Optimierung von Geschiebemanagement und Regelungssystem an frei fließenden Abschnitten der Binnenwasserstraßen erfordert vertiefte Kenntnisse der Geschiebetransportprozesse in ihrer Wechselwirkung mit den Managementstrategien. Hierfür sind die Entwicklungen praxisnaher Prognosemethoden zur Bestimmung aktueller Geschiebetransportmengen und zur Identifikation optimaler Bagger- bzw. Zugabezeitpunkte und -stellen notwendig.

2.1.5 Strombau der Zukunft

Strombau dient der Stabilisierung der Fahrrinnen, der Minderung des Nassbaggeraufkommens und dem Ausgleich ungünstiger hydromorphologischer Entwicklungen. Es ist eine Daueraufgabe, die fortlaufend an aktuelle Fragestellungen, rechtliche Rahmenbedingungen und geänderte Nutzungsansprüche angepasste Untersuchungsmethoden benötigt. Natürliche und ausbaubedingte Veränderungen erfordern neue Konzepte und Strategien.

Nachhaltige Konzepte für den Küstenbereich

Ziel im Küstenbereich ist die Entwicklung und Validierung von Strombaustrategien für die Tideästuare Ems, Jade/Weser und Elbe. Aktuelle und zukünftig erwartete Erfordernisse werden mit der WSV oft unter neuen Randbedingungen abgestimmt und bilden die Grundlage für fortgeführte Untersuchungen. Der Strombau der Zukunft behandelt im Tidegebiet vor allem auch die langfristigen Konzepte, mit denen nachteilige Auswirkungen bisheriger Maßnahmen und zu erwartende Auswirkungen des Klimawandels ausgeglichen bzw. abgeschwächt werden sollen. Hierzu werden mittel- bis langfristige Wirkungsprognosen unter Berücksichtigung von Unsicherheitsanalysen erstellt.

Nachhaltige Konzepte für den Binnenbereich

Ziel im Binnenbereich ist es, das Regelungssystem von frei fließenden Wasserstraßen in seinem Zusammenspiel mit Geschiebemanagementmaßnahmen und unter Berücksichtigung der Anforderungen, die sich aus der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie bzw. der ökologischen Zielsetzungen des Bundes und der Länder ergeben, zu optimieren. Die Untersuchung der hydraulischen und morphologischen Auswirkungen ökologischer Flussbaumaßnahmen, wie z. B. naturnahe Nebengerinne und alternative Ufersicherungen, sollen zu Empfehlungen für eine integrierte Optimierung bei Ausbau und Unterhaltung der Binnenwasserstraßen führen.

2.2 Mobilität

Grundvoraussetzung für Mobilität von Menschen und Gütern ist eine funktionsfähige und effiziente Verkehrsinfrastruktur. Die Forschungsthemen zielen daher auf die Optimierung und

Modernisierung der Binnen- und Seeschiffahrtsstraßen und der zugehörigen Verkehrswasserbauwerke im Hinblick auf die spezifischen Anforderungen an eine sichere, effiziente und umweltfreundliche verkehrliche Nutzung. Dabei sind künftige technologische Entwicklungen (Schiffbau, Schiffstechnik, Telematik) ebenso wie mögliche klimabedingte Veränderungen zentrale Untersuchungsthemen.

2.2.1 Schiffssteuerung und Verkehrslenkung

Die verkehrliche Leistungsfähigkeit von Wasserstraßen hängt wesentlich von der verfügbaren Fahrrinntiefe und -breite und damit von den Schiffsgrößen ab, die die Wasserstraße befahren können. Vor dem Hintergrund der stetigen Schiffsgrößenzunahme führt dies immer häufiger zu einer maximalen Ausnutzung vorhandener Wasserstraßen und damit zu starken Wechselwirkungen von Schiff und Wasserstraße. Ergänzend zu den laufenden Anpassungen der Schifffahrtsstraßen und Häfen sind deshalb auch das fahrdynamische Schiffsverhalten, Aspekte im Kontext mit der Schiffsführung sowie die Optimierung von Fahrzeiten im Revier Schwerpunkte zukünftiger Forschung. Dabei ist der individuellen Charakteristik der Binnenschifffahrtsstraßen und der Verschiedenartigkeit der Zufahrten zu den Seehäfen an Nord- und Ostsee zur Gewährleistung von Verkehrssicherheit und Umweltschutz Rechnung zu tragen.

Reduzierung des Verkehrsflächenbedarfs durch Einsatz moderner Schiffstechnik

In Zusammenarbeit mit Entwicklungspartnern aus den Bereichen Schiffstechnik und Transportsysteme sollen Möglichkeiten zur verstärkten Ausnutzung des Fahrwassers bei gleichzeitig begrenzten schiffsinduzierten Belastungen ausgelotet werden. Für nautisch schwierige Flussabschnitte wird untersucht, wie weit durch Nutzung moderner nautischer Hilfen (z. B. Bugstrahlruder, passive Bugruder) die notwendige Verkehrsflächenbreite reduziert werden kann.

Befahrbarkeitsoptimierung

Um die aktuellen Tiefen- und Strömungsverhältnisse besser ausnutzen und so z. B. kritische Brücken bei Hochwasser sicherer passieren zu können, müssen der Binnenschifffahrt künftig präzisere und aktuellere Fahrwasserinformationen als heute zur Verfügung stehen. Dazu bedarf es optimierter Kurswege und Schiffsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von den Fahrwasserbedingungen. Ziel ist es, die hydraulisch-fahrdynamischen Modelle der BAW derart zu automatisieren, dass nach Abruf von Pegelinformationen bzw. Eingabe einer Wasserstandsprognose eine Kursberechnung in Echtzeit auf dem Schiff erfolgen kann. Durch Bewertung berechneter Fahrspuren im Hinblick auf das Befahrbarkeitspotenzial kann der WSV ein Beurteilungskriterium für die Zulassung von bestimmten Verkehren und der Binnenschifffahrt eine Entscheidungshilfe für die Wahl der Abladetiefe an die Hand gegeben werden.

Wasserstraßen-Management im Küstenbereich

Die Größenentwicklung der Seeschiffe, die dadurch notwendigen Befahrbarkeitsanalysen für die Seehafenzufahrten sowie die umweltpolitischen Richtlinien machen Forschungsanstrengungen auf dem Gebiet des Under-Keel-Clearance-Managements notwendig. Dies bezieht zusätzlich die schiffserzeugten Belastungen der gesamten Seeschiffahrtsstraße inklusive der Uferzonen sowie die Schiff-Schiff-Interaktion im Fahrwasser und die Interaktion zu großen Schiffen der angrenzenden Hafenanlagen ein.

Forschungsschwerpunkte sind ausgerichtet auf die vertikale und horizontale Schiffsdynamik in einem inhomogenen Fahrwasser, auf Belastungen auf die Gewässersohle sowie Böschung- und Uferzonen durch schiffserzeugte Strömung und Wellen bei instationären Fahrwasserverhältnissen und auf die Berücksichtigung der physikalischen Prozesse der Küstenreviere in der Schiffsführungssimulation für die Belange der WSV.

2.2.2 Anpassungen an den Klimawandel

Aufbauend auf Klimaprojektionen des BMVI-Forschungsprogramms KLIWAS, das in einem Forschungsverbund von BfG, BAW, BSH und DWD in einer ersten Förderphase intensiv bearbeitet wurde, hat die BAW bereits verschiedene verkehrswasserbauliche Fragestellungen untersucht. Insbesondere die Wirkungen möglicher Klimaentwicklungen und Optionen, mit denen auf Klimafolgen durch wasserbauliche Maßnahmen reagiert werden kann, standen im Fokus der Untersuchungen. Aus dem breiten Spektrum der möglichen Klimaszenarien ergab sich durch Anwendung von Analyseverfahren ein Spektrum von Belastungsgrößen. Die Analyseergebnisse bilden die Grundlage zur vertieften Entwicklung und Überprüfung von Anpassungsoptionen.

Anpassungsoptionen für Binnenschiffahrtsstraßen

Die frei fließenden Abschnitte der Binnenschiffahrtsstraßen verfügen regional über unterschiedliche Ausbaupotenziale im Hinblick auf Niedrigwasserverhältnisse. Zur Auswahl angemessener Anpassungsstrategien ist daher für die unterschiedlichen Flussabschnitte zu untersuchen, ob und in welchem Ausmaß mit Hilfe baulicher Maßnahmen zusätzliche nutzbare Wassertiefe geschaffen werden kann, z. B. durch Herstellung und Unterhaltung einer Niedrigwasserfahrerinne oder durch klassische und/oder temporäre, nur bei Niedrigwasserständen wirksam werdende Regelungsbauwerke.

Anpassungsoptionen für Seeschiffahrtsstraßen

In den Seeschiffahrtsstraßen wird der beschleunigte Anstieg des Meeresspiegels die mittleren Verhältnisse des Tidegeschehens und des Transports gelöster und suspendierter Stoffe je nach Örtlichkeit in unterschiedlicher Weise verändern. Hinzu kommen die Änderungen der episodisch auftretenden Sturmfluten und der Extremwerte in den Oberwasserzuflüssen. Pla-

nungen für eine auf die Zukunft gerichtete Nutzung der Seeschiffahrtsstraßen und Häfen müssen vor dem Hintergrund des Klimawandels langfristig gesichert werden. Auch ist im Rahmen der Ressortforschung in der BAW zur Weiterentwicklung des Küstenschutzes unter veränderten Belastungssituationen bei Extremereignissen beizutragen. Nach neuen Erkenntnissen ist es sehr wahrscheinlich, dass existenzielle Ziele nur mit umfangreichen Baumaßnahmen erreicht werden können.

2.3 Umwelt

Wasserstraßen und ihre Anlagen sind Bestandteile der Umwelt. Bau, Betrieb und Unterhaltung haben daher auch hohen ökologischen Anforderungen zu genügen. Ökologische Aspekte sind bei Eingriffen in das Oberflächen- und Grundwassersystem, bei der Konstruktion des Bauwerks und bei den verwendeten Baumaterialien zu berücksichtigen. Die EG-Wasserrahmenrichtlinie fordert die Erhaltung und ggf. die Wiederherstellung eines guten ökologischen Zustandes des Gewässers, der Ufer und des angrenzenden Geländes einschließlich des Untergrunds mit dem Grundwasser. Im Verbund der Ressortforschungseinrichtungen besteht für die Bearbeitung umweltbezogener Themen eine enge Partnerschaft mit der BfG und dem BSH.

2.3.1 Fischdurchgängigkeit an Wasserstraßen

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie fordert insbesondere an staugeregelten Wasserstraßen eine Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit. Um Fischen das Überwinden von Staustufen zu ermöglichen, sind spezielle Einrichtungen erforderlich. Dabei sind der Fischaufstieg und der Fischabstieg zwei voneinander unabhängige Vorgänge und bedürfen deshalb auch in der Regel unterschiedlicher richtungsgebundener Anlagen. Im Rahmen der in enger Kooperation mit der BfG konzipierten FuE-Untersuchungen werden Aspekte der Auffindbarkeit und der Passierbarkeit einer Fischaufstiegsanlage betrachtet. Im Fokus stehen dabei die komplexen Abhängigkeiten zwischen dem Fischverhalten und den hydraulischen Gegebenheiten im Fließgewässer. Methodisch sind hierfür neben Untersuchungen mittels gegenständlicher und numerischer Modellen insbesondere Naturuntersuchungen an Pilotanlagen vorgesehen. Darüber hinaus sind ethohydraulische Versuche geplant, die gemeinsam mit der BfG durchgeführt werden.

2.3.2 Energiewende

Die Bundesregierung hat im Jahr 2011 eine beschleunigte Energiewende auf der Grundlage des ein Jahr zuvor entwickelten Energiekonzepts beschlossen. In der Erschließung und Nutzung erneuerbarer Energien ist fortan in allen Bereichen des Bauwesens eine überaus wichtige Herausforderung zu sehen. Auch im Wasserbau sind für das gesteckte Ziel innovative Lösungen zu untersuchen und zu realisieren.

Offshore-Windenergieanlagen

Für die ausschließliche Wirtschaftszone wurden bisher 29 Windparks mit über 2.000 Windenergieanlagen einschließlich stromableitender Seekabel genehmigt. Wenige Anlagen wurden bisher errichtet. Die vorhandenen Methoden zur Abschätzung der Auswirkungen der Anlagen auf die marine Umwelt sollen durch Forschungs- und Entwicklungsarbeiten weiter verbessert werden, um Fehlinvestitionen zu vermeiden. Die BAW bearbeitet die geotechnischen und wasserbaulichen Fragestellungen, um qualifizierte Beratungen für Bemessungsansätze, alternative Fundamenttypen und für die Feststofftransportprozesse in der deutschen Bucht (insbesondere im Bereich der verlegten Seekabel) zu erbringen. Weil die Seegebiete, in denen diese Anlagen installiert werden, als überwiegend morphodynamisch aktiv eingestuft werden, wollen BSH und BAW gemeinsam ein umfassendes Expertensystem zu den Wechselwirkungen von Wasserkörper und Meeresboden im Bereich der Deutschen Bucht und den zugehörigen Tideästuaren entwickeln. Ziel ist die fachgerechte Unterstützung in Bezug auf die Planungs- und Investitionssicherheit der maritimen Wirtschaft.

Einsatz der Geothermie für Verkehrswasserbauwerke

Frost und Eis beeinträchtigen saisonal die Betriebssicherheit von Verkehrswasserbauwerken wie Wehranlagen, Schleusen und Kanalbrücken. Durch den Einsatz von Geothermie soll den betroffenen Bauteilen, wie Schleusenkammerwände, Stahlwasserbauteile und Trogwände, Wärme zugeführt werden, um eine Eisfreihaltung zu betreiben. Technische Möglichkeiten sowie System-Entwürfe sollen auf den Verkehrswasserbau bezogen weiterentwickelt werden.

2.3.3 Baubedingte Emissionen und Immissionen

Bei Bau- und Erhaltungsmaßnahmen ist es häufig unvermeidlich, dass Emissionen entstehen, d. h. Ausstoß von gasförmigen, flüssigen oder festen Stoffen oder nichtstoffliche Belastungen wie Schall oder Strahlung. Die daraus entstehenden Einwirkungen (Immissionen) auf Lebewesen oder Gegenstände, wie beispielsweise Gebäude, sind daher grundsätzlich zu berücksichtigen. Die damit verbundenen Prozesse sind zum Teil noch wenig bekannt und bedürfen daher intensiver Untersuchungen.

Stoffliche Auswirkung von Wasserbauwerken auf Boden und Grundwasser

Bei der Herstellung oder Instandsetzung von Verkehrswasserbauwerken treten Wechselwirkungen der verwendeten Baustoffe mit Boden, Oberflächenwasser- und Grundwasser auf (Auslaugungen, Stoffeintrag). Der Schutz von Lebewesen und Natur erfordert die Unbedenklichkeit der eingesetzten Baustoffe und -verfahren. Nach einer Analyse relevanter Szenarien und Baustoffe einschließlich dafür erforderlicher Laboruntersuchungen sollen Gefährdungen ermittelt sowie Handlungsanweisungen und Alternativen erarbeitet werden.

Geohydraulische Wechselwirkungen

Durch Bau- oder Renaturierungsmaßnahmen an Wasserstraßen können sowohl die geohydraulischen Wechselwirkungen zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser als auch der Stoffhaushalt der beeinflussten aquatischen und terrestrischen Ökosysteme maßgeblich beeinflusst werden. Die Prozesse, die die Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser steuern, müssen daher eindeutig identifiziert werden, um die baubedingten Eingriffe in den Wasserhaushalt der betroffenen Ökosysteme belastbar prognostizieren zu können und eine angemessene Beweissicherung zu ermöglichen.

Auswirkungen dynamischer Belastungen

Baumaßnahmen sind häufig mit dem Eintrag dynamischer Belastungen in Baugrund und Bauwerk verbunden. Sowohl die Fortleitung dieser Einwirkungen als auch die Auswirkungen sind zwar abschätzbar, müssen aber insbesondere für den Baugrund und für die Wechselwirkung Baugrund/Gründungskörper mit größerer Präzision bestimmbar werden. Diese wird durch Weiterentwicklung von Messverfahren und Auswertung vorhandener Messdaten angestrebt.

2.3.4 Technisch-biologische Ufersicherungen

Bemessungsregeln für technisch-biologische Ufersicherungen an Wasserstraßen existieren derzeit nicht, sind jedoch erforderlich, um die Anwendbarkeit entsprechender Maßnahmen prüfen und diese anschließend dimensionieren zu können. Dazu bedarf es gezielter Untersuchungen zum Einfluss der Vegetation auf die Bodeneigenschaften und die Uferstabilität. Für die Wechselwirkung Wurzel/Boden sind Labor- und Modellversuche erforderlich, die zum Teil neu-, zum Teil weiterentwickelt werden müssen. In der BAW stehen Versuchseinrichtungen zur Verfügung, mit denen die relevanten Belastungsgrößen Welle, Absenk und Strömung simuliert werden können. Labor- und Modellversuche sind durch In-situ-Untersuchungen (Messungen, Monitoring, Probestrecken) zu ergänzen. Für das Langzeitverhalten ist ein umfangreiches Monitoring unerlässlich, da sich die Wechselwirkungen von Pflanzen und Boden mit dem Alter erheblich ändern.

3 Daten und Methoden

3.1 Übergreifende Konzeption zur Bereitstellung von Daten und Informationen

Die von der BAW vorgehaltenen Daten und Informationen sind für die Aufgabenbearbeitung unverzichtbar. Aufgrund der rasant ansteigenden Datenmengen in den letzten Jahren, der immer höheren Komplexität der hierfür vorzuhaltenden technischen Plattformen und der aktuell sich deutlich ändernden rechtlichen und politischen Vorgaben zum Umgang mit öffentli-

chen Daten erachtet es die BAW als notwendig, ein übergreifendes fachliches und organisatorisches Konzept für das Management und die Verwendung der Fachdaten zu entwickeln.

Moderne Informationssysteme sind für ein effizientes Wissensmanagement unverzichtbar. Bereits die heute verfügbare Informationstechnik bietet ein großes Potenzial, verfügbare Daten und Metadaten vielen internen und externen Nutzern zeitnah zur Verfügung zu stellen. Diesbezügliche FuE-Schwerpunkte der BAW beziehen sich sowohl auf die technische Umsetzung der Erfassung, Auswertung, Visualisierung und Archivierung, als auch auf die Mitwirkung bei der Definition internationaler Standards und der automatisierten Aufbereitung der Daten für eine effiziente Bereitstellung. Darüber hinaus sind die Produkte und Erfahrungen der BAW in Datenbanken zu sammeln und in strukturierter Form für weitere Anwendungen zur Verfügung zu stellen.

Die BAW wird ein einheitliches, auf dem Open-Access-Prinzip basierendes Konzept für den Zugang zu wissenschaftlichen Fachdaten und Publikationen entwickeln, das die besonderen Belange der BAW sowohl als gutachterlicher Berater der WSV als auch als Ressortforschungseinrichtung berücksichtigt.

3.2 Datensammlungen und Informationssysteme

Die WSV stellt bereits heute eine Vielzahl von Daten zu den Bundeswasserstraßen über verschiedene Fachportale zur Verfügung. Die BAW wird sich intensiv in die kontinuierliche Weiterentwicklung der entsprechenden Angebote einbringen. Ziel ist auch die an den Bedürfnissen von Wissenschaftseinrichtungen orientierte Aufbereitung und Bereitstellung von Informationen. Die BAW wird die von ihr verantworteten Informationsangebote strukturiert aufbauen und weiterentwickeln. Einen Schwerpunkt wird dabei auch die Bereitstellung der im Rahmen der FuE-Projekte gewonnenen Daten und entwickelten Instrumente bilden. Die nachfolgenden Beispiele stehen für diese Strategie.

Datenbank für boden- und felsmechanische Laborversuche

Baugrundaufschlüsse und Laborversuche sind sehr teuer, sodass zu ihrer Absicherung und Ergänzung auf bestehende Untersuchungsergebnisse zurückgegriffen wird. Auf die Einbeziehung solcher „vergleichbaren Erfahrungen“ hebt auch die neue geotechnische Normung ab. In Verbindung mit der Bohrpunktdatenbank der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) werden die Ergebnisse boden- und felsmechanischer Laborversuche in einer Datenbank für Bodenkennwerte gesammelt und dokumentiert, archiviert, ausgewertet und zur Verfügung gestellt. Da die Struktur bodenmechanischer Kenngrößen trotz weitgehender Normung der Versuche äußerst heterogen ist und auch ihre Anwendung in geotechnischen Nachweisen eine große Vielfalt aufweist, muss ein spezielles Datenbankkonzept entwickelt werden, das diese Besonderheiten berücksichtigt.

Funktionales Bodenmodell für den Küstenbereich

Das Funktionale Bodenmodell dient der Beschreibung der Oberfläche des Gewässerbodens im Gebiet der Nordsee, der Ästuare und des Wattenmeeres. Es beruht auf der Historie einer sehr umfangreichen Menge von Messdaten (Wassertiefen, Bodenformen, Sedimentverteilung, etc.) einschließlich zugehöriger Metadaten und beinhaltet softwaregestützte, flexibel anpassbare Methoden zur Interpretation und zur raum-zeitlichen Interpolation der Daten. Produkte der implementierten Methoden werden im Funktionalen Bodenmodell vorgehalten. Sie werden in der BAW zum Aufbau mathematischer Simulationsmodelle für die Küstengebiete genutzt. Ausgewählte Ergebnisse der Simulationsmodelle werden in das Funktionale Bodenmodell integriert. Das Modellsystem wurde im Rahmen des KFKI-Projekts AufMod („Aufbau integrierter Modellsysteme zur Analyse der langfristigen Morphodynamik in der Deutschen Bucht“) in einem umfangreichen Forschungsverbund entwickelt. Weitere FuE-Aktivitäten werden gemeinsam von BSH und BAW bearbeitet.

Nationales Meeres- und Küsten-Informationssystem

Die im Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) zusammengeschlossenen Verwaltungen des Bundes und der Länder haben sich im Jahr 2001 auf einen gemeinsamen Metadatenstandard auf der Basis von ISO 19115 geeinigt. In den Küstendienststellen werden die Datenbestände dokumentiert und sind im Nord- und Ostsee-Küsteninformationssystem NOKIS recherchierbar. Die NOKIS-Metadatenbank ist an das Geoportal des Bundes GDI-DE sowie an das Umweltportal Deutschland PortalU über standardisierte Katalog-Schnittstellen angeschlossen. Seit 2013 sind marine Geodaten im Fachportal „Marine Daten-Infrastruktur Deutschland MDI-DE“ behörden- und länderübergreifend mit Metadaten recherchierbar und mit Internetdiensten zur Visualisierung und zum Herunterladen nutzbar. So wird zukünftig die umfassende und fristgerechte Bereitstellung von Geodaten und Informationen aus dem Meeres- und Küstenbereich gemäß den geltenden EG-Richtlinien wie MSRL (Meeresstrategie Rahmenrichtlinie) und INSPIRE (Europäische Geodaten-Infrastruktur) sichergestellt.

3.3 Methoden

Entwicklungsarbeiten zur Verbesserung der wissenschaftlichen Werkzeuge erweitern oder verbessern die Methoden. Dies gilt insbesondere für die empirische Forschung und für Forschungen, die auf Simulationsmodellen fußen. Das BAW-Forschungsprogramm umfasst deshalb auch die Entwicklung der wissenschaftlichen Werkzeuge.

Die strategische und konzeptionelle Positionierung der angewandten BAW-Forschung erfordert eine besondere Methodenkompetenz. Die BAW untersucht und begutachtet die Auswirkungen von Baumaßnahmen an den Bundeswasserstraßen sowie den Bestand und die Erhaltung ihrer Infrastruktur. Dies erfolgt auf einer qualitätsgesicherten, wissenschaftlich fun-

dierten und transparenten Grundlage. Mit den von der BAW eingesetzten Methoden müssen auch singuläre Fragestellungen bearbeitet werden, die sich aus komplexen Wechselwirkungen in besonderen Wasserstraßenabschnitten ergeben. Die BAW führt dafür eine spezialisierte angewandte Eigenforschung, verbunden mit einer spezialisierten Methodenentwicklung, durch.

In der täglichen Bearbeitungspraxis bindet die methodenbasierte Untersuchung die Fachbereiche Bautechnik, Geotechnik und Wasserbau gemeinsam ein. Das strategische Ziel für die umfassende Methodenkompetenz im Verkehrswasserbau besteht deshalb im Einsatz und ggf. der Koppelung der Methoden und Werkzeuge über die Fachbereiche hinweg. Eine auch die biotischen Auswirkungen zunehmend berücksichtigende Forschung erfordert interdisziplinär angelegte Forschungsziele mit Methoden, die auch die Schnittstellen zu den Forschungspartnern im interdisziplinären Verbund effizient berücksichtigen können.

Die Pflege und Weiterentwicklung der BAW-eigenen Methoden wird übergreifend koordiniert und von Beschäftigten der BAW oft im Verbund mit externen Auftragnehmern durchgeführt. Ziel ist es, die Methodenvielfalt so weit wie möglich zu reduzieren und dabei Simulationsbausteine der Fachbereiche so weit wie möglich in gemeinsame Simulationssysteme zu integrieren. Mittelfristig sollen die Methoden der Qualitätssicherung im Hinblick auf das Datenmanagement im Bearbeitungsprozess und im Hinblick auf externe Nachvollziehbarkeit von Untersuchungsergebnissen weiter gesteigert werden. Ein weiteres konzeptionelles Ziel der Methodenentwicklung ist es, inhärente Unsicherheiten in den Eingangsdaten und in den Parametrisierungen im Untersuchungsergebnis zu quantifizieren, um im Verkehrswasserbau das Verständnis für wahrscheinlichkeitstheoretisch basierte Aussagen zu verbessern.

3.3.1 Methoden im Fachbereich Bautechnik

Die Abteilung Bautechnik führt integrale Untersuchungen und Begutachtungen an Massiv- und Stahlwasserbauten des Verkehrswasserbaus und an Brücken durch. Die Analysen dienen dabei der realistischen Abbildung des Tragwerksverhaltens, der Mobilisierung von Tragwerksreserven, der Bestimmung von wasserbauspezifischen charakteristischen Einwirkungen, der Bestimmung von im Verkehrswasserbau eingesetzten Materialien und der Optimierung von Tragwerksstrukturen.

Bei numerischen Analysen werden die sich dabei ergebenden fachwissenschaftlichen Fragestellungen inhouse, aber auch im Auftrag extern mit 2D/3D FE-Modellierungen bearbeitet. Modelliert werden z. B. zur Tragwerksanalyse das nichtlineare Werkstoffverhalten sowie Bauwerk-Boden-Interaktionen, zur Bestimmung des frühen Zwangs in der Erhärtungsphase des Betons die Kopplung thermisch und strukturmechanisch instationärer Berechnungen mit nichtlinearem Materialverhalten.

Folgende Weiterentwicklungen der Methoden und Verfahren sind vorgesehen:

Kommerziell verfügbare Software (z. B. ANSYS) soll entsprechend wasserbauspezifischer Fragestellungen angepasst und erweitert werden. Dazu gehören:

- bei nichtlinearen Berechnungen modifizierte Materialmodelle und Schädigungsmechanismen, die durch Bauwerksuntersuchungen festgestellt werden konnten,
- verbesserte Erfassung der instationären hydraulischen Beanspruchung von Bauwerken (Durchströmung), Berücksichtigung von Inhomogenitäten,
- verbesserte Kopplung hydraulischer und mechanischer Strukturanalysen durch automatisierte Iterationen.

Simulationsverfahren zur Identifizierung maßgebender Parameter bei der Strukturanalyse von Bauwerken und Werkzeuge zur Robustheitsanalyse sollen unter Berücksichtigung der Parameterstreuung bei nichtlinearen Strukturmodellierungen zur qualifizierten Bewertung von Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit weiterentwickelt werden.

Verfahren zur Integration von Ergebnissen unterschiedlicher Bauwerksbeobachtungen, wie Bauwerksinspektion, geodätische Messungen, Bauwerksmonitoring, Materialuntersuchungen usw., zur Dokumentation und Prognose des Systemverhaltens, insbesondere bei sicherheitsrelevanten und/oder geschädigten Bauwerken, sollen entwickelt werden.

Eurocode-konforme Sicherheitsformate sind als Basis der Nutzung nichtlinearer Methoden der Strukturanalyse anzupassen und anzuwenden.

Verfahren und Methoden FORM/SORM zur Zuverlässigkeitsbewertung von Wasserbauwerken und Brücken sind über probabilistische Berechnungen weiterzuentwickeln.

Für Methoden zur Anpassung und Verbesserung des in der Entwicklung befindlichen Erhaltungsmanagementsystems sind vorgesehen:

- Anpassung von Inspektionsdaten an die zur Prognose von Schäden generierten MARKOV-Ketten zur Verifikation und Verbesserung der Modelle, aber auch zur Identifikation und Berücksichtigung relevanter Parameter,
- Implementierung von Instandsetzungsmaßnahmen und die zuverlässigkeitsorientierte Betrachtung der aktuellen und zukünftigen Bauwerkszustände. Die Weiterentwicklung bedarf dabei der Berücksichtigung der besonderen Anforderungen an ein Managementsystem zur Verwaltung einer Vielzahl von unterschiedlichen Objekten.

Künftige Anforderungen für die Begutachtung von und die Forschung an Baustoffen erfordern:

- Weiterentwicklung der Methoden zur Dauerhaftigkeitsbemessung von Beton und Betoninstandsetzungssystemen (z. B. für Chlorid, Hydroabrasion, Frost etc.),

- Weiterentwicklung von zerstörungsfreien und ggf. zerstörenden Bewertungsmethoden zu Verbundflächen im Massivbau (z. B. Rauheit von Arbeitsfugen, Instandsetzungsuntergründe etc.),
- Methodik zur Bewertung von frühem und spätem Zwang im Massivbau (Hydratationswärmeentwicklung, Bauteilversuche, numerische Analyse etc.).
- Zusatzprüfungen an Beschichtungsstoffen (Korrosionsschutz) wie E-Modul-Messung bei tieferen Temperaturen, Haftfestigkeit bei stoßartiger Belastung, Oberflächenhärte, Wasserdiffusionskoeffizient und Restlösemittelgehalt. Die Berücksichtigung solcher neuer Prüfanforderungen komplettiert letztlich auch die bei der BAW durchgeführte Zulassungsprüfung von Stahlwasserbaubeschichtungen nach RPB 2010 hinsichtlich ihrer Kennwerte.

3.3.2 Methoden im Fachbereich Geotechnik

Die Basis geotechnischer Aussagen ist eine ausreichende und sorgfältige Baugrunderkundung. Dafür stehen direkte Erkundungsmethoden (Bohrungen) mit Materialentnahme und indirekte Methoden (geophysikalische Verfahren und Sondierungen) zur Verfügung. In der BAW werden die Bohrungen durch die Entnahme von Gefrierkernen ergänzt, die ungestörte Probekörper auch in nichtbindigem Boden ermöglicht. Für Schlick wurde ebenfalls ein gesondertes Entnahmegesetz entwickelt.

Im Rahmen der geotechnischen Erkundung erfolgen häufig geotechnische Feldversuche, die bei Bedarf aufgabenbezogen von der BAW weiterentwickelt werden, wie z. B. das Flatdilatometer, die instationäre Durchlässigkeitsmessung, das Sedimentecholot oder die Dichtebestimmung von Schlick.

Bei geotechnischen Laborversuchen an den aus den Erkundungsverfahren gewonnenen Bodenproben ist es häufig sinnvoll, mehrfache Versuche mit unterschiedlichen Geräten durchzuführen, da Ergebnisse oft durch Bauweise und Funktionsweise des Versuchsgeräts beeinflusst sind. Bei Bedarf werden Versuchsgeräte modifiziert oder selbst entwickelt, wie z. B. das Calcimeter, die Laborflügelsonde, das Laborpenetrometer, Geräte zur Bestimmung der Rauigkeit, der Wasseraufnahme, des Zerfallverhaltens von Boden, der Biegefähigkeit von Dichtungston oder der Erosionsfestigkeit von Böden. Für eine optimale Probenvorbereitung sollen Methoden entwickelt werden, die es ermöglichen, auch sehr empfindliche Proben erfolgreich in das Versuchsgerät einzubauen. Beispiele sind das Ausbohren von gerichteten Prüfkörpern aus im Gipsbett fixierten Bohrkernen sowie Gefrier- oder Vakuumverfahren. Die Bestimmung der Scherfestigkeit durchwurzelter Bodenproben ist mit einer völlig neuen Vorbereitungstechnik noch weiterzuentwickeln. Bei vielen Fragestellungen ist es wesentlich, die Scherfestigkeit im Bereich geringer Spannungen zu kennen, was eine aufwändige, zum Teil erst noch zu entwickelnde Versuchstechnik erfordert.

Für die Bemessung sind die Scherparameter die wesentlichen Eingangsgrößen, die mit entsprechenden Versuchen ermittelt werden. Bei organischen Böden ist dies mit großen Schwierigkeiten verbunden. Baumaßnahmen in solchen Böden sind entweder mit hohem Aufwand verbunden oder gänzlich unmöglich. Sonderverfahren für die Probenentnahme und in der Versuchstechnik müssen entwickelt werden, um bei organischen Böden die optimale Vorgehensweise planen zu können.

Um die Wechselwirkung von Bauwerk, Baugrund und Wasser erfassen zu können, werden physikalische Modelle entwickelt. Beispiele sind die Modellierung von Deckwerken in der Freiluftversuchsgrube der BAW, so z. B. zur Untersuchung der Filterstabilität des Deckwerkaufbaus, der Verformung des Untergrundes bei schiffsinduzierten Belastungen oder der Stabilität von vegetationsgeschützten Böschungen. Zur Erfassung der Belastungen und Verlagerungen von Deckwerkselementen wurden instrumentierte Deckwerkssteine entwickelt. Andere physikalische Modelle dienen zur Erforschung der Porenströmungen und der Transportvorgänge im Boden oder an Grenzflächen von Bodenschichten. In Entwicklung sind physikalische Modelle zur Filterstabilität von durchwurzelter Böden.

Für geotechnische Bemessungs- und Berechnungsverfahren stehen zahlreiche analytische Modelle zur Verfügung, die zum Teil genormt in Empfehlungen niedergelegt sind, zum Teil Eigenentwicklungen sind, z. B. für die Stabilität einer Böschungsoberfläche bei austretendem Sickerwasser (Zweck/Davidenkoff) oder zur Böschungsstabilität bei schnellem Wasserspiegelabsenk (GBBSOft). Derzeit in Entwicklung ist ein analytisches Modell für Gewässerränder mit technisch-biologischer Ufersicherung.

Numerische Methoden sind ein inzwischen unverzichtbares Handwerkszeug für die Erfassung der Wechselwirkungen zwischen Baugrund, Bauwerk, Grundwasser und Oberflächenwasser. Im Einsatz sind geomechanische Modelle auf der Basis Finiter Elemente, Finiter Differenzen oder Diskreter Elemente für vertikal-ebene oder dreidimensionale Simulationen. Die Materialgesetze reichen von einfachen linear-elastischen Ansätzen mit oder ohne idealplastische Grenzbedingung bis zu hoch nichtlinearen Spannungs-Dehnungs-Beziehungen, die zum Teil weiterentwickelt werden. Mit geohydraulischen Finite-Elemente-Modellen werden die Grundwasser- oder Sickerwasserströmungen horizontal-eben, vertikal-eben oder dreidimensional simuliert. Die Wechselwirkungen der Komponenten, Boden, Bauwerk, Wasser und ggf. Temperatur werden in entsprechend kombinierten Modellen abgebildet. Derzeit in Entwicklung befinden sich gekoppelte Ansätze, die die Wechselwirkung von Porenwasserdrücken und Volumenänderungen im Boden in einem Schritt berücksichtigen, sowie Modelle zur Simulation von hydraulisch induziertem internem Materialtransport mithilfe der Theorie poröser Medien und der Wechselwirkung von turbulentem Oberflächenwasser, Grundwasser und Boden mithilfe netzfreier numerischer Verfahren.

3.3.3 Methoden im Fachbereich Wasserbau

In den Wasserbauabteilungen für den Binnen- und den Küstenbereich bilden hydraulische, fahrdynamische und morphologische Simulationen mittels numerischer und gegenständlicher Verfahren das zentrale methodische Standbein. Angesichts der zunehmend anspruchsvoller werdenden Aufgaben kommt der Weiterentwicklung dieser Methoden für die BAW enorme Bedeutung zu. Dementsprechend ist ein Großteil der strategischen Vorsorge der beiden Abteilungen auf die Entwicklung innovativer Methoden gerichtet.

Die BAW verfügt über mehrere international eingesetzte Simulationsverfahren, deren Berechnungskern von externen Einrichtungen übernommen wurde und deren Funktionalität durch Eigenentwicklungen schrittweise vervollständigt wird. Die eingesetzten Modellverfahren müssen international anerkannt und der Programmcode muss aus Gründen der Qualitätssicherung und der Erweiterbarkeit für die BAW offen sein. Die Verfügbarkeit mehrerer Simulationsverfahren ermöglicht vergleichende Modell Anwendungen und Unsicherheitsanalysen. Zur Pflege und Weiterentwicklung der Modellsysteme stimmen sich die Wasserbauabteilungen für den Binnen- und Küstenbereich ab, um den Aufwand zu minimieren und eine einheitliche Methodenbasis zu gewährleisten.

Alle für die Binnen- und Seeschiffahrtsstraßen durchgeführten projektbezogenen Untersuchungen, Grundsatzuntersuchungen und vorausschauenden Untersuchungen, erfordern zudem Spezialmessungen in der Natur auf höchstem Niveau. Die Gewinnung hochqualitativer Daten der natürlichen Prozesse ist für die Wasserbauabteilungen wesentliches Element für eine gesicherte Fachaussage. Es bestehen spezifische Erfordernisse im Hinblick auf Verfügbarkeit, Genauigkeit und Auflösungsvermögen der Naturdaten.

Für fahrdynamische Untersuchungen verfügt die BAW seit einigen Jahren über eigene Schiffsführungssimulatoren. Die ursprünglich für die Aus- und Weiterbildung von nautischem Personal konzipierten Simulatoren werden durch BAW-eigene Modellentwicklungen modifiziert bzw. erweitert (z. B. zur Berechnung schiffsinduzierter Wellen), um Fragestellungen der Schiffsdynamik in eng begrenztem Fahrwasser fachlich abgesichert bearbeiten zu können.

Binnenbereich

Die Abteilung Wasserbau im Binnenbereich bearbeitet Entscheidungsgrundlagen sowohl für Unterhaltungs- und Ausbauplanungen (z. B. Strombaukonzepte, hydraulisch und morphologisch optimierte Wasserbauwerke, Fahrrinnenabmessungen) als auch für den wirtschaftlichen Betrieb der natürlichen und künstlichen Wasserstraßen. Die Fragestellungen fokussieren auf den Feststofftransport, die Fahrdynamik, die Steuerung von Stauhaltungsketten und auch auf die Wasserwirtschaft im Zusammenhang mit der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Neue Fragestellungen ergeben sich aus der umfassenden Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Gewässer.

Zur Beantwortung flussbaulicher Fragestellungen und als hydrodynamische Grundlage für fahrdynamische Verfahren werden hauptsächlich zweidimensional-tiefengemittelte hydronumerische Modellverfahren eingesetzt. In Anbetracht der Entwicklung der Rechentechnik werden bei deren Einsatz sowohl die räumliche und zeitliche Ausdehnung als auch die Auflösung in Zukunft deutlich zunehmen.

Zur Untersuchung und Optimierung von Wasserbauwerken und bei Untersuchungen zur Interaktion Schiff/Wasserstraße werden vornehmlich dreidimensionale hydronumerische Modellverfahren eingesetzt. Typische Einsatzbereiche in der Abteilung sind hydraulische Bauwerksdimensionierungen, Optimierungen von Schleusenfüll- und -entleerungsprozessen, Simulationen der Bauwerksdurchströmung mit Luft-Wasser-Gemischen, Bewertung von Hochwasserabflüssen an Staustufen, Untersuchungen zu Vorhafenströmungen, Untersuchungen von Propellerstrahlen und deren Wirkung auf die Gewässersohle. Auch im Flussbau kommen dreidimensionale Verfahren infolge ihrer deutlich höheren Prognosegenauigkeit im Nahbereich von Regelungsbauwerken zunehmend zum Einsatz.

Die Ansprüche an die räumliche Differenzierung und die Genauigkeit der Modellaussagen erfordern zunehmend auch die Anwendung mehrdimensionaler morphodynamischer Verfahren. Dreidimensionale morphodynamische Modelle finden in der BAW ihren Einsatz bei kleinräumigen Fragestellungen und vor allem im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, wie z. B. zur Modellierung der Transportkörperdynamik. Die Komplexität morphodynamischer Prozesse ist jedoch bis heute in mathematischen Berechnungsverfahren nur unzureichend abgebildet. Die gezielte Weiterentwicklung der entsprechenden mathematischen Berechnungsverfahren erfordert ein verbessertes Verständnis der Transportprozesse, neue Ansätze zu deren Beschreibung sowie eine detaillierte hydrodynamische Berechnung des dreidimensionalen turbulenten Strömungsfeldes. Eine weitere Herausforderung besteht darin, die Unschärfe der mit den eingesetzten Verfahren erzielten Ergebnisse zu quantifizieren.

Als Folge der immer stärkeren Auslastung der Binnenwasserstraßen durch die Zunahme der Schiffsabmessungen betreffen die Fragestellungen der WSV zunehmend extrem eingeschränktes Fahrwasser und damit den Grenzbereich der Befahrbarkeit. Hierauf reagiert die Abteilung durch gezielte Weiterentwicklung der fahrdynamischen Modellverfahren. Beispielsweise sollen die bisher nicht ausreichend berücksichtigten Einflüsse aus Querströmungen, aus der Wirkung moderner Ruderanlagen und infolge geringer Flottwassertiefen mit verbesserten analytischen und parameterbehafteten Ansätzen simuliert werden. Darüber hinaus sollen bestehende Autopiloten, die derzeit nur begrenzt vorausschauend agieren und vor allem nicht das tatsächliche Verhalten eines Schiffsführers („human factor“) berücksichtigen, weiterentwickelt werden. Auf Basis von Verkehrssimulationsmodellen ist die Verkehrssituation bei der Autopilotierung künftig einzubeziehen.

Der Einsatz gegenständlicher Modelle ist insbesondere für Untersuchungen zum Verständnis der komplexen physikalischen Prozesse und damit als Basis für die Weiterentwicklung der numerischen Verfahren unverzichtbar. Die gegenständlichen Modelle kommen vornehmlich bei solchen Fragestellungen zum Einsatz, für die numerische Verfahren derzeit nicht oder nicht als alleinige Methode einsetzbar sind. Die wesentlichen Gründe hierfür sind, dass zum einen in zahlreichen Bereichen keine zufriedenstellenden theoretischen Ansätze existieren und dass zum anderen zahlreiche für kleine Skalen, gleichsam „nah an der Physik“ konzipierte numerische Verfahren infolge des enormen Bedarfs an Rechenleistung von einem Einsatz für Fragestellungen an Wasserstraßen mit meist großen Simulationsgebieten und -zeiträumen noch weit entfernt sind. Die in der Abteilung bearbeiteten Aufträge setzen daher auch in Zukunft hybride Lösungsansätze voraus, bei denen numerische und gegenständliche Methoden entsprechend ihren spezifischen Stärken einander ergänzend eingesetzt werden.

In ihren mit modernster Messtechnik ausgerüsteten wasserbaulichen Versuchshallen untersucht die BAW mittels gegenständlicher Modelle neben flussbaulichen Fragestellungen auch die Interaktion von Wasserbauwerken mit der Strömung. Insbesondere die Interaktion mit bewegten Objekten (Schiff in der Schleusenkammer, Schlauchwehrmembran, Schwingungsphänomene) ist nach wie vor im gegenständlichen Modell mit besserer Qualität und in größerer Effizienz bearbeitbar als mit numerischen Verfahren. In verschiedenen Laborrinnen werden darüber hinaus Grundsatzuntersuchungen im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten durchgeführt. Als Beispiele seien genannt: Die Wirkung unterschiedlicher Buhngeometrien, Buhnenfeldabmessungen und Buhnenfeldverlandungen auf die Strömungssituation und den Feststofftransport oder die Wirkung von Geschiebezugabe oder -entzug auf die Abmessungen und die Dynamik von Transportkörpern.

Küstenbereich

Die Abteilung Wasserbau im Küstenbereich analysiert, diagnostiziert und prognostiziert hydrologische, sedimentologische und morphodynamische Zustände der Ästuar- und Hafenzufahrten an der Nord- und Ostseeküste. Hierfür entwickelt sie ihre Methoden ständig weiter. Die Methoden zur Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Seeschiff und Wasserstraße sowie zur Fahrdynamik und Führung der Seeschiffe haben im Zuge des Größenwachstums der Seeschiffe an Bedeutung gewonnen und bedürfen deshalb ebenfalls einer ständigen Verbesserung.

Neue Methoden und Verfahren zur Gewinnung von Messdaten in der Natur konzentrieren sich vor allem auf die Erfassung des Schwebstofftransports in Ästuaren, auf seeseitige Randwerte für großräumige Simulationsmodelle, auf die Fahrdynamik der neuen Seeschiffgenerationen und auf wellenerzeugte Belastungen auf Strombauwerke, Anlagen und Uferbereiche. Zur Bemessung von Deckschichten der Ufersicherungsanlagen werden in Forschungsprojekten risikobasierte Methoden eingesetzt.

Zur Verbesserung der Methoden zur Simulation der Schiffsführung nutzt die BAW die Ergebnisse aus Naturuntersuchungen, aus hydraulischen Modellversuchen in der Wasserbauhalle und aus mathematischen Simulationsmodellen und entwickelt auf dieser Basis ergänzende Module für Schiffsführungssimulatoren.

Zur Beschreibung und Analyse der Veränderlichkeit morphologischer und chemischer Zustandsgrößen werden datenbasierte Modelle (Künstliche Neuronale Netze, Spektralanalysen und Kennwertanalysen) für die Mess- und Simulationsdaten entwickelt, mit denen die Historie der Kornzusammensetzung der Gewässersohle, der Sohlenformen, der Wasserstände und Wassertiefen und der Salzgehalte nachvollzogen werden kann. GIS-basierte Verfahren werden zur Zustandsanalyse und zur Ergebnisdarstellung weiterentwickelt, um Kunden die Nutzung der BAW-Ergebnisse zu erleichtern.

Die dreidimensionalen numerischen Simulationsverfahren werden ebenfalls Schritt für Schritt mit dem Ziel weiterentwickelt, alle relevanten Prozesse der Ästuardynamik möglichst vollständig zu erfassen um damit ihre Naturähnlichkeit und Prognosefähigkeit noch weiter zu steigern. Für interne Prüfungen ist es zwingend erforderlich, Untersuchungen parallel mindestens mit einem zweiten international anerkannten Simulationsverfahren durchführen zu können. Im Rahmen der vergleichenden Modellanwendungen ist ein einheitliches Pre- und Post-Processing unter Nutzung standardisierter Schnittstellen unverzichtbar.

Mit einer durch die neu aufgenommene Subgrid-Methode erzielbaren, überaus hohen geometrischen Auflösung der feingliedrigen Strukturen im Untersuchungsgebiet kann das im Küstenbereich örtlich stark variierende Gewässervolumen sehr genau approximiert werden. Die Abteilung Küstenwasserbau arbeitet an der Einsatzfähigkeit des Subgrid-Verfahrens UnTRIM², um damit die Genauigkeit der simulierten Tidedynamik und die Effizienz von Langfristuntersuchungen noch weiter zu steigern.

Wichtige Ziele der aktuellen und der mittel- bis langfristigen Methodenentwicklung sind auf die verbesserte Naturähnlichkeit der mathematischen Simulation komplexer Feststofftransportprozesse, des Feinsedimenthaushalts komplexer Ästuarsysteme, der Bildung hochkonzentrierter Schwebstoffsuspensionen, der Sauerstoffverhältnisse und der Fluid-Mud-Dynamik gerichtet.

Im Küstenwasserbau ist es erforderlich, dreidimensionale Simulationsmodelle für lange Simulationszeitspannen und sehr große Untersuchungsgebiete einzusetzen. Dies erfordert Methoden und Werkzeuge zur Verwaltung und Auswertung temporärer Big-Data-Bestände. Zur effizienten und fachgerechten Auswertung und Analyse dieser Daten entwickelt die BAW umfangreiche softwaregestützte Methoden. Diese sind auch für die Öffentlichkeit im BAWiki ausführlich dargestellt (http://www.baw.de/methoden/index.php5/Mathematische_Verfahren).

4 Weiterentwicklung von Regelwerken und Empfehlungen

Instrumente wie Normung und Standardisierung liefern wesentliche Beiträge für ein Funktionieren des europäischen Binnenmarktes und des weltweiten Handels. Sie werden in vielen Bereichen des öffentlichen Interesses wie beispielsweise bei der Konkretisierung von in Rechtsvorschriften festgelegten übergeordneten Schutzziele und Kriterien sowie zur Erreichung von industriepolitischen Zielen angewandt. Empfehlungen und Regelwerke sind letztendlich das Ergebnis oftmals langjähriger Erfahrungen mit Vorgehensweisen, Stoffen und Prozessen. Sie bilden zugleich aber im Idealfall auch das abschließende Element der Umsetzung von Forschungs- und Entwicklungsprozessen in die Praxis, was durch bereits abgeschlossene und noch laufende Forschungsvorhaben dokumentiert ist.

Die intensive Begleitung von Normungs- und Standardisierungsprozessen ist eine wesentliche Aufgabe der BAW im Rahmen ihrer Beratung für das BMVI und die WSV, da Empfehlungen und Regelwerke eine wesentliche Grundlage des technischen und öffentlichen Handelns bilden. Sie formulieren Sicherheits- und Umweltaanforderungen, standardisieren Planungen, Methoden und Bauausführungen und sind damit ein wichtiger Baustein für ökonomisch und ökologisch angemessenes Agieren. Regelwerke verbessern in Organisationseinheiten innerbetriebliche Prozesse. Sie stellen eine Art Technologietransfer dar. Volkswirtschaftlich entfalten Regelwerke einen größeren Beitrag zum Wirtschaftswachstum als vergleichsweise Patente und Lizenzen. Regelwerke können darüber hinaus den technischen Wandel fördern.

Für den Verkehrsträger Wasserstraße sind das BMVI und die WSV auf Regelwerke angewiesen, die neben allgemeingültigen Anforderungen auch den besonderen Aspekten des Verkehrswasserbaus in angemessener Weise gerecht werden.

Die BAW detektiert und formuliert aus ihrer projektspezifischen Arbeit für die WSV heraus, aber auch im Hinblick auf strategische Zielsetzungen von BMVI und WSV grundsätzliche Problemstellungen und erarbeitet hierfür mit angewandter Forschung und Entwicklung Lösungen. Diese Lösungsansätze werden der Praxis in verschiedenen Stufen von ersten projektspezifischen Umsetzungen über allgemeine Empfehlungen, beispielsweise in BAW-Merkblättern, bis hin zu Beiträgen in wasserbauspezifischen sowie nationalen und internationalen Regelwerken (DIN, EN, ISO) zur Verfügung gestellt.

Ihr Engagement in ausgewählten BMVI-eigenen, aber auch nationalen (DIN, DAfStb, DIBt etc.) und internationalen (ISO, EN etc.) Gremien versetzt die BAW nicht nur in die Lage, verkehrswasserbauspezifische Aspekte unmittelbar einzubringen, sondern ermöglicht ihr auch, aus Sicht des Verkehrswasserbaus vorhandene Defizite frühzeitig zu erkennen und diesen durch Entwicklungsarbeit zu begegnen.

Aufgrund ihrer fachlichen Kompetenz und ihrer Unabhängigkeit werden BAW-Beschäftigte als Mitarbeiter und Leiter nationaler und internationaler Gremien geschätzt.

5 Wissensmanagement und Wissenstransfer

Der Wissenstransfer zu Kunden, Partnern und der Scientific Community ist für die BAW eine Aufgabe von zentraler Bedeutung und deshalb wesentlicher Bestandteil der Forschungsstrategie.

5.1 Informationsbereitstellung

Die BAW bekennt sich zur Verwirklichung des Open-Access-Gedankens für das von ihr generierte Forschungswissen. Sie wird eine auf ihre Belange sowie die Belange der WSV abgestimmte Strategie entwickeln und umsetzen. Einheitliche Maßstäbe für den Publikationsprozess werden darin realisiert. Dabei sind alle Wissensprodukte der BAW zu berücksichtigen, unabhängig von der Aufgabenstellung und der aktuellen Sichtbarkeit. Nur bei Betrachtung des Gesamtzusammenhangs ist eine zielgerichtete und organisatorisch durchdachte Publikationsstrategie für die BAW von Mehrwert.

Die BAW hat die digitale Bereitstellung des von ihr erarbeiteten Fach- und Methodenwissens bereits weit vorangebracht. Sie wird den Ausbau der digitalen Bibliothek und des BAWiki weiter vorantreiben.

Die Themen der BAW-Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sind jederzeit aktuell auf der BAW-Homepage präsent. Die Ergebnisse werden nicht nur in einschlägigen Publikationen veröffentlicht oder gehen in BAW-Merkblätter etc. ein, sondern werden themenbereichsbezogen in der Publikationsreihe BAWMitteilungen oder in Tagungsbänden von BAW-Forschungskolloquien veröffentlicht. Alle von der BAW publizierten Periodika sowie die von ihr herausgegebenen Konferenzbände stehen in digitaler Form kostenfrei zur Verfügung. Darüber hinaus werden ausgewählte Merkblätter und Richtlinien auch international in englischer Sprache verbreitet.

Die BAW sieht es als ihre Aufgabe an, die Verkehrswasserbauliche Zentralbibliothek als zentralen Wissenschaftsdienstleister für den Verkehrswasserbau in Deutschland weiter auszubauen. Mit der Etablierung eines digitalen Bibliotheksportals ist hierzu ein entscheidender Schritt getan.

Die BAW hat für das Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) ein umfangreiches wissenschaftliches Fachportal etabliert. Fachpublikum und interessierte Öffentlichkeit haben Zugang zu aktuellen Informationen aus der Küstenzone an Nord- und Ostsee. Das KFKI-Portal ist für eine Vielzahl von Küstenforschungsprojekten eine zentrale Informations-

drehscheibe für den Wissenstransfer. Vertreter und Mitarbeiter aller Gremien des KFKI und der laufenden Projekte können die dort hinterlegten Dokumente und Materialien für ihre Studien nutzen. Durch die enge Vernetzung mit der BAW kann das KFKI leistungsfähige Informationsangebote aufbauen.

5.2 Kooperationen

Die BAW strebt in Kooperation insbesondere mit universitären Partnern eine starke Beteiligung an nationalen und internationalen Forschungsprojekten an. Mit der Etablierung des neuen Forschungshaushalts ab dem Jahr 2011 wurden die hierzu notwendigen strukturellen Voraussetzungen geschaffen. Die Zahl der Kooperationsprojekte hat sich seitdem signifikant erhöht. Derzeit ist die BAW in mehr als 50 Kooperationen weltweit vernetzt. Die BAW will das erreichte hohe Niveau halten. Im internationalen Bereich soll die Zusammenarbeit mit geeigneten Wissenschaftseinrichtungen aus Schwellenländern aufgebaut werden.

Beispiele für Kooperationen sind:

- Internationales wissenschaftliches Konsortium für Entwicklung und Bereitstellung des Simulationsverfahrens TELEMAC,
- Interaktion zwischen den Strömungen im Ober- und Unterwasser von Stauanlagen und vorhandenen Wasserkraftanlagen im Zusammenhang mit den Themen Fischaufstieg und Fischabstieg,
- Untersuchung von Prozessen der Morphodynamik in Tideästuaren der Deutschen Bucht,
- Ingenieurmodell zur Dimensionierung der Bewehrung für Zwangsbeanspruchung,
- Naturnahe Böschungsstabilisierung an Ufern schiffbarer Binnengewässer.

5.3 Veranstaltungen

Die derzeitigen Veranstaltungsformate der BAW (Kolloquien, Aussprachetage und Workshops) genießen eine hohe Akzeptanz von Seiten der Fachöffentlichkeit. Die Kommunikation von Forschungsthemen ist als fester Bestandteil dieser Formate etabliert.

Die BAW beteiligt sich regelmäßig aktiv an der Konzeption und Organisation wissenschaftlicher Veranstaltungen mit nationalen und internationalen Partnern. Ziel ist es, die Vernetzung zwischen Ressortforschung und universitärer Forschung weiter zu stärken und die Internationalisierung des Wissenstransfers voranzutreiben. Wissenschaftliche Kongresse werden auf Basis anerkannter Qualitätsstandards durchgeführt (Peer-Review-Verfahren).

Besondere Bedeutung wird der Teilnahme von BAW-Wissenschaftlern an nationalen und internationalen Konferenzen beigemessen. Bei diesen Veranstaltungen besteht die Möglichkeit des unmittelbaren persönlichen Fachaustauschs und der Vernetzung. Der damit verbun-

dene Informationsgewinn kommt der eigenen Arbeit unmittelbar zugute und ermöglicht einen kontinuierlichen Wissensstand auf höchstem Niveau.

5.4 Mitnutzung der wissenschaftlichen Infrastruktur

Die BAW verfügt über eine exzellente Ausstattung, was die eingesetzten Verfahren, Methoden und die technische Infrastruktur betrifft. Die BAW stellt diese im Rahmen von Kooperationen regelmäßig ihren Partnern aus Wissenschaft und Forschung zur Verfügung.

Die im Kapitel 6 dargestellte Entwicklung einer Open-Access-Strategie wird konsequent auch die Bereitstellung von in der BAW entwickelten Methoden und Verfahren umfassen.

5.5 Unterstützung der Lehre an Hochschulen und Universitäten

Für die BAW hat die Unterstützung der universitären Lehre einen hohen Stellenwert. Gegenüber dem Zeitpunkt der Erstevaluierung durch den Wissenschaftsrat im Jahr 2008 wurde die Beteiligung des wissenschaftlichen Personals der BAW in diesem Bereich weiter verstärkt. Derzeit bestehen 11 Lehraufträge an Universitäten und Hochschulen, darunter zwei Honorarprofessuren. Der Wahrnehmung von Lehraufträgen kommt dabei im Rahmen der strategischen Personalentwicklung eine wichtige Doppelfunktion zu. Zum einen wird die wissenschaftliche Weiterentwicklung des vorhandenen Personals gefördert. Zum anderen bildet die enge Einbindung in die Lehre einen Baustein im Rahmen der Personalgewinnungsstrategie der BAW.

5.6 Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

Die Zahl der Diplomanden und Doktoranden in der BAW hat sich in den letzten Jahren signifikant erhöht. Für die BAW ist dies ein wichtiges Instrument zur Intensivierung der wissenschaftlichen Vernetzung und der Gewinnung von leistungsstarken Nachwuchskräften.

Die BAW bietet auch künftig regelmäßig 40 bis 50 Studierenden Beschäftigungsmöglichkeiten im Rahmen von studienbegleitenden Praktika bzw. als wissenschaftliche Hilfskräfte an. Dies ermöglicht diesen, frühzeitig praktische Arbeits- und Projekterfahrung zu sammeln.

Die BAW strebt die Einbindung in internationale studentische Austauschprogramme an.

Die aktive Förderung von wissenschaftlichem Nachwuchs stellt einen Kernbaustein der Personalgewinnungsstrategie der BAW dar. Seiner kontinuierlichen Weiterentwicklung kommt deshalb besondere Bedeutung zu.

6 Qualitätssicherung und Organisation

6.1 Veröffentlichungen und Vorträge

Den Bausteinen Veröffentlichungen und Vorträge kommt neben der im Kapitel 5 beschriebenen Transferfunktion auch die zentrale Funktion der Qualitätssicherung der wissenschaftlichen Arbeit in der BAW zu. Beide Bausteine werden deshalb gegenüber den Beschäftigten nachdrücklich gefördert und gefordert. Sie bilden einen wichtigen Maßstab für die Entwicklung des wissenschaftlichen Personals im Hinblick auf die Übernahme von Führungsaufgaben.

6.2 Methodendokumentation

Der systematische Umgang mit der Ressource Wissen erfordert in einer großen Einrichtung wie der BAW ein ausgefeiltes Wissensmanagement, das für den Erwerb und die Entwicklung von Wissen, dessen Teilung, Nutzung und Bewahrung sorgt. In Ergänzung und Erweiterung klassischer Methoden und Verfahren des Wissensmanagements nutzt die BAW auch ein Wiki-System. Damit ist das Ziel verbunden, den Grad der Zusammenarbeit bei der Schaffung, Dokumentation und Verbreitung von Wissen zu erhöhen und auf diese Weise neue Potenziale der Wissensproduktivität zu erschließen. Mit BAWiki ist ein öffentlich zugänglicher Speicher zum erarbeiteten Methodenwissen geschaffen worden, der inzwischen zu einer wichtigen Säule im Wissensmanagement der BAW herangereift ist. Das BAWiki gliedert sich derzeit in die Themenbereiche:

- Mathematische Verfahren,
- Naturmessungen,
- Ökologische Durchgängigkeit,
- Schiffsführungssimulation und
- Wasserbauliches Versuchswesen.

Mit dem BAWiki hat die BAW eine Basis geschaffen, mit der sie den wissenschaftlichen Austausch mit der Scientific Community über die von ihr verwendeten Methoden und Verfahren deutlich ausweiten kann.

6.3 Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis

Die Sicherung einer guten wissenschaftlichen Praxis ist für die BAW elementarer Bestandteil ihres Grundverständnisses als unabhängiger wissenschaftlicher Gutachter. Die BAW orientiert sich dabei an den Empfehlungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

6.4 Forschungsmanagement

Forschung und Entwicklung sind Leitungsaufgabe in der BAW. Die BAW verfügt über ein zentrales und unmittelbar an die Leitung angebundenes Forschungsmanagement. Dem Leiter der BAW obliegt insbesondere die strategische Zielbestimmung und Priorisierung. Der stellvertretende Leiter nimmt als Forschungsbeauftragter übergreifende Koordinierungsaufgaben wahr. Dieser unterstützt und berät die Leitung in allen grundsätzlichen Forschungsangelegenheiten. Weiter obliegen ihm die interne Koordinierung der Vorhaben, der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel und die Abstimmung mit dem BMVI.

Zur abteilungsübergreifenden Koordination des Managements von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben werden von den Abteilungsleitern Ansprechpartner benannt (Forschungskordinatoren). Dabei handelt es sich um Wissenschaftler mit ausgewiesener langjähriger eigener Forschungserfahrung. Die Forschungskordinatoren unterstützen den Forschungsbeauftragten bei der Aufgabenwahrnehmung. Ziel ist es, die Ergebnisorientierung und Transparenz der FuE-Vorhaben zu erhöhen, die Koordinierung und Verzahnung der FuE-Vorhaben untereinander und im Hinblick auf die FuE-Vorhaben der anderen Fachabteilungen zu intensivieren, den internen und externen Wissenstransfer zu verstetigen, die wissenschaftlichen Kooperationen mit nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen auszubauen und Informationen über und Zugang zu Fördermöglichkeiten (Drittmittel) zu erleichtern. Darüber hinaus unterstützen die Forschungskordinatoren die Abteilungsleiter bei der Steuerung und Organisation der Forschungsaktivitäten in ihrem Fachbereich.

Die BAW-interne „Richtlinie zum Management von FuE-Vorhaben“ soll ein stringentes fachliches und administratives Management der Vorhaben gewährleisten.

6.5 Personalpolitik

Die BAW nutzt das ihr zur Verfügung stehende Forschungsbudget auch als Instrumentarium einer aktiven Personalentwicklungspolitik im Bereich des wissenschaftlichen Personals. Durch die regelmäßige befristete Beschäftigung von bis zu 40 zusätzlichen Wissenschaftlern im Rahmen von Forschung und Entwicklungsvorhaben verfügt die BAW über eine hervorragende Ausgangsposition im Bereich der Nachwuchsgewinnung.

Bei der Besetzung sämtlicher wissenschaftlicher Positionen ist die BAW autonom. Auch Leitungspositionen werden generell im Rahmen öffentlicher Ausschreibungsverfahren besetzt. In den Anforderungsprofilen wird durchgängig der Nachweis einer wissenschaftlichen Profilierung gefordert.

Für Doktoranden soll ein internes Personalentwicklungsprogramm etabliert werden.

6.6 Wissenschaftlicher Beirat

Die Arbeiten der BAW im Bereich der ressortorientierten Forschung und Entwicklung werden durch einen unabhängigen wissenschaftlichen Beirat begleitet. Er unterstützt die BAW bei der Ausrichtung, Planung und Evaluierung ihrer FuE-Aktivitäten. Der wissenschaftliche Beirat setzt sich aus externen Vertretern der unterschiedlichen in der BAW vertretenen wissenschaftlichen Fachrichtungen, Vertretern von BMVI und WSV sowie den Forschungsbeauftragten der Bundesanstalt für Gewässerkunde und des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie zusammen.

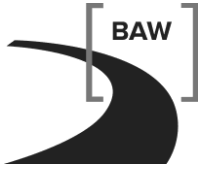
7 Priorisierung und Finanzierung

Die Priorisierung der Forschungsthemen der BAW erfolgt gemeinsam mit dem BMVI, der WSV und dem wissenschaftlichen Beirat der BAW insbesondere auf Basis folgender Kriterien:

- Sicherheit und Verfügbarkeit des Wasserstraßennetzes,
- Wirtschaftlicher Betrieb der Wasserstraße,
- Politische Bedeutung,
- Wissenschaftliche Aktualität,
- Betroffenheit der Öffentlichkeit,
- Ressourcensituation,
- Verfügbare Partner.

Mit der Einrichtung der Titelgruppe 05, Forschung für die Bundeswasserstraßen, im Kapitel 1203 konnte die Kernforderung des Wissenschaftsrates zur nachhaltigen Erhöhung und Flexibilisierung des Forschungsbudgets erfolgreich umgesetzt werden. Die Titelgruppe bietet ein hohes Maß an haushaltsrechtlicher Flexibilität (gegenseitige Deckungsfähigkeit und überjährige Verwendung). Durch die zweckgebundene Verknüpfung mit einem Einnahmetitel wird auch die Beteiligung an Drittmittelforschungsvorhaben erheblich erleichtert. Damit ist in jeder Hinsicht eine mit Universitäten und Großforschungseinrichtungen vergleichbare Flexibilität erreicht. Entscheidend für die Umsetzung der langfristigen Forschungsstrategie ist die Verstetigung dieses Forschungsetats. Ziel bleibt es, den erreichten Forschungsanteil von rund 25 % dauerhaft zu halten.

Derzeit geht die BAW davon aus, dass ihr in den nächsten Jahren, ohne die Berücksichtigung von Drittmitteln, ein jährliches Forschungsbudget in Höhe von knapp 6 Millionen Euro



zur Verfügung steht. Davon entfallen 2,4 Millionen Euro auf die befristete Beschäftigung von wissenschaftlichem Personal.

Die BAW beteiligt sich aktiv und regelmäßig an der Einwerbung von Drittmitteln, sowohl national als auch international. Derzeit akquiriert die BAW Drittmittelprojekte im Volumen von jährlich rund 2,5 Millionen Euro. Für die Zukunft strebt die BAW eine moderate Steigerung dieses Niveaus an.