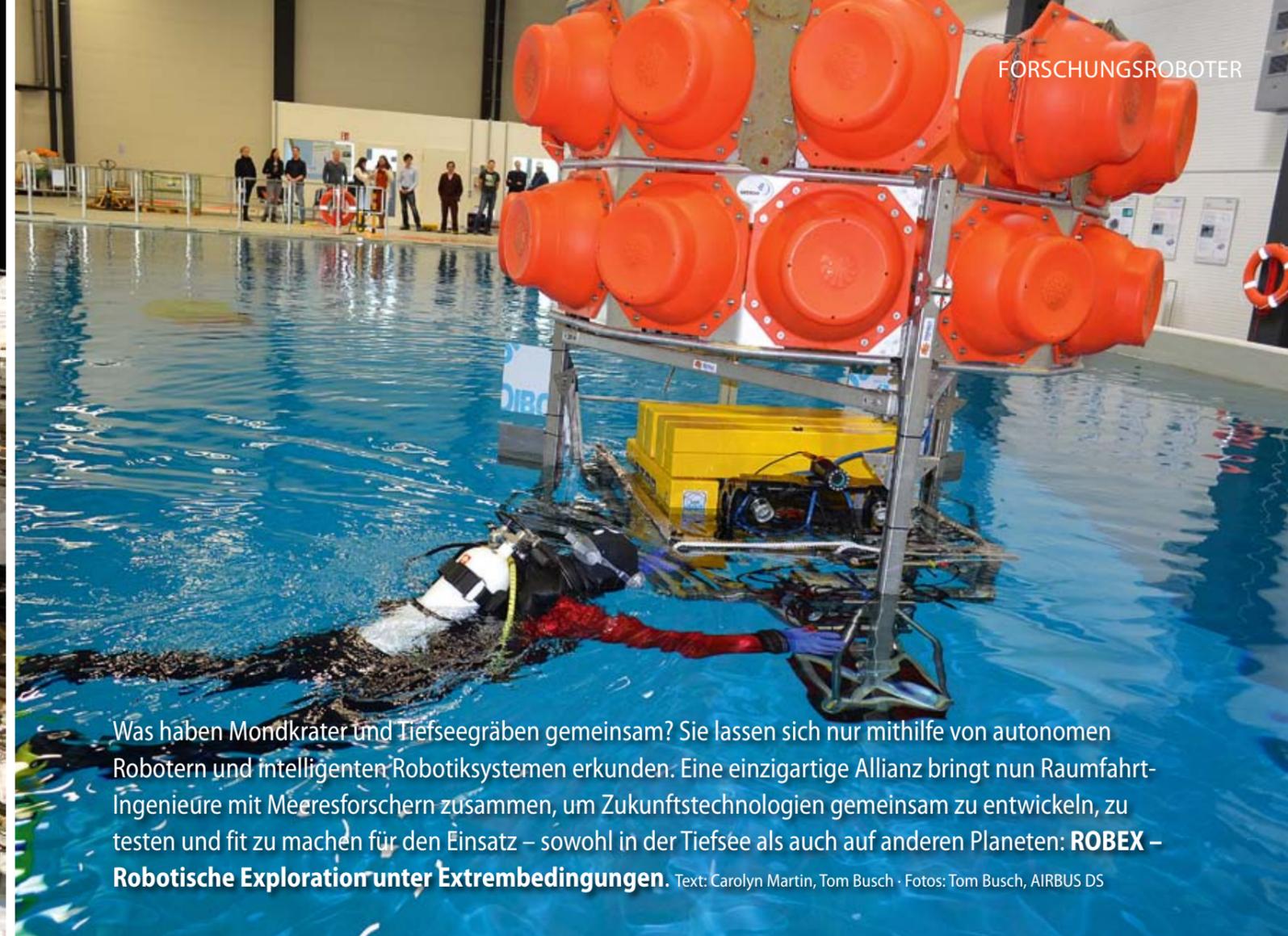




WELTRAUM TRIFFT TIEFSEE



Was haben Mondkrater und Tiefseegräben gemeinsam? Sie lassen sich nur mithilfe von autonomen Robotern und intelligenten Robotiksystemen erkunden. Eine einzigartige Allianz bringt nun Raumfahrt-Ingenieure mit Meeresforschern zusammen, um Zukunftstechnologien gemeinsam zu entwickeln, zu testen und fit zu machen für den Einsatz – sowohl in der Tiefsee als auch auf anderen Planeten: **ROBEX – Robotische Exploration unter Extrembedingungen.** Text: Carolyn Martin, Tom Busch · Fotos: Tom Busch, AIRBUS DS

ZWEI WELTEN – EINE ALLIANZ: ROBEX

Die Helmholtz-Allianz ROBEX bringt in einer in Europa bisher einzigartigen Allianz zum ersten Mal die Raumfahrt- und die Tiefseeforschung zusammen: ROBEX – »Robotische Ex-

ploration unter Extrembedingungen«. Über ganz Deutschland verteilte, derzeit insgesamt 16 renommierte Forschungs-Institutionen entwickeln gemeinsam und interdisziplinär Technologien zur Erkundung und Erforschung schwer erreichbarer Gebiete mit extremen Umweltbedingungen: Es geht um die Tiefsee, um die Polargebiete, um den Mond und andere Himmelskörper.

In der ROBEX-Allianz unter der Führung des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung AWI sind aktiv im Einsatz:

- das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit dem Robotik und Mechatronik Zentrum, dem Institut für Planetenforschung, dem Institut für Raumfahrtssysteme, dem Institut für Faserverbundwerkstoffe und dem Raumflugbetrieb
- das Deutsche Forschungszentrum für Künst-

- liche Intelligenz mit dem Robotic Center Bremen
- das Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung GEOMAR in Kiel
- die Jacobs University Bremen
- die Technischen Universitäten Berlin, München, Dresden, Würzburg, Kaiserslautern
- das Zentrum für marine Umweltwissenschaften MARUM der Universität Bremen
- AIRBUS DEFENCE & SPACE als assoziierter Partner.

Im wissenschaftlichen Beirat von ROBEX sind zudem das J.F. Kennedy Space Center der NASA, das Institut de Physique du Globe de Paris, Ocean Networks Canada, ESA-ESTEC und das French Research Institute for Exploitation of the Sea (IFEMER) vertreten. Die Laufzeit ist derzeit bis September 2017 vorgesehen. www.robex-allianz.de



Der Transporter hält. Ein Gabelstapler rollt heran und hebt den Crawler von der Ladefläche. Im Hintergrund ragt die moderne Halle des DFKI, des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz am Standort Bremen, in die Höhe. Mit einem riesigen Deckenkran wird der 550 Kilogramm schwere Unterwasser-Roboter weiter in die neue Maritime Explorationshalle transportiert.

Das Crawler-Team packt bereits Transportkästen voller Elektronik und Laptops aus. Sie bereiten ihren »Tramper«, ein einhalb Meter langes, autonomes Kettenfahrzeug aus Titan und Fiberglas, für seinen ersten großen Testeinsatz vor. Der Tiefsee-Roboter wird am Alfred-Wegener-Institut des Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung AWI in Bremerhaven entwickelt. Dieser Roboter kann bis zu 6.000 Meter tief operieren – damit erreicht man 95 Prozent der ganzen Tiefsee. Seine Aufgabe wird sein, fernab von Schiff und Mensch völ-

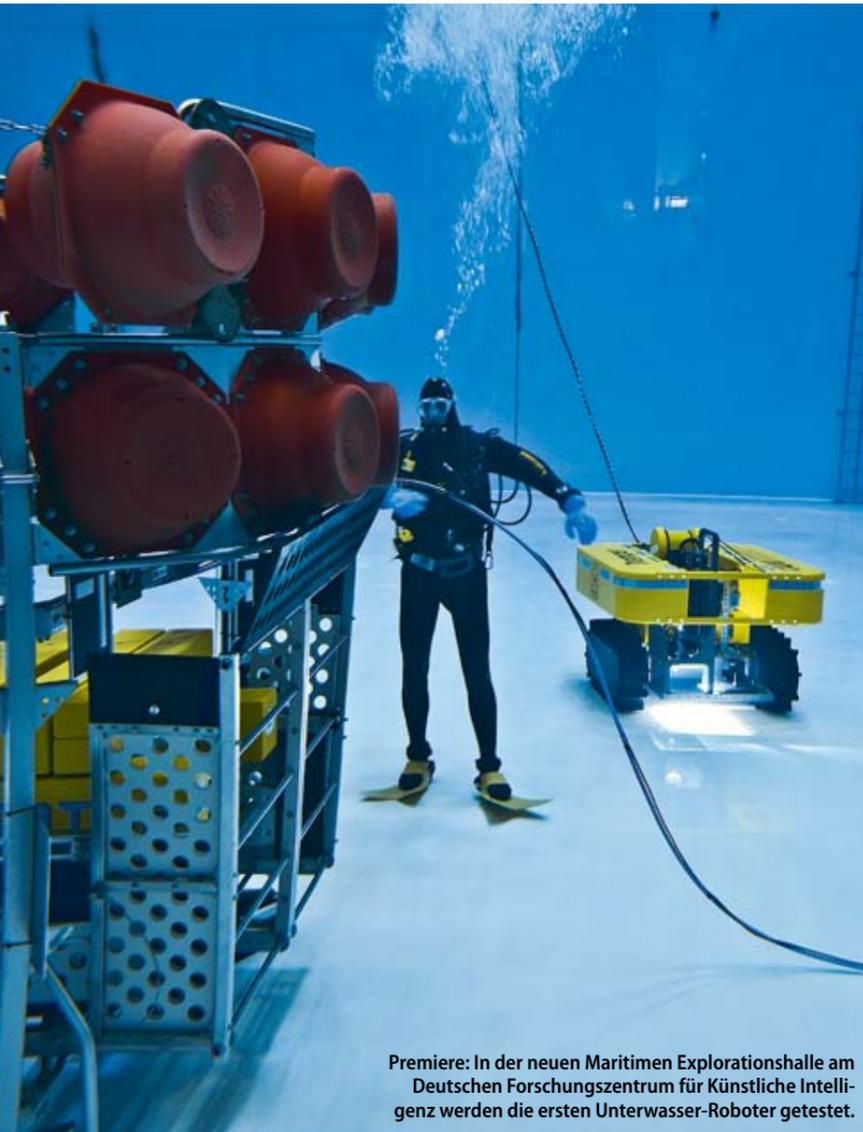
lig autonom den Meeresboden der Framstraße, einem 500 Kilometer breiten und bis zu 5.700 Meter hinreichenden Tiefseegebiet zwischen Spitzbergen und Grönland, zu untersuchen und dort bis zu einem Jahr am Meeresgrund zu verbleiben – autark, allein, im Winter unter meterdickem Eis und damit ohne Steuerung durch seine Roboter-Crew auf einem Schiff darüber.

Das Team arbeitet konzentriert. Checklisten werden flüssig abgearbeitet, jeder Handgriff sitzt: Die Stecker werden verbunden, alle Gehäuseteile geschlossen, die Gewichtsplatte montiert und zum Schluss der Releaser getestet. Sascha Lehmenhecker nickt zufrieden. Das Kettenfahrzeug, das er nun mithilfe der Fernsteuerung durch die Halle lenkt, ist bereit für den Einsatz. Der Diplom-Informatiker vom AWI lässt den Roboter nicht aus den Augen. Der beschleunigt. Kurz vor dem Beckenrand stoppt er. Unter ihm sind acht Meter Salzwasser. Und da geht es nun hinein. Doch zuerst wird Tram-

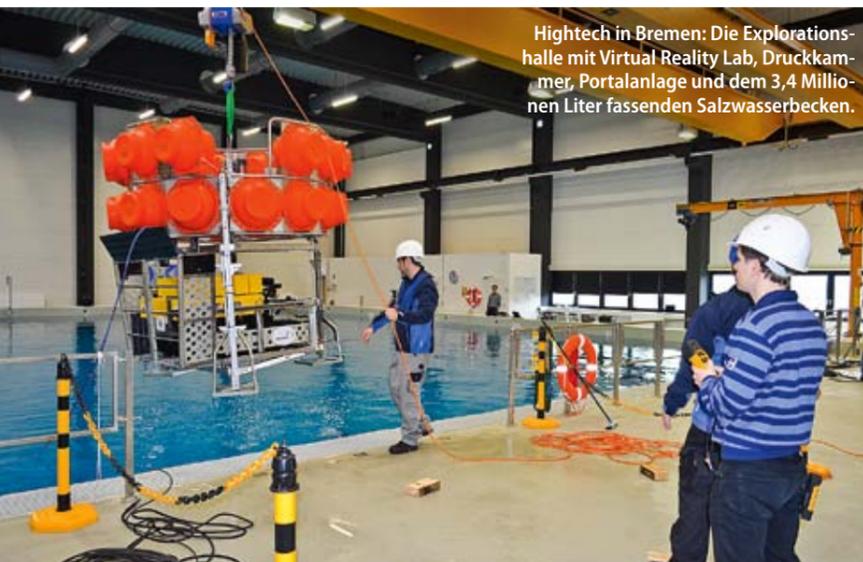
per am Kran der Portalanlage der Explorationshalle getrimmt.

Jetzt kommt das VIATOR-Team des GEOMAR Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung aus Kiel an. Auch dieses Meeresforschungsinstitut entwickelt UW-Roboter als universelle Trägerfahrzeuge für verschiedene Meerestechnik-Sensoren, die ebenso für mehrmonatige Messungen in den Ozeanen eingesetzt werden, von der Erkundung mariner Methanquellen bis hin zu Langzeit-Untersuchungen von Kaltwasserkorallen in der Tiefsee. Die GEOMAR-Wissenschaftler beginnen mit den Vorbereitungen für den VIATOR – ein imposantes System aus Crawler mit einem Masterlander als eigener UW-Docking-Station, das im Ganzen knapp zwei Tonnen auf die Waage bringt. Um den hoch aufragenden Masterlander scharen sich nun auch die Experten des DFKI; sie entwickeln derzeit die Steuerungssoftware für das System.

Nun läuft auch WALLY 2 ein. Der Unterwasser-Roboter wurde benannt nach dem >



Premiere: In der neuen Maritimen Explorationshalle am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz werden die ersten Unterwasser-Roboter getestet.



Hightech in Bremen: Die Explorationshalle mit Virtual Reality Lab, Druckkammer, Portalanlage und dem 3,4 Millionen Liter fassenden Salzwasserbecken.

LANDER – DIE LASTESEL DER WISSENSCHAFT

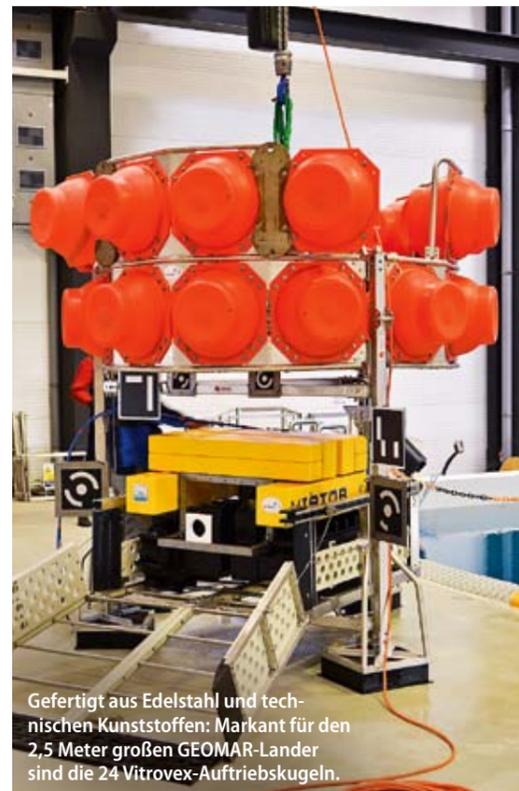
Lander sind autonome Trägersysteme und dienen als universell einsetzbare Geräteträger der Platzierung von Instrumenten und Durchführung von in situ-Experimenten im Ozean.

Lander werden von Bord eines Forschungsschiffes über dem Einsatzort abgesetzt und durch Ballastgewichte im freien Fall zum Meeresboden gezogen (Bottom-Lander). Nach Missions-Ende werden die Gewichte durch einen fernakustischen Befehl ausgelöst – der Lander treibt mithilfe von Auftriebskugeln an die Oberfläche zurück.

Bei entsprechenden Fragestellungen, wie z. B. der Erkundung spezifischer geo-morphologischer Merkmale an kalten Quellen, ist eine gezielte und weiche Landung des Landers nötig. Ein spezielles Lander-Gerüst, das etwa über Glasfaserkabel mit dem Schiff verbunden ist, kann den Lander punktgenau absetzen. Das Gerüst trägt auch die Telemetrie, Kameras und Lampen.

Beispiele:

- Lander des Masterlander-Crawler-Systems VIATOR des Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung GEOMAR in Kiel, 1,6 Tonnen schwer, mit maximaler Einsatztiefe von 6000 Metern, fungiert als Basis-Docking-Station zum Aufladen des Crawlers und Datenübertragung.
- »Ur-Lander« – der erste deutsche Tiefsee-Lander war von 1986 bis 1991 im Einsatz und erreichte eine Tauchtiefe von 5000 Metern. Heute Exponat im Ozeaneum Stralsund.



Gefertigt aus Edelstahl und technischen Kunststoffen: Markant für den 2,5 Meter großen GEOMAR-Lander sind die 24 Vitrovex-Auftriebskugeln.

computeranimierten Disney-Film WALL-E. Er hat im Unterschied zu Trammer und VIATOR bereits echten Tiefseeboden unter den Kettengliedern gehabt: Entwickelt von der Jacobs University Bremen wurde WALLY im Ocean Networks Canada für die Katastrophen-Vorwarnung eingesetzt.

Wir erleben heute eine Premiere: Hier in der Maritimen Explorationshalle lässt die ROBEX-Allianz zum ersten Mal die beiden neuentwickelten Tiefseeroboter Trammer und VIATOR gemeinsam ins Wasser. In der 1300 Quadratmeter großen Maritimen Explorationshalle sollen sie ihre allerersten Tauchfahrten absolvieren, um den Einsatz und die Funktionsfähigkeit der Tiefseeroboter unter möglichst realen Bedingungen zu testen. Der bereits einsatzerfahrene WALLY 2 wird mit ROBEX nun ebenso zu einem autonomen UW-Roboter weiterentwickelt.

Begegnung zweier Welten

Ohne Roboter wäre Forschung in der Tiefsee völlig unmöglich – genauso wenig wie im Weltall. Hier, am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz in Bremen, treffen heute erstmals beide Bereiche aufeinander: Tiefsee und Weltall. Dass die beiden

Extrembereiche irgendwie zusammen gehören könnten, hätte sich auch Sascha Lehmenhecker bis vor zwei Jahren kaum vorstellen können. Doch nun arbeitet und forscht er seit einigen Monaten gemeinsam mit Weltraumexperten und Raumfahrt-Ingenieuren – um »seinen« Crawler für Einsätze unter extremen Bedingungen fit zu machen. Und das kam so:

In beiden Forschungsfeldern sucht man intensiv nach neuen, technologischen Lösungen, um die jeweiligen Gebiete kontinuierlicher und flächendeckender zu erforschen – ob Mondkrater oder Marianengraben. Mit der ungewöhnlichen Allianz sollen nun sämtliche Synergien von diesen beiden, bisher völlig unverbundenen Forschungsfeldern genutzt werden. »Die Kombination dieser komplementären technischen und wissenschaftlichen Expertise wird in beiden Forschungsgebieten substantielle Fortschritte ermöglichen«, beschreibt Diplom-Physikerin Martina Wild die Besonderheit dieser Allianz. Die For-

scherin ist für die gesamte wissenschaftliche Koordination von ROBEX zuständig.

Also haben sich in der ROBEX-Allianz »Robotische Exploration unter Extrembedingungen« im Januar 2013 deutschlandweit wie international Experten aus der Raumfahrt- und Tiefseeforschung zusammenschlossen, um erstmalig gemeinsam Technik und Technologien zu entwickeln, die die Erforschung schwer erreichbarer Gebiete mit extremen Umweltbedingungen ermöglichen sollen – der Tiefsee, der Polargebiete, des Mondes und anderer Himmelskörper.

Außergewöhnlicher kann eine Forschungsallianz nicht sein. ROBEX besteht aus einem Konsortium von Meeresfor-



Mini-ROV des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz – hier werden intelligente mobile Roboter für den Ozeaneinsatz programmiert.

schungszentren, unter Leitung des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung AWI, mit über ganz Deutschland verteilten Institutionen: Neben dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz mit dem Robotic Center Bremen sind das Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung GEOMAR in Kiel, das Zentrum für marine Umweltwissenschaften MARUM der Universität Bremen, die Jacobs University Bremen und die oberste Liga der Technischen Universitäten in Deutschland mit dabei, darunter die Flaggschiffe TU Berlin, TU München und TU Dresden. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt ist mit gleich drei Instituten, dem Institut für Planetenforschung, dem Institut für Raumfahrtssysteme, dem Institut für Faserverbundwerkstoffe und dem Raumflugbetrieb vertreten. Und kürzlich trat auch AIRBUS DEFENCE & SPACE als assoziierter Partner ROBEX bei.

Damit wird die Tiefsee auch für bislang »artfremde« Institutionen und Unternehmen

zum vielleicht spannendsten Forschungsthema der Zukunft. Die Tiefsee hat Potenzial – und als potenzielle Ressourcenquelle Nummer Eins ist ihre Exploration für viele zunehmend interessant. »Es ist doch paradox, dass wir heute mehr über den Mars wissen als über die Tiefsee, die 75 Prozent unserer Erde ausmacht und riesige Schätze für die Menschheit bieten kann«, erklärt Professor Dr. Dr. Wolfgang Wahlster, Vorsitzender der Geschäftsführung des Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz. »Deshalb haben wir uns am DFKI entschlossen, konsequent in die Entwicklung autonomer Unterwasserroboter zu investieren. Wir werden dafür sorgen, dass Deutschland in der maritimen Robotik mit überlegener

Technik zum Leitanbieter werden kann!« Mit seinen Leuchtturm-Standorten vor allem im Norden, in Bremen und Bremerhaven, in Kiel, Hamburg und Wilhelms- haven ist Deutschland bereits jetzt Vorreiter in Sachen Meeresforschung.

Bei ROBEX geht es nun gemeinsam um das Voranbringen von unbemannten Missionen zum Mond und anderen Himmelskörpern genauso wie von autonomen Expeditionen in die Tiefsee. Anspruchsvolle Ziele, die auch international unterstützt werden: Zum wissenschaftlichen Beirat von ROBEX zählen einige der renommiertesten Institutionen in Sachen Meeresforschung und Weltall weltweit: das J.F. Kennedy Space Center der NASA, auf Europa-Seite die ESA, European Space Agency, mit ihrem European Space Research and Technology Centre ESTEC, das Institut de Physique du Globe de Paris, das French Research Institute for Exploitation of the Sea und Ocean Networks Canada.

Zwischen Meer und Mond

Seit etwas über einem Jahr treffen sich die Tiefseeforscher und Raumfahrtexperten, setzen sich zusammen und arbeiten gemeinsam an der Erforschung beider Lebensräume: Meer wie Mond. Ob in den Tiefen der Arktis oder auf einem Kometen – beide Bereiche brauchen Roboter, Instrumente und autonom agierende wissenschaftliche Systeme wie zum Beispiel Lander. Man denke nur >



VIATOR – CRAWLER UND DOCKINGSTATION

Das Masterlander-Crawler-System VIATOR des GEOMAR Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung in Kiel besteht aus einem Crawler und einer Basis-Docking-Station. Nach dem Einsatz kehrt der Crawler in seinen Hangar mit Dockingstation zurück, der am Meeresboden installiert wird, und lädt dort die Akkus wieder auf sowie überträgt die gesammelten Daten.

SYSTEM	Crawler
LÄNGE x BREITE x HÖHE (METER)	1,30 x 1,10 x 1,10
MATERIAL	Titan Grade 5, Edelstahl 1.4571, diverse technische Kunststoffe
GEWICHT ÜBER/UNTER WASSER	450-500 kg / 50 kg
MAXIMALE EINSATZTIEFE	6000 m
ANTRIEB	2x Dunker BG75x75 BLDC-Motoren mit je 450W
MAXIMALE GESCHWINDIGKEIT	0,81 km/h
ELEKTR. VERSORGUNG	2 Hochleistungs-Lithium-Polymer-Akkus mit Gesamtkapazität 8kWh und induktiver Dockingstation zum Aufladen im Lander
NAVIGATION	HD-Kamera und Laserscanner mit Schwenk-Neige-Kopf für autonome Navigation, Navigationsrechner
BELEUCHTUNG	noch in Auswahl
KAMERA	Basler acA2040-25gc

WALLY 2 – DAS MODERNE ROV

Der Crawler WALLY 2 ist eine Entwicklung der Jacobs University Bremen und wird 2016 eine Dockingstation erhalten. Wie sein Vorgänger, WALLY 1, dieser noch ein kabelgebundenes ROV, wird auch er in Kanada im Neptune-Projekt etwa für Disaster Prevention und Tsunami-Warning aktiv im Einsatz sein.

SYSTEM	Crawler
LÄNGE x BREITE x HÖHE (METER)	1,29 x 1,06 x 0,89
MATERIAL	Chassis: Titan Grade 5, Kettenantrieb Polyoxymethylen
GEWICHT ÜBER/UNTER WASSER	355 kg / 40 kg
MAXIMALE EINSATZTIEFE	6000 m
ANTRIEB	2x Dunker BG75x75 BLDC-Motoren à 600W
MAXIMALE GESCHWINDIGKEIT	0,78 km/h
ELEKTR. VERSORGUNG	Lithium-Polymer-Akkumulator mit 24 V / 80 Ah
NAVIGATION	Elektronischer Kompass TCM2.6 mit integriertem Magnetkompass
BELEUCHTUNG	2 x 33 W, mit 11 Luxeon LXHL Power LEDs (je 80 lm)
KAMERA	Panasonic BB-HCM580 mit Schwenk- und Neigeeinrichtung



an Philae, den Lander der ESA, den die Raumsonde Rosetta zum Kometen 67P »Tschuri« brachte. Am Erfolg dieser Mission zum Kometen Tschurjumow-Gerassimenko ist auch das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz beteiligt.

In mehreren Monaten gemeinsamer Arbeit in der Allianz wurden zwei Aufgabenstellungen definiert: Einerseits setzt ROBEX den Fokus auf die Entwicklung von mobilen, modularen Infrastrukturen, wie etwa zentrale Docking-Stationen, intelligente autonome Steuerung, Weiterentwicklung in der Energieversorgung, bei Navigation und Kommunikation, von Sensoren und um Entwicklung von autonomer Robotik wie den Crawlern.

Bei der zweiten Aufgabenstellung soll eine robotische Infrastruktur in Form von mobilen und stationären Einheiten entwickelt werden, die mit Sensoren, Instrumenten und Kamerasystemen bestückt miteinander kommunizieren – also eine Art Observatorium, für die Tiefsee oder für den Mond. Dafür ist die entsprechende Hardware zu entwickeln, die den Bedingungen im Weltraum oder am Meeresgrund standhält, und es muss entsprechende Software dafür aufgebaut werden, anwendbar für verschiedene wissenschaftliche Ziele.

Der Crawler-Mannschaft geht es heute in der Explorationshalle um ausgedehnte Tests zur autonomen Steuerung. »Wir bringen den Systemen die Autonomie bei«, sagt Sascha Lehmenhecker. »Und die ist auf jeden Fall der größte gemeinsame Nenner bei robotischen Systemen auch für derartig unterschiedliche Einsatzgebiete wie Tiefsee oder Weltraum.« Im ROBEX-Design-Team »Crawler« wird an intelligenten Energie-Managementsystemen gearbeitet, die etwa nicht benötigte oder defekte Systeme abschalten. »Die Roboter sollen auch in der Lage sein, Entscheidungen zu treffen, zum Beispiel über die Fortsetzung einzelner Experimente.« Hier sind die Experten des Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz gefragt: Autonome Systeme zu entwickeln gehört für sie zum Alltag. Doch neue Herausforderungen kommen zum Beispiel durch die geplante lange Einsatzdauer der Roboter hinzu.

Nun werden die Crawler mithilfe der riesigen Portalanlage nacheinander ins Wasser

gelassen, und auch der Masterlander des VIATOR steht nun auf dem Grund der Explorationshalle. Hättestest: Wie wird sich Trampler verhalten? Er steht still. Nichts passiert. Ruhe in acht Metern Tiefe. Das AWI-Team, drei Männer vor vier Computern am Beckenrand, bleibt ruhig. Sascha gibt Steuerungsbefehle am Laptop ein. Es ruckelt am Beckengrund. Dann setzt sich Trampler in Bewegung. Entspannte Gesichter schauen über den Beckenrand zum Crawler hinunter. Der Unterwasser-Roboter macht seine ersten Fahrversuche.

Gegenüber, auf der anderen Seite der Halle, arbeiten die GEOMAR-Ingenieure. Auch der VIATOR-Crawler bewegt sich über den Be-



Derzeit laufen die Tests der Komponenten des Trampers: Die Kamera soll auch noch in 6000 Metern Tiefe hochauflösende Fotos machen.

ckenboden – eine halbe Tonne aus Titan und technischen Kunststoffen. »Zur Zeit implementieren wir zusammen mit AIRBUS DEFENCE & SPACE und dem DFKI die Navigationssoftware mit der dazugehörigen Hardware«, erklärt Thorben Berghäuser vom Technik- und Logistik-Zentrum des GEOMAR. Auf dem Beckengrund der Halle macht der kettenangetriebene Unterwasser-Roboter die ersten Anfahr- und Abbrems-Übungen. Das Team kontrolliert die Daten, misst seine Stromaufnahme und den Verbrauch.

Allianz mit Airbus

Auch das Unternehmen AIRBUS ist der ROBEX-Allianz als assoziierter Partner beigetreten. »Tiefseeroboter und -systeme werden zunehmend selbstständiger und unseren selbstständigen Weltraum-Systemen immer ähnlicher«, bekräftigt Detlef Wilde, Head of Space Robotics Projects bei AIRBUS DEFENCE & SPACE. »das betrifft den Datentransfer und die Kontrolle der Navigationssysteme, die Behandlung von Systemfehlern im Einsatz und natürlich die limitierte

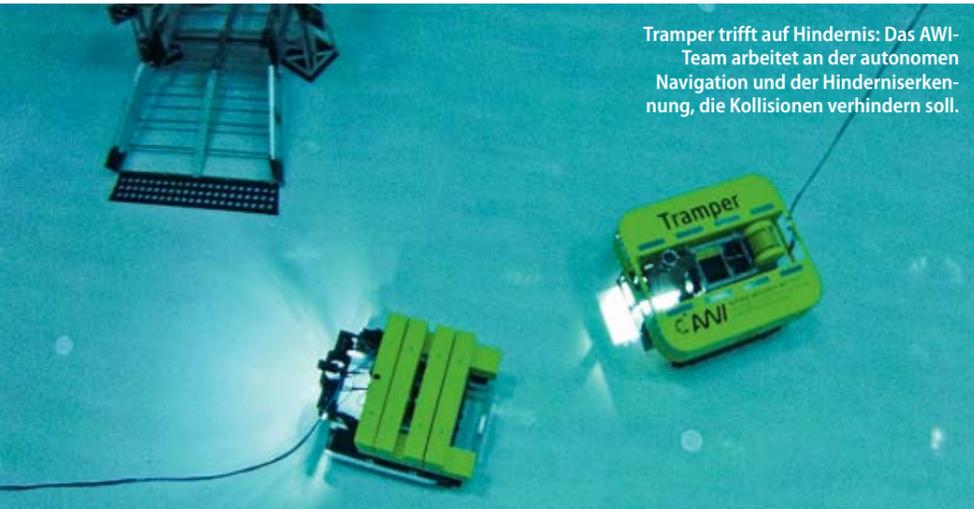
Energieverfügbarkeit.« Und: Die gesamte Raumfahrtindustrie kann mit den Unterwasser-Crawlern jetzt Weltraum-Technologien testen: »In der Raumfahrt haben wir extrem lange Vorläufe, bis Missionen realisiert werden, das dauert oft Jahrzehnte bis zu einem Flug ins Weltall.« Nun werden die Raumfahrt-Ingenieure die Expeditionen in die Tiefsee auch für ihre Entwicklungsarbeit nutzen, deren Vorbereitung üblicherweise ein bis drei Jahre statt Jahrzehnte dauert, und unter den in vielerlei Hinsicht nahezu identischen Bedingungen technologische Weltraum-Systeme testen. Auch im Weltraum geht es um Roboter, um Lander und Crawler und um neueste Innovationen zur

Exploration von Planeten und Kometen. Pionierarbeit leistet dabei etwa das GLIDER-Design-Team, eines der über zehn ROBEX-Entwickler-Teams, die dabei sind, den Prototypen eines unbemannten, nicht angetriebenen Unterwasser-Tiefseegleiters zu konstruieren. Das GLIDER-Team wird besetzt von Wissenschaftlern des Zentrums für marine Umweltwissenschaften MARUM der Univer-

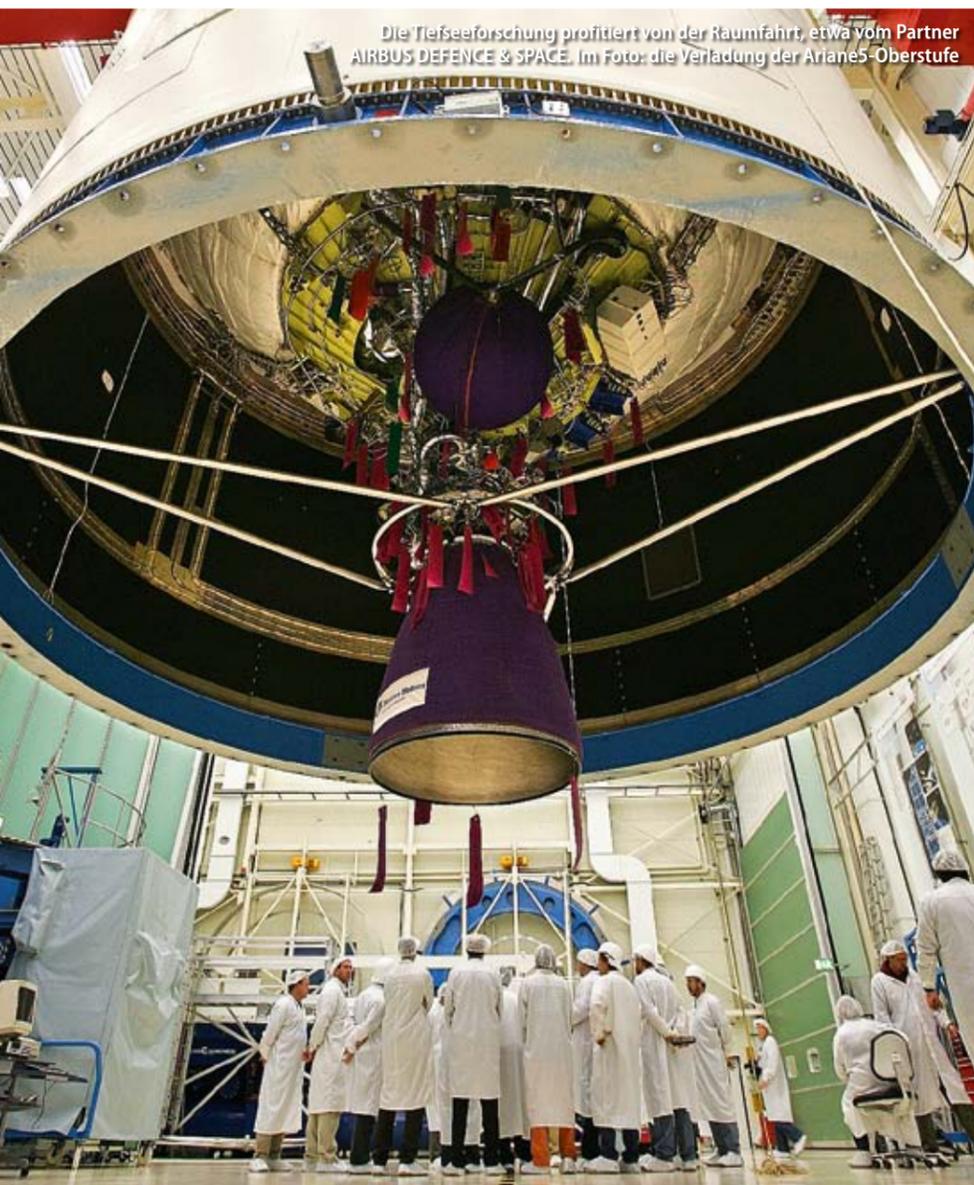
sität Bremen, der Universität Würzburg und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt. Mit dem Know how von AIRBUS DS soll die Arbeit am fliegenden Tauchroboter einen gewichtigen Entwicklungsschub bekommen. »Da keine Energie benötigt wird, können Gleiter über einen langen Zeitraum tauchen und so für viele verschiedene Beobachtungsmissionen genutzt werden«, erklärt Detlef Wilde.

Für die Arbeit im Design-Team »Crawler« bringt sich AIRBUS mit seiner Expertise und einem neu errichteten Robotic Labor auf dem AIRBUS-Gelände in Bremen ein. Dort entwickelt man als internationales Kompetenzzentrum für Weltraumrobotik verstärkt Zukunfts-Technologien für verschiedene Weltraum-Missionen, für Explorationen zum Mond oder Mars, für die Beseitigung von Weltraumschrott und die Reparatur und Wartung von Satelliten. Und mit dieser Expertise sollen auch die Tiefsee-Crawler ausgestattet werden.

In der Maritimen Explorationshalle lässt sich das Trampler-Team bereits die ersten >



Tramper trifft auf Hindernis: Das AWI-Team arbeitet an der autonomen Navigation und der Hinderniserkennung, die Kollisionen verhindern soll.



Die Tiefseeforschung profitiert von der Raumfahrt, etwa vom Partner AIRBUS DEFENCE & SPACE. Im Foto: die Verladung der Ariane5-Oberstufe



TRAMPER – DER CRAWLER FÜRS SPEZIELLE

Der Crawler TRAMPER wird am Alfred-Wegener-Institut des Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung AWI in Bremerhaven für den Tiefsee- und polaren Einsatz entwickelt und gebaut.

SYSTEM	Crawler
LÄNGE X BREITE X HÖHE (METER)	1,50 x 1,26 x 1,12
MATERIAL	Rahmen Titan, Nutzlastbereich Fiberglass
GEWICHT ÜBER / UNTER WASSER	550 kg / 30 kg
MAXIMALE EINSATZTIEFE	6000 m
ANTRIEB	2x Dunker BG75x75 BLDC-Motoren mit je 600W
MAXIMALE GESCHWINDIGKEIT	0,78 km/h
ELEKTR. VERSORGUNG	Primärzellen LSH20 mit 3,8kWh, Betriebsspannung 32,4V
NAVIGATION	Hinderniserkennung cognex In-Sight micro 1020, Schräglagen-Überwachung mit integriertem Magnetkompass
BELEUCHTUNG	2 x LED Scheinwerfer DeepSea Power & Light Sphere 3150
KAMERA	Nikon D300S

Kamerabilder ihres auf dem Beckenboden herumfahrenden Roboters auf die Laptops spielen. Einer der Ingenieure überwacht auf einem anderen Bildschirm aufmerksam die Druckgehäuse des UW-Roboters auf Wassereinbruch. Alles ist im Lot. Die erst vor einem Jahr eröffnete Explorationshalle ist mit ihren technischen Möglichkeiten für solche anspruchsvollen, kontrollierbaren und vom Wetter unabhängigen Testfahrten gut geeignet: Auf über 1300 Quadratmetern stehen neben diversen Testbecken auch ein Virtual Reality Labor, eine Druckkammer für Fahrten bis zu Tiefen von 6000 Metern und das Herzstück, das riesige Salzwasserbecken, zur Verfügung.

Aufregung beim GEOMAR-Team: Sie steuern ihren VIATOR am Beckenboden gerade in Richtung Masterlander. Langsam erklimmt das UW-Kettenfahrzeug die Rampe, um sich dann punktgenau zu positionieren. Der Masterlander dieses Systems fungiert wie ein Hangar: Nach erfolgter Mission kehrt der Crawler auf dem Meeresgrund in die Docking-Station zurück, um dort seine Akkus aufzuladen und die gesammelten Daten zu übertragen. Alles klappt auch hier. Der Crawler ist angedockt.

Der heutige Testlauf in Bremen ist Bestandteil der großen Tiefsee-Demo-Mission, eines der Hauptziele von ROBEX, für die ein Masterlander-Crawler-System aufgebaut werden soll. Während der Masterlander die Stromversorgung, Speicherung und Übertragung von Daten gewährleistet, sollen mobile autonome Systeme wie AUVs, darunter auch Crawler, ein Gebiet bis zu 1000 Quadratmetern erkunden, wichtige Messungen wie Sauerstoff, Temperatur, Salzgehalt, Nährstoffe und seismologische Tests durchführen und die Daten via Satellit an die Wissenschaftler auf das Festland übertragen. Dabei geht es um relevante Forschungsfragen für die nahe Zukunft, um hydrothermale und kalte Quellen als möglichen Standort für die Mineralgewinnung, um die Dynamik von Unter-Eis-Regionen und auch um noch brisantere Fragen, wie etwa, ob Methanhydrate als potenzielle neue Energiequelle infrage kommen, welche Risiken der Abbau für den Klimawandel hat oder ob dadurch eventuell sogar Naturkatastrophen ausgelöst werden können.

Härtetest in der Arktis

Als Testgebiet für die Tiefsee-Demo-Mission für den Unterwasser-Roboter Tramper wurde das Tiefsee-Observatorium im arktischen Ozean in der östlichen Framstraße ausgewählt: Dort sind inzwischen 21 Messstationen bis zu einer Tiefe von 5500 Metern verankert. Im sogenannten »Hausgarten« führen Wissenschaftler des AWI seit 1999 jährlich Expeditionen durch, dennoch gehört das Gebiet immer noch zu den am wenigsten erforschten Orten der Erde. Bevor die Unterwasser-Roboter in einem Jahr, 2016, ins Polarmeer gebracht werden, sollen ab nun weitere regelmäßige Testfahrten erfolgen – auch im Freiwasser, in der Nord- und Ostsee. Geplant ist auch, eine Expedition des neuen Forschungsschiffs »Sonne«,

Autobatterien, wie sie etwa in Mittelklassewagen eingesetzt werden!« Den Platz haben sie dafür leider nicht. »Glücklicherweise können wir aber auch hier auf Konzepte der Raumfahrt aufbauen.«

2016 bricht der Unterwasser-Roboter Tramper dann an Bord des Forschungseisbrechers »FS Polarstern« zu seiner großen Fahrt auf – in die Framstraße zwischen Grönland und Svalbard. »Am Zielort lassen wir den Crawler vom Schiff mit einem »Launcher« herunter, also einer Art Absetzgestell, an dem wir gerade bauen. Mit dem können wir den Roboter mittels Windenkelbel vom Schiff videogestützt am Meeresboden absetzen.« Das Leben am Pol sieht für Tramper dann so aus: Meistens unter Eis, bewegt er sich wenig, fährt 10 bis 100 Meter, sammelt Daten zum Sauerstoffeintrag im Ozean und schläft dann wieder. Sascha Lehmenhecker: »Die meiste Zeit schläft er.« Nach einem Jahr steigt der Roboter selbständig wieder auf an die Oberfläche, gefahren durch ein akustisches Signal vom Team. »Dann sind auch wir da, mit der Polarstern, im Sommer, wenn es halbwegs eisfrei ist.« Auch die Raumfahrt-Kollegen der Allianz, vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt und AIRBUS DS werden dann mit an Bord sein.



Wichtiger Schwerpunkt am DFKI-Robotics Innovation Center: die Entwicklung von energieeffizienten Fortbewegungsmethoden der AUVs.

die in den Zentralpazifik führt, als Testfahrt für die Crawler zu nutzen.

Die größte Herausforderung bis dahin ist die Sicherstellung der nötigen Energie. »Im ROBEX-Verbund arbeiten wir jetzt intensiv an der Fertigstellung der Software und Elektronik für die Steuerung der Roboter«, berichtet Sascha Lehmenhecker. »aber vor allem am Thema Nummer Eins, der Energieversorgung.« Während sich Weltraumsysteme gegebenenfalls über Sonnensegel mit Energie versorgen können, müssen Unterwasserroboter ihre Energiequelle die ganze Einsatzzeit über mit sich transportieren. »Wir wollen Tramper über einen Zeitraum von einem Jahr in knapp 3000 Metern Wassertiefe bei einer Temperatur um den Gefrierpunkt einsetzen – das bedeutet, dass wir die Elektronik so energiesparend wie möglich konstruieren müssen«, erklärt der Informatiker, »Würde man ein Smartphone zum Steuern des Crawler benutzen, bräuhete man dafür etwa vierzig

Letzte Konzentration für das Tramper-Team in der Halle: Mittels Akustikmodem löst es den Releaser aus. Der Roboter reagiert mit dem Abwerfen der Gewichtplatte und steigt langsam auf. Die Forscher kontrollieren den Auftauchvorgang, ermitteln die Auf-tauchgeschwindigkeit im Becken. Schließlich ist er oben und wird mit der Krananlage wieder in der Halle abgestellt. »Wir versuchen unseren Tramper so sicher wie möglich zu bauen, dennoch bleibt ein Rest-Risiko«, sagt Sascha Lehmenhecker »Alle werden erleichtert sein, wenn Tramper 2017 wieder an Bord der Polarstern ist – aber dass so ein System für ein ganzes Jahr völlig autonom in der Tiefsee herumfährt, das gibt es weltweit nicht!« fügt er noch hinzu und schaut dabei fast mit Vaterstolz auf den Tramper. Für heute haben die drei Unterwasser-Roboter ihre Testtauchgänge mit Bravour bestanden.