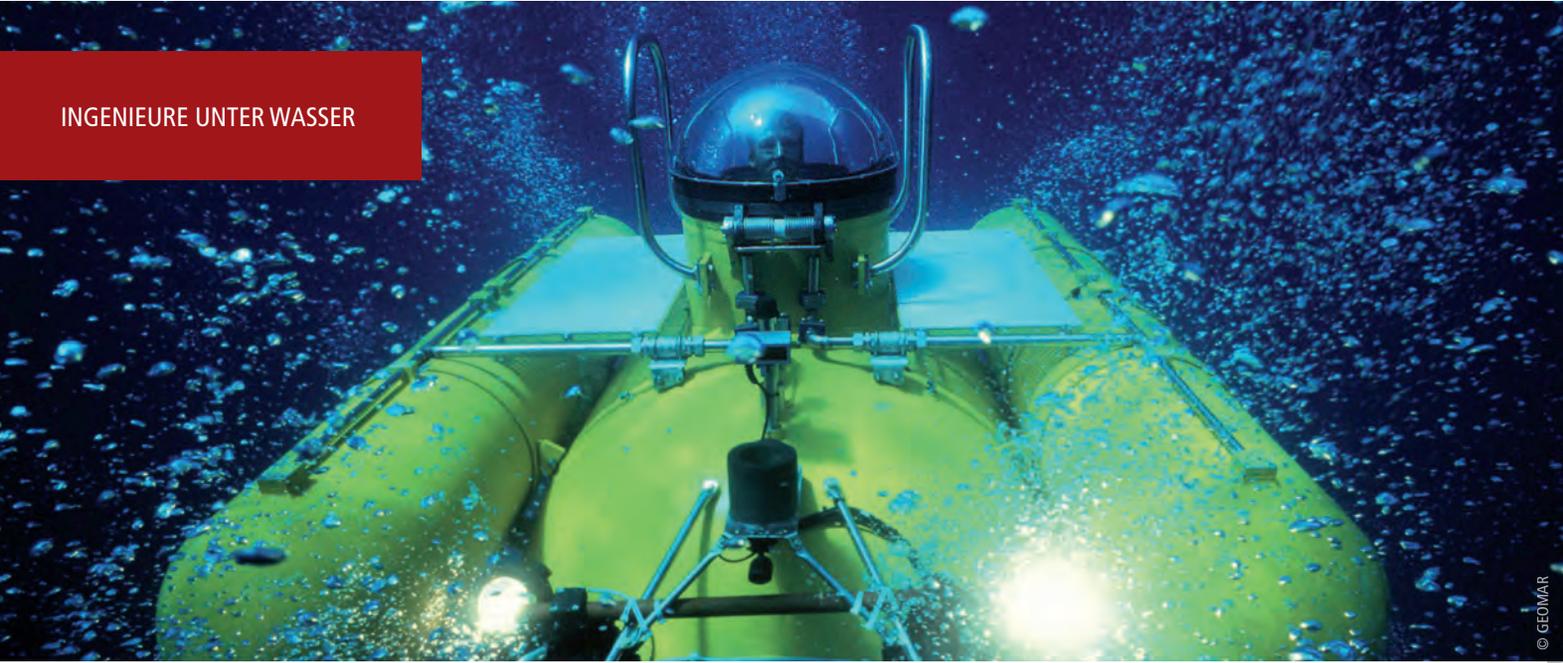


## INGENIEURE UNTER WASSER



© GEOWAR

## INTRO

## Auf den Grund gehen

Unterwasserstädte wie sie dem Meeresforscher und Umweltaktivisten Jacques Cousteau vorschwebten werden wohl noch für lange Zeit Utopie bleiben. Dennoch dringen Menschen immer tiefer in den Lebensraum Meer ein. Klimaforscher erkunden riesige ozeanische Gashydratvorkommen, Mediziner hoffen, in Octopus's Garden neue pharmazeutisch wirksame Substanzen zu finden und Biologen wollen auf dem Meeresgrund dem Ursprung des Lebens auf die Spur kommen. Außerdem bergen die Weltmeere riesige Rohstoffvorkommen. Deren Erschließung und Förderung ist allerdings riskant für Mensch und Meer. Der Ozean stellt künftige Ingenieurinnen und Ingenieure auf die Probe.

## MARITIME TECHNIK

## Ingenieure tauchen ab

Warum gehen Ingenieure ins Wasser und stellen sich den Gefahren und Widrigkeiten, die hier auf sie warten, wo doch die Arbeitsbedingungen an Land so viel komfortabler sind? Die Frage ist leicht beantwortet: 70,7 Prozent der 510 Millionen Quadratkilometer Erdoberfläche gehören den Weltmeeren, der bescheidene Rest ist fester Grund. Zudem ging einst das Leben aus dem Meer hervor, die blauen unergründlichen Tiefen bergen noch viele Geheimnisse für Forscher, die sich mit dem Ursprung des Lebens beschäftigen. Und nicht zuletzt ist das Meer seit der Antike Nahrungsquelle und Arbeitsraum für Millionen von Menschen. Der Schiffbau ist die älteste Ingenieurdisziplin rund um das flüssige Element, denn

schon die Handelswege der antiken Welt führten vor allem über das Meer. Heute steckt in modernen Werften mindestens eben so viel Hightech wie im Bau moderner Flugzeuge und Kraftwerke. Circa zehn Prozent des Umsatzes investiert die Branche in Forschung und Innovation. Das zahlte sich in den vergangenen Jahren in Produktivitätssteigerungen aus, die die Erfolge des europäischen Flugzeugbaus übertrafen. Schiffbau und Meerestechnik sind Querschnittstechnologien. Bei der Entwicklung von maritimen Hightechprodukten tauchen dementsprechend Technologien aus allen möglichen Bereichen auf. Die Funktionsweise der Brennstoffzelle wird für Unterwasserfahrzeuge adaptiert. Um Menschen

weiter auf S. 2



© Michael Bokelmann

## PORTRÄT

## Tausend Meilen unter dem Meer

Will man herausfinden, ob in Tausenden Metern Tiefe eine Pipeline leckt oder ob im Meeresboden Erdgas ruht, benötigt man Speziale Sensoren. Und an diesen forscht Nadja Kinski bei der Firma CONTROS in Kiel. [weiter auf S. 2-4](#)



## MOBIL UND DIGITAL

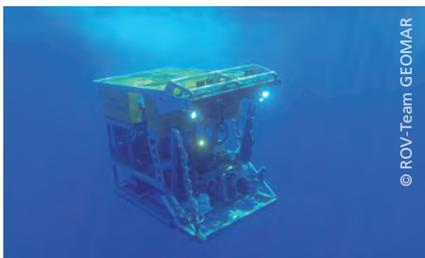
## kompakt jetzt auch als App

**kompakt** kann man sich jetzt mit vielen Zusatzinfos und Filmen als App fürs Tablet abonnieren. Wie das geht? Einfach den QR-Code scannen (links) oder unter [s.think-ing.de/kompakt-digital](http://s.think-ing.de/kompakt-digital) nachlesen.

und Güter sicher und ressourcenschonend transportieren zu können, setzt man auf neue Materialien und hochmoderne Satellitennavigationssysteme. Beim Entwurf und bei der Produktion neuer Modelle werden optische Technologien, Informations- und Kommunikationstechnik und Mechatronik einbezogen. Dementsprechend vielfältig sind bei der Meerestechnik die Vernetzungen. Universitäre Grundlagenforschung, industrielle Forschung und das Marketing von Unternehmen arbeiten dabei oft Hand in Hand.

Die Ozeane werden außerdem zunehmend als Rohstofflager erschlossen und bieten neue Möglichkeiten für meeres technische Industrien. Obschon der Albtraum aller Umweltschützer, werden in den nächsten Jahrzehnten Öl- und Gasressourcen aus der Arktis, vor allem in der Barentssee, zur Energieversorgung der europäischen und US-amerikanischen Industrie genutzt werden. Es sind Forschungs- und Montagearbeiten in der Tiefsee erforderlich, was schon allein aufgrund der Druckverhältnisse enorme Anforderungen an die Technik stellt. Auch die Gashydrate an den Kontinental-schelfgebieten werden auf Nutzungsmöglichkeiten erforscht. Hier greift der Mensch in hochsensible Ökosysteme ein und es ist noch viel Grundlagenforschung nötig, damit die Nutzung sicher und wirtschaftlich verläuft. Ingenieure tragen wesentlich zur Arbeitssicherheit auf See und in den Tiefen der Ozeane bei und sorgen dafür, mögliche ökologische Folgen gering zu halten.

Ein anderer wichtiger Einsatzbereich für Ingenieure ist die Nutzung erneuerbarer Energien aus dem Meer. Hier sind hochspezialisierte Techniken erforderlich. Etwa bei der Erschließung der Offshore-Windkraft und künftig wohl auch bei Wellenenergie-, Gezeitennutzung und Osmosekraftwerken, die jedoch derzeit noch nicht so profitabel sind, dass Unternehmen in größerem Umfang investieren. Künftig werden auch dabei maritime Ingenieure mit ihren Entwicklungen einen wichtigen Beitrag leisten, indem sie die Anlagen effizienter machen, die Kosten für die Errichtung und den Betrieb senken sowie entsprechende Wartungskonzepte entwickeln und installieren.



© ROV-Team GEOMAR

Tauchroboter ROV KIEL 6000 bei einer Expedition im Indischen Ozean



Versuchsaufbau zur Gaserkennung

## PORTRÄT

# Gas vom Meeresboden

Die **CONTROS Systems & Solutions GmbH** aus Kiel ist ein sogenannter **Hidden Champion**. Also ein relativ kleines Unternehmen, das in seinem Segment jedoch ein waschechter **Marktführer** ist. In diesem Fall für **Unterwasser-Sensoren**, die **hochsensible Gasmessungen in bis zu 6.000 Metern Tiefe** vornehmen. An der **Forschung und Entwicklung der Sensoren beteiligt** ist auch **Nadja Kinski**.

Die 27-jährige Chemieingenieurin hat trotz ihrer jungen Jahre einen beeindruckenden Ausbildungsweg hinter sich. Nach dem ausgezeichneten Realschulabschluss entschied sie sich für eine verkürzte Ausbildung zur Chemielaborantin bei der Dräger Safety AG & Co. KGaA in Lübeck. Ihre guten Leistungen garantierten zunächst die Übernahme, aber

Kinski entschloss sich nach zwei Jahren Arbeit als Vollzeitkraft, doch noch das Fachabitur und anschließend das Studium des Chemieingenieurwesens nachzuholen. Mit Erfolg – in Regelstudienzeit, trotz hohen Lernaufwands. Bereits ihre Bachelor-Arbeit mit dem Titel „Einfluss von Rohöl und marinen Kraftstoffen auf die Permeabilität von Polydimethylsiloxan“ brachte sie als Werkstudentin zu CONTROS. Und sie blieb auch nach dem Abschluss bei dem Unternehmen. Und nur am Rande: Polydimethylsiloxan ist die Fachvokabel für – Silikon.

### Eine Membran für besondere Fälle

In ihre Verantwortung fällt nun die weitere Forschung im Bereich der semipermeablen Membranen für die sensiblen Unterwasser-Sensoren HydroC. Diese sind an der Front der Titanröhren verbaut und

trennen den komplizierten Gaskreislauf im Inneren vom Meerwasser. Erst die Membranen ermöglichen daher die genaue Messung der im Wasser gelösten Gase. Es ist das Ziel von Nadja Kinski, die firmeninterne Produktion der besonderen Membranen weiter zu optimieren. Sie erforscht und entwickelt daher ein Verfahren, aus dem die perfekte Membran für die Hightech-Einsatzzwecke von CONTROS hervorgehen soll. Dazu benötigt sie ein Material, das auch unter hohem Wasserdruck die perfekte Durchlässigkeit von im Meerwasser gebundenen Gasen ermöglicht – unabhängig von Variablen wie Salzgehalt, dem Anteil organischer Stoffe oder Schwefelwasserstoffe. „Und natürlich gehört es auch zu meinen Aufgaben, die Produktion zu unterstützen, Vorträge zu halten, Messestände zu

Projekt PINBAL beschäftigt sich CONTROS in Kooperation mit der Universität Göteborg und dem polnischen Institut IOPAN in Sopot nun auch mit pH-Messungen. Für die Ostsee ergibt sich hier ein interessantes und anspruchsvolles Einsatzgebiet, da sich zum Beispiel der durchschnittliche pH-Wert der Ostsee bereits um 0,1 verringert hat. Zugleich prognostizieren Wissenschaftler ein weiteres Absinken der Werte von 8,1 auf rund 7,7. Nicht nur für Meeresbiologen ein alarmierendes Zeichen. Neben Fragen zu Umwelt und Wissenschaft klingelt aber auch die Öl- und Gasindustrie bei CONTROS an, schließlich können die hochsensiblen Sensoren des Kieler Unternehmens nicht nur bei der Entdeckung neuer Erdgas- und Ölvorkommen eingesetzt werden. Mit ihrer Hilfe lassen sich auch Unterwasser-Pipelines in großer Tiefe kontrollieren und Leckagen frühzeitig entdecken. Ein flächendeckender Einsatz der norddeutschen Technologie kann also durchaus seinen Beitrag zur Vermeidung von Unglücken wie die Explosion der Deepwater Horizon im Golf von Mexiko 2010 leisten, lag die Ursache hierbei doch in ausströmendem Erdgas aus einem Bohrloch.

#### Global interessant

Um Pipelines über weite Strecken zu überwachen, werden die Sensoren auf unbemannten Tauchrobotern montiert – sogenannten Remotely Operated Vehicles (ROVs). In Kinskis Arbeitsbereich fällt auch die Anpassung der Sensorgehäuse an die Vorgaben für die ROVs. „Größe, Gewicht und vor allem die Schnittstellen müssen absolut passgenau sein. Nur dann ist gewährleistet, dass die Messergebnisse korrekt verarbeitet werden können.“ Tatsächlich steckt in dem zunächst unscheinbaren, silbernen Titan-Zylinder des HydroC auf 40 Zentimetern eine Menge Hightech. Ein Mikro-Controller steuert die gesamte Elektronik, die Pumpen und den Gaskreislauf und sorgt so dafür, dass spezielle Sensoren im Inneren der Sonde auch kleinste Methan- oder Kohlendioxid-Gasmengen entdecken. Was den HydroC für zahlreiche Unternehmen nicht nur aus China, den USA und Norwegen interessant macht. Auch deutsche Forschungsinstitute wie das Helmholtz-Institut für Ozeanforschung Kiel (GEOMAR) zeigen sich interessiert.



Der Sensor HydroC wird für den Einsatz vorbereitet

betreuen und Weiterbildungen zu besuchen.“ Obwohl sie erst seit einem knappen Jahr im Unternehmen ist, hat sich Kinski ihren Platz geschaffen.

#### Kieler Prophylaxe

Gefragt sind die norddeutschen Sensoren bei Umweltschützern und Wissenschaftlern, die damit u.a. die Auswirkungen der voranschreitenden Industrialisierung auf die Weltmeere ermitteln. In dem laufenden und durch das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde koordinierten



Nadja Kinski modifiziert den HydroC

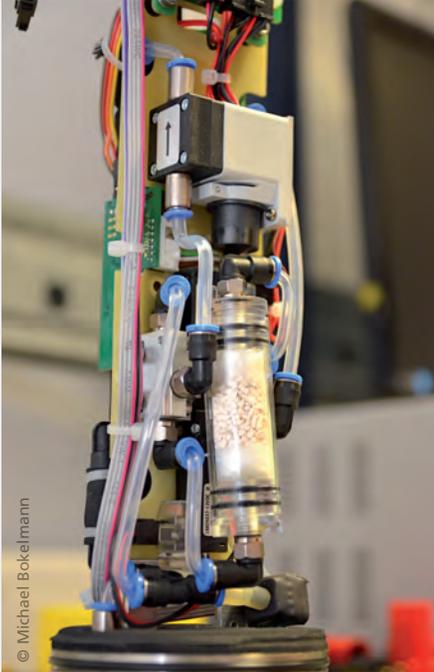
#### Messung an Bord

Passgenau hat Nadja Kinski jüngst eine Fahrt auf der 60 Meter langen Poseidon absolviert, einem GEOMAR-Forschungsschiff. Auf der Mittelmeerfahrt im Mai bediente sie den Prototypen eines neuen Alkalinitätssystems, das sie mitentwickelt hat. Eine Technologie, die das Säurebindungsvermögen im Wasser misst und die CONTROS bald zur Marktreife führen möchte. „Auch dieses Gerät enthält wieder Membranen, daher wurde ich sozusagen als Expertin für Membrantechnik auf dieser Fahrt benötigt. Die Einsatzzeit auf See habe ich mir mit kooperierenden Wissenschaftlern



Das GEOMAR-Forschungsschiff Poseidon

geteilt, sodass ich insgesamt zehn Tage auf der Poseidon verbracht habe.“ Als einzige Frau in einem interdisziplinären, jungen Forscherteam eine sicherlich eindrucksvolle Zeit an Bord und auf rauer See. Die Chance zu einer derart spannenden Forschungsreise bekommt man selbst als Ingenieurin nicht alle Tage.



Das Innenleben des Sensors

So kann es also gehen: Heute noch Studentin, morgen schon verantwortlich für die Membranforschung eines Hidden Champion und übermorgen auf den Weltmeeren unterwegs. Ingenieur sein macht's möglich.



## INTERVIEW

# Vermessungstechnik meets Nautik

**Klaus Cichon (49) ist Vermessungsingenieur bei der Essener HOCHTIEF Infrastructure GmbH. Neben klassischen Baustelleneinsätzen war er während der Vermessungsarbeiten für mehrere Windparks in der Nord- und Ostsee aktiv – Zentimeterarbeit bei Windstärke sechs und fünf Meter hohen Wellen.**

Was macht ein Vermessungsingenieur bei der Entstehung eines Offshore-Windparks?

Dazu muss man die technischen Hintergründe der Windkraftanlagen betrachten, die auf gigantischen Dreibeinen stehen – sogenannten Tripods. Zur Verankerung rammt man schwere Metallpfähle durch mächtige Ösen am Tripodfuß etwa 60 Meter tief in den Meeresboden. Diese Bauteile müssen natürlich extrem sauber positioniert werden, damit die Windmühle nachher genau an der vorbestimmten Position steht – und zwar richtig ausgerichtet und nahezu lotrecht. Dabei bestimmen wir die Positionen der einzelnen Bauteile auf den Dezimeter genau. So haben wir das bei jeder der 80 Mühlen auf der Gesamtfläche von rund 100 Quadratkilometern gemacht – immerhin einer Fläche, die etwa der Insel Sylt entspricht.

Wie kann man überhaupt eine Position bestimmen, die unsichtbar in 30 Metern Wassertiefe liegt?

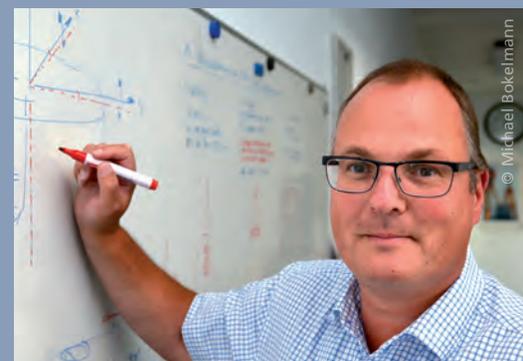
Die Positionierung unter Wasser ist eine der aufwändigsten Aufgaben für Vermesser. Man muss zunächst eine projektbezogene Lösung entwickeln, Geräte zusammenführen, die sich vorher nicht kannten und dann eine endgültige Lösung entwickeln. Und: Jeder Tag auf See kostet rund 230.000 Euro – Arbeitsausfälle durch defekte Geräte sind hier einfach inakzeptabel. Daher ist jedes System auch mindestens doppelt vorhanden. Unsere Messungen sind also entscheidend fürs Projekt. Denn der Kranführer muss wissen, wo sich die Unterkante des Tripods befindet, schließlich setzt sie zuerst auf dem Meeresboden auf, und wenn der 1.000-Tonnen-Tripod erst mal im Schlick versunken ist, kann man ihn auch nicht mehr zum Umplatzen herausziehen. Viel Hightech und ganz klassische Tachymeter. Wir arbeiten also mit herkömmlichen und modernsten Messtechniken.

Wie ungewöhnlich ist die Arbeit auf dem Meer für einen Festlandingenieur?

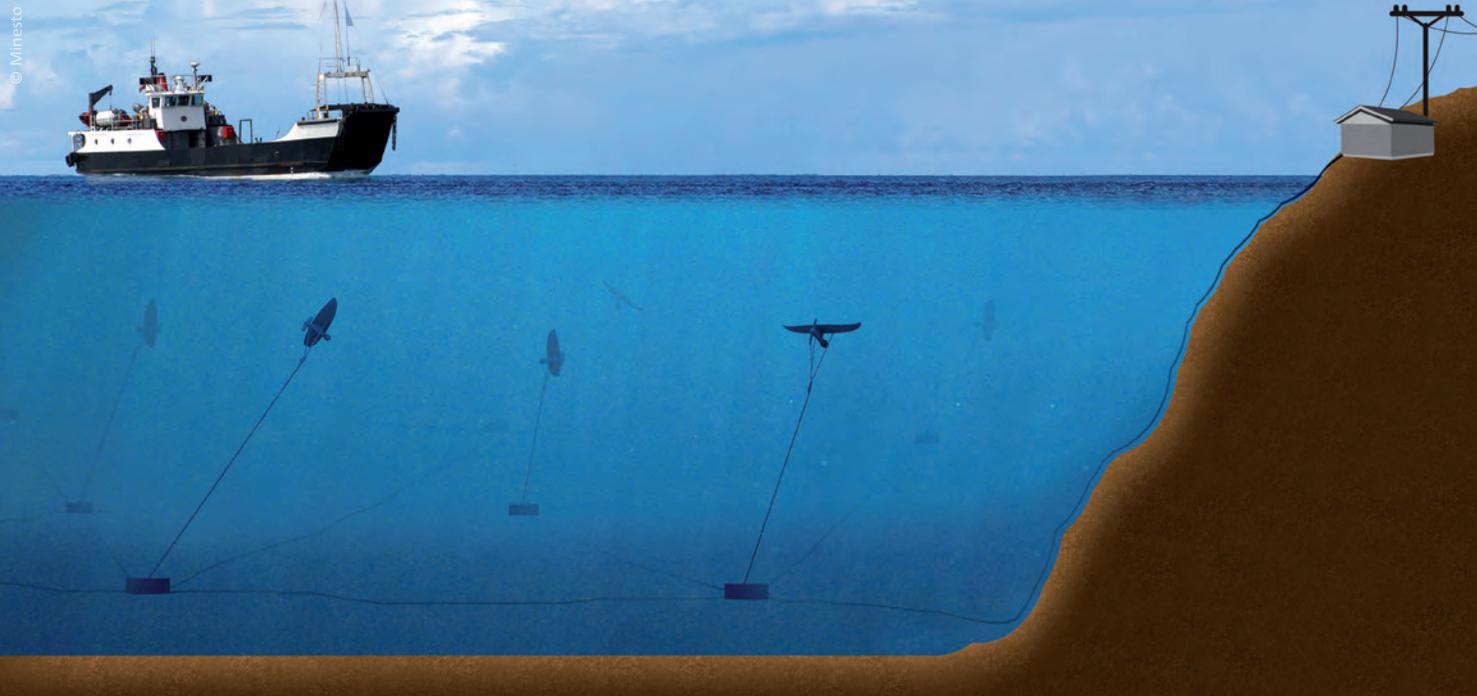
Man muss sich schnell an das Leben und Arbeiten auf einem Schiff gewöhnen – der permanente Lärm und die unaufhörliche Bewegung sind schlichtweg kräftezehrend. Es gibt aber zahlreiche Trainings, die wir im Vorfeld absolviert haben. Unter anderem das Helicopter-Underwater-Escape-Training, ein Sea-Survival und das Basic Safety Offshore Training. Dazu ist es auf einem Schiff einfach eng: Man arbeitet 14 Tage lang in 12-Stunden-Schichten und teilt sich die Kabine mit einem anderen Mitarbeiter. Schläft der eine, arbeitet der andere. Und wenn Wind und Wetter den Weg aufs Deck verbieten, dann ist das schon aufregend – und einschränkend. Aber Vermesser sind es ja gewohnt, unter besonderen Umständen zu arbeiten, daher fiel es uns nicht schwer in diese Welt sprichwörtlich einzutauchen.

Welche Umweltschäden verursachen Offshore-Windparks?

Wir tun alles, um Umweltschäden zu vermeiden. So gibt es lange Voruntersuchungen und moderne Technologien, die Tiere schützen. Vor jedem Pfahl, der tatsächlich mit einem ohrenbetäubenden Lärm eingerammt wird, werden 30 Minuten lang alle Meerestiere mit Schallwellen kurzzeitig verschreckt. Anschließend wird ein Blasenschleier um die eigentliche Schallquelle gelegt, der aus einem Schlauchring besteht, in den Luft gepumpt wird. Durch Löcher in den Schläuchen steigt dann eine Wand aus Blasen um die baldige Lärmquelle auf, die wiederum eine Barriere für die Schallwellen bilden. Das funktioniert sehr gut. Übrigens ist es erwiesen, dass sich die Artenvielfalt nach der Installation in dem nunmehr vor Schiffsverkehr geschützten Windparkbereich deutlich erhöht. Und was man auch bedenken muss: Fünf Windparks dieser Nordsee-Größe ersetzen energetisch ein Kernkraftwerk. Als Vermesser sind wir hiermit also auch an der Energiezukunft unseres Landes beteiligt.



Klaus Cichon arbeitet als Ingenieur an Land und auf See



Meeresdrachen der Firma Minesto nutzen die Strömung in 50 bis 300 Metern Tiefe zur Stromerzeugung

## TRENDS

# Keine Spur wasserscheu: Ingenieure in ihrem (feuchten) Element

### Deep Green: Energie aus Meeresdrachen

Die Idee erinnert an spielende Kinder, die ihre selbstgebastelten Papierdrachen stolz in der heißen Nachmittagsluft tänzeln lassen. Der schwedische Ingenieur Magnus Landberg lässt Drachen steigen und erzeugt damit Energie. Aber seine Drachen tänzeln nicht durch die Luft, sondern durch die Meeresströmung. Die britische Regierung hat nun das Potenzial von Deep Green, so der Name der Erfindung, erkannt und gewährt der schwedischen Firma Minesto einen Zuschuss von 600.000 Euro für zwei Prototypen. Die werden voraussichtlich bald vor der walisischen Küste kreisen. Hier sind die Meeresströmungen besonders günstig und drei Universitäten arbeiten mit am Projekt. 2015 soll mit dem Bau einer Testanlage begonnen werden. Richtig auffallen werden diese Energiedrachen trotz ihrer Spannweite von acht bis 14 Metern allerdings kaum. Sie schweben 50 bis 300 Meter unter der Meeresoberfläche, sodass nur die Fische sie beobachten können. Mit Halteseilen am Meeresgrund verankert, beschreiben sie unermüdlich die Form einer 8. An der Unterseite befindet sich ein Generator mit einem Propeller. So ausgestattet kann das schwebende Kraftwerk eine Leistung von 150 bis 800 Kilowatt abliefern. Und zwar immer und bei jedem Wetter. Denn im Gegensatz zur Windkraft gibt es bei der Meeresströmung keine Flauten. Der Strom fließt durch ein Kabel im Halteseil zu einer Sammelstation am Meeresgrund und wird von dort per Seekabel an Land geschickt. Zwei Studien-

ten der Ingenieurwissenschaften haben in ihrer Masterarbeit die Effizienz von Deep Green bereits belegt. Nun fehlt nur noch der Praxistest.

### Gut organisiert: Roboterschwärme suchen nach versunkenen Wrackteilen und Giftfässern

Die vor einigen Monaten unter mysteriösen Umständen spurlos verschwundene Boeing 777 könnte doch noch gefunden werden. Denn wo konventionelle Suchstrategien versagten, werden womöglich bald intelligente Roboterschwärme weiterhelfen. Noch planschen die 20 Prototypen dieser Tauchroboter in einem recht übersichtlichen Versuchsbecken der Grazer Universität. Ein einzelner dieser Roboter wäre bereits hier verloren. Aber gemeinsam sind sie den kompliziertesten Aufgaben gewachsen, können sich veränderten

Umwelt- und Strömungsbedingungen anpassen und sich ohne menschlichen Eingriff neu organisieren, sollte einmal einer von ihnen ausfallen oder auf der Strecke bleiben. Finanziert von der EU, arbeitet unter Federführung der Uni Graz ein internationales und interdisziplinäres Forscherteam an den CoCoRo (Collective Cognitive Robots). Denn bei dieser Entwicklung sind Kenntnisse aus Zoologie, Informatik und Materialwissenschaften gleichermaßen gefragt. Wie bei Bienen- und Fischschwärmen steigt die Intelligenz der Roboter durch Vernetzung. Durch kluges Datenmanagement verbinden sie sich zu einem gemeinsamen Superrechner. Die wendigen Minibots aus Kunststoff, die Feuermeldern oder kleinen Spielzeugen ähneln, verfügen über berührungsempfindliche und optische Sensoren und tauschen sich ständig über elektrische Potenzialfelder, Schall und Funk aus. Stoßen sie etwa auf ein halb versunkenes Wrackteil, dann treffen sie eine gemeinsame Entscheidung oder schicken ihre Informationen an eine Basisstation an der Wasseroberfläche, die im Bedarfsfall die Steuerung übernehmen kann. <http://cocoro.uni-graz.at>



Keine Einzelgänger: Collective Cognitive Robots

### Blitzkommunikation in der Tiefsee

Was Wale und Delfine mühelos und quasi nebenbei bewältigen, ist für Menschen, die in der Tiefsee nicht zu Hause sind, nach wie vor eine große technische Herausforderung: die Kommunikation unter Wasser. Insbesondere der kabellose Austausch großer Datenmengen zwischen U-Booten und Tauchern stellt ein Problem dar. Über

akustische Signale lassen sich nur begrenzte Datenmengen austauschen, und das auch nur im Schnecken tempo. Außerdem irritieren die Töne die Meeressäuger und verursachen ihnen Stress. Die Alternative: Kommunikation über Lichtsignale. Neue LEDs, die von Forschern der Universität San Diego in Kalifornien entwickelt wurden, könnten schon in Kürze zu einer Win-win-Situation bei Wal und Taucher führen. Dazu mussten die Forscher ein physikalisches Problem überwinden: Bei blauen und grünen Leuchten lässt sich die Taktfrequenz nur sehr schwer erhöhen. Alle anderen Farben werden aber unter Wasser schnell absorbiert. Die neuen LEDs takten 76 Mal schneller als herkömmliche Leuchtdioden – ein mariti-



Optische Kommunikation unter Wasser

mer ingenieurtechnischer Quantensprung. Trübes Wasser bleibt aber weiterhin ein zuverlässiger Kommunikationskiller. Und schwimmt der Taucher mehrere 100 Meter weit hinaus, werden seine Signale vom Wasser verschluckt.

### Ingenieure der Unterwasserrobotik

Die Digitalisierung macht vor den Weltmeeren nicht halt. Gerade dort, wo Bedingungen im Wortsinn unmenschlich und zu gefährlich sind und Forscher nicht persönlich jede Felsspalte erkunden können, werden hochspezialisierte Unterwassersysteme und -roboter benötigt. Um die zu entwickeln, braucht man viel Fachkompetenz. Die wird im europäischen Ausbildungs- und Forschungsnetzwerk für Unterwasserrobotik Robocademy vermittelt, das Anfang des Jahres unter der Koordination des Robotics Innovation Center (RIC) in Bremen gestar-

## Links

### FÜR STUDIERENDE

Die Schiffs- und Meerestechnik ist eine Querschnittstechnologie, in die Forschungsergebnisse aus vielen angrenzenden Ingenieurwissenschaften einfließen. An einigen Universitäten ist ein Bachelor in Maschinenbau die Voraussetzung für eine Spezialisierung auf Meerestechnik. Die Zugänge zum Beruf des maritimen Ingenieurs sind vielfältig und die Aufgaben vielseitig. Absolventen haben Aussichten in der Werft- und Offshore-Industrie. Auch Ingenieurbüros, Behörden, Logistikunternehmen sowie Reedereien und Häfen suchen oft Ingenieure der Meerestechnik. Ein weiterer Einsatzbereich sind Universitäten und Forschungsinstitute.

#### TU Berlin

Master Schiffs- und Meerestechnik

[s.think-ing.de/schiff-berlin](https://s.think-ing.de/schiff-berlin)

#### Hochschule Bremen

Bachelor of Engineering Schiffbau und Meerestechnik (englisch)

[s.think-ing.de/schiff-bremen](https://s.think-ing.de/schiff-bremen)

Uni Rostock, Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik, Lehrstuhl für Meerestechnik: Masterstudiengänge Aquakultur, Schiffs- und Meerestechnik, Umweltingenieurwissenschaften

[s.think-ing.de/wasser-rostock](https://s.think-ing.de/wasser-rostock)

#### Technische Universität Hamburg-Harburg

Master Schiffbau und Meerestechnik, Joint-Master-Studiengang Ship and Offshore Technology, in Zusammenarbeit mit der University of Strathclyde (Glasgow)

[s.think-ing.de/ship-harburg](https://s.think-ing.de/ship-harburg)

#### Universität Duisburg-Essen

Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Bachelor und Master Maschinenbau mit den Vertiefungsmöglichkeiten Schiffstechnik, Meerestechnik und Transportsysteme

[s.think-ing.de/maschbau-duisburg](https://s.think-ing.de/maschbau-duisburg)

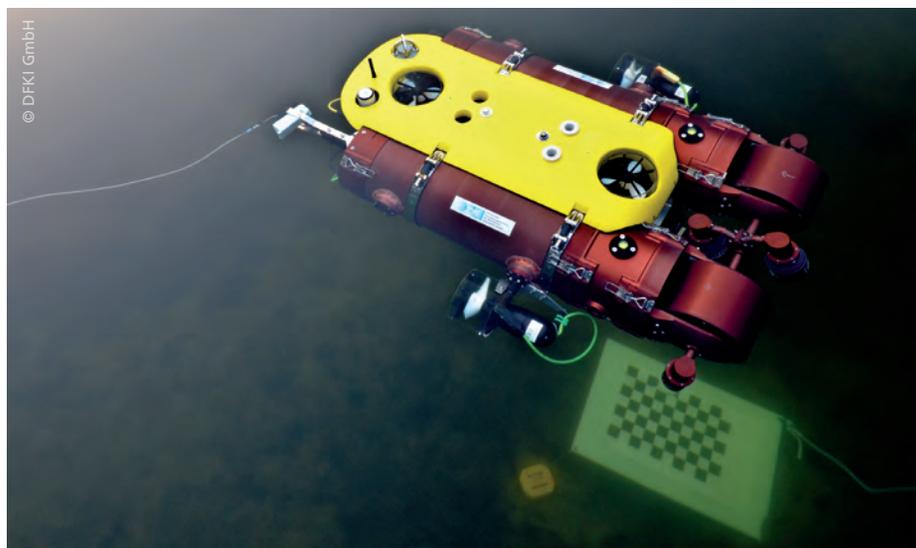
[s.think-ing.de/maschbau-duisburg-master](https://s.think-ing.de/maschbau-duisburg-master)

Weitere Studiengänge in der IngenieurStudiengangSuche von think ING. unter:

[www.search-ing.de](http://www.search-ing.de)

tet ist. Die EU fördert das Projekt mit 3,61 Millionen Euro. Informatiker, die sich bereits im Rahmen ihres Masterabschlusses mit Robotik befasst haben, können in Forschungsprojekten ihre Kenntnisse vertiefen und im

Bereich Unterwasserrobotik promovieren. Besonderen Wert legt die Robocademy auf die Entwicklung robuster, verlässlicher autonomer Systeme.



Robocademy-Vorbild: das autonome DFKI-Unterwasserfahrzeug Dagon

think  
ING.

Die Initiative für  
Ingenieurnachwuchs

### IMPRESSUM

Herausgeber: Gesamtmetall

Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V.  
Voßstraße 16 - 10117 Berlin

Objektleitung: Wolfgang Gollub (verantw.)

Druck: color-offset-wälter GmbH & Co. KG, Dortmund

Redaktion und Gestaltung: concedra GmbH, Bochum

[www.think-ing.de](http://www.think-ing.de)

Alle in dieser kompakt enthaltenen Inhalte und Informationen wurden sorgfältig auf Richtigkeit überprüft. Dennoch kann keine Garantie für die Angaben übernommen werden.